# Harmonic Drive® **GETRIEBE**

Harmonic Drive SE

Getriebe-Einbausätze

Getriebe mit Abtriebslager

Individuallösungen



# Inhalt


**1. Harmonic Drive® Getriebe-Einbausätze ..... 22**
1.1 CSG-2A/HFUC-2A ..... 28
1.2 CPL-2A ..... 50
1.3 CSD-2A ..... 64
1.4 SHG-/HFUS-/TriSHG-2A ..... 76

**2. Harmonic Drive® Getriebe mit Abtriebslager ..... 96**
2.1 CSG-2UH/HFUC-2UH ..... 104
2.2 CSF-ULW ..... 124
2.3 CPU-M/H/S ..... 136
2.4 CSG-CPM/CPH/CPS ..... 166
2.5 CSD-2UH/2UF ..... 198
2.6 SHG-/HFUS-/TriSHG-2UH/2SO/2SH/(2UH-LW) ..... 216
2.7 SHD-2SH ..... 246
2.8 CSF Mini ..... 260
2.9 PMG ..... 282
2.10 CSF-2UP ..... 292
2.11 FBS-2UH ..... 304

**3. Projektierung ..... 316**

**4. Individuallösungen ..... 358**

# Was uns antreibt

Mit Apollo 15 auf dem Mond oder in den Tiefen der rauen Ozeane – seit mehr als 50 Jahren bewegen wir mit unseren Antriebslösungen bedeutende Anwendungen auf dem gesamten Planeten und darüber hinaus. Wir, als Technologieführer hochpräziser Antriebstechnik, haben unser Portfolio auf Basis des einzigartigen Harmonic Drive® Wellgetriebes erweitert und die Anforderungen moderner, richtungsweisender Märkte und Anwendungen erkannt: Die Zukunft der Antriebstechnik ist intelligent, nachhaltig und effizient.

Dank ihrer über Jahrzehnte hinweg kontinuierlich weiterentwickelten Eigenschaften sind Harmonic Drive® Getriebe, Antriebe und Motoren prädestiniert für wichtige Schlüsselbranchen, darunter Robotik, Handling & Automation, Medizintechnik, Sonderumgebungen, Luft- und Raumfahrt sowie allgemeiner Maschinenbau. Höchste Präzision und Qualität für unsere Kunden sind Prinzipien unserer Unternehmenskultur. Vier von fünf Produkten, die unseren Hauptstandort in Limburg an der Lahn verlassen, sind Sonderausführungen und somit speziell nach Kundenspezifikation entwickelt, konstruiert und gefertigt – vom platzsparenden Getriebe-Einbausatz bis hin zum intelligenten Antriebssystem.

Aufgrund der hohen Komplexität in der Konfiguration adäquater Antriebstechnik-Komponenten begleiten und beraten wir unsere Kunden umfassend.
Der Lösungsvorschlag für die zu realisierende Antriebsaufgabe wird in enger Kooperation erarbeitet, um die anschließende Integration in das Applikationsumfeld umstandslos zu ermöglichen. Entscheidend dafür sind zum einen die hohe Flexibilität, zum anderen der zugeschnittene Leistungsumfang und das Integrationslevel. Das Resultat ist eine optimale, hochindividuell angepasste Antriebslösung. In anspruchsvollen Branchen erfolgreich gemeinsam mit und für unsere Kunden aktiv die Zukunft zu gestalten, ist ein Zeichen unserer Innovationskraft im Bereich der hochpräzisen Antriebstechnik.

Produktions- und Entwicklungsstandorte auf höchstem technologischen Niveau in Deutschland, Japan und Amerika sowie Tochtergesellschaften in Europa und Asien sorgen dafür, dass wir weltweit hochspezialisierte und intelligente Antriebslösungen sowie mechatronische Systeme anbieten können.



# Ihr globaler Partner

Unsere hochentwickelten Antriebslösungen finden Sie in aller Welt und sogar darüber hinaus – ganz gleich, ob Roter oder Blauer Planet: Motoren, Antriebe und Systeme der Harmonic Drive SE kommen überall dort zum Einsatz, wo höchste Ansprüche an Qualität und Zuverlässigkeit gestellt werden. Produktions- und Entwicklungsstandorte auf höchstem technologischen Niveau in Deutschland, Japan und Amerika sowie Tochtergesellschaften in Europa und Asien sorgen dafür, dass wir weltweit hochspezialisierte und intelligente Antriebslösungen sowie mechatronische Systeme anbieten können.

Vielleicht denken Sie ja an uns, wenn Sie das nächste Mal in einem Flugzeug der Airbus-Familie hinter den Horizont fliegen: Hochpräzise Harmonic Drive® Getriebe für die Luftfahrt tragen dazu bei, dass Sie sicher fliegen und Ihnen gerade die Welt zu Füßen liegt.

„It is never a question as to whether it can be done –
it is only whether one cares to spend the time and effort.“

C. Walton Musser, Erfinder des Wellgetriebes



# Ihre Idee, unser Engineering, Ihre Antriebslösung

Wir wissen: Die Konfiguration adäquater Komponenten ist komplex. Gemeinsam mit Ihnen erarbeiten wir daher einen kompletten Lösungsvorschlag für die zu realisierende Antriebsaufgabe. Angefangen bei der Auswahl der geeigneten Getriebe sowie der dazu angepassten Motor- und Sensor-Komponenten konfigurieren wir die komplette Antriebsachse für Ihre Anwendung.

Dabei blicken wir auf jahrzehntelange Erfahrung zurück. Seit 1970 bauen wir auf einer Vielzahl von realisierten komplexen Antriebslösungen auf und ermöglichen unseren Kunden einen Technologie-Vorsprung. Alle Designelemente können kundenspezifisch angepasst und optimal aufeinander abgestimmt werden. Die Integration in die Applikation erfolgt immer in enger Zusammenarbeit mit unseren Kunden. Entscheidend dafür sind zum einen die hohe Flexibilität, zum anderen der individuelle Leistungsumfang und das Integrationslevel.
Das Resultat: eine optimale Gesamtlösung für Ihre Applikation.

In unserem modernen Entwicklungszentrum steht täglich ein mehr als 40-köpfiges Team aus Konstrukteuren und Ingenieuren zur Verfügung. Zum Einsatz kommen up-to-date Design- und Berechnungstools, selbst entworfene Werkzeuge zur schnellen analytischen Berechnung und ebenso etablierte FEM-gestützte Verfahren. Im direkt angeschlossenen Prüffeld werden die neu entwickelten Antriebe und Antriebssysteme mithilfe spezifischer Prüfstände auf Performance und Funktionalität verifiziert. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse fließen zurück in die Entwicklung und sind Basis für weitere Optimierungen.

# Ab Losgröße 1 rüsten wir für Sie im Takt

Neben wenigen Standardprodukten mit höheren Stückzahlen beherrschen viele Varianten und unterschiedlichste Baugruppen in kleineren Mengen bis hin zu Losgröße 1 unsere Fertigung. Denn nahezu alle Produkte, die unser Haus verlassen, werden gemeinsam mit Ihnen kundenspezifisch nach Ihren Wünschen und Anforderungen konfiguriert und anschließend in unserem Hause gefertigt. Um diese hohe Flexibilität in der Produktion zu erreichen, haben wir ein intelligentes Rüstkonzept entwickelt, mit dem wir selbst die Losgröße 1 wirtschaftlich fertigen können.

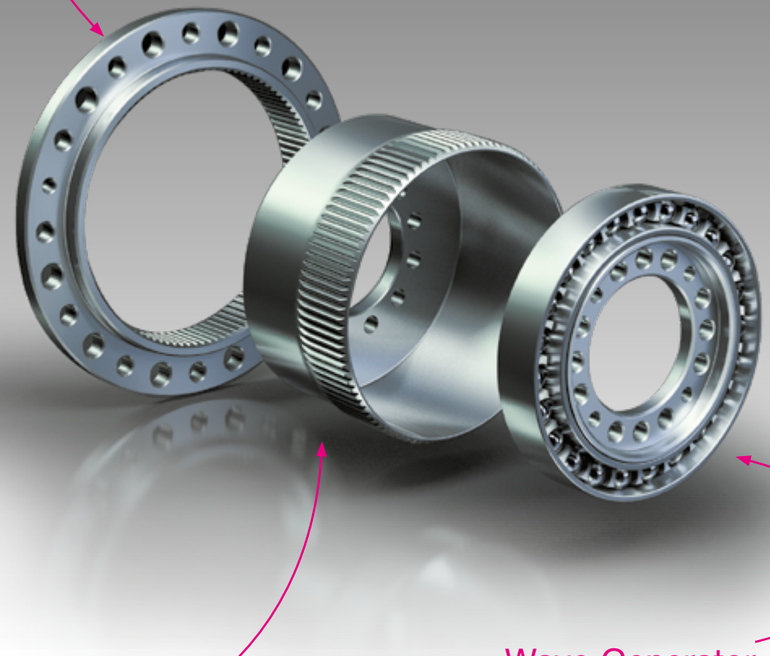
Fertigungsstraßen pro Baugröße ermöglichen uns einen fließenden Rüstwechsel und sorgen damit für höchste Flexibilität – auch bei kleinen Losgrößen. Um diesen Anforderungen über die gesamte Wertschöpfungskette gerecht zu werden, setzen wir im Bereich Supply-Chain-Management auf partnerschaftliche und langjährige Lieferantenbeziehungen, welche wir kontinuierlich zu leistungsfähigen Zulieferstrukturen weiterentwickeln und damit synchron auf unser Produktionssystem ausrichten. So erfüllen wir Ihre Wünsche individuell, ganz gleich in welcher Stückzahl.

Im Kapitel „Individuallösungen“ finden Sie eine Auswahl an kundenspezifischen Ausführungen, die wir nach Ihren Wünschen und Anforderungen realisieren können.

Der hochpräzise und spielfreie Getriebe-Einbausatz ist das zentrale Element der nach dem einzigartigen Harmonic Drive® Prinzip arbeitenden Getriebe und Servoantriebe. Harmonic Drive® Getriebe-Einbausätze bestehen aus nur drei Präzisionsbauteilen:

## Circular Spline

Der Circular Spline ist als starrer Ring mit Innenverzahnung ausgeführt. Seine Verzahnung weist zwei Zähne mehr als die des Flexsplines auf.



## Flexspline

Der Flexspline ist ein hochfestes, torsionssteifes, aber dennoch flexibles Bauteil mit Außenverzahnung, der zuverlässig hohe Lasten überträgt.

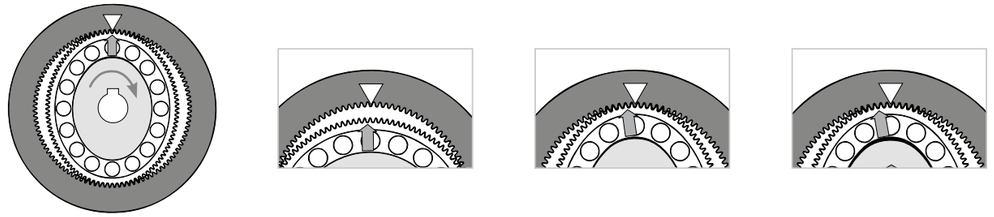
## Wave Generator

Der Wave Generator stellt das Antriebselement des Getriebes dar. Sein ellipsenförmiger Grundkörper trägt ein speziell entwickeltes Kugellager.

Durch das Einfügen des Wave Generators nimmt der Flexspline dessen elliptische Form an. Der drehende Wave Generator bewirkt am Flexspline eine umlaufende Verformung.

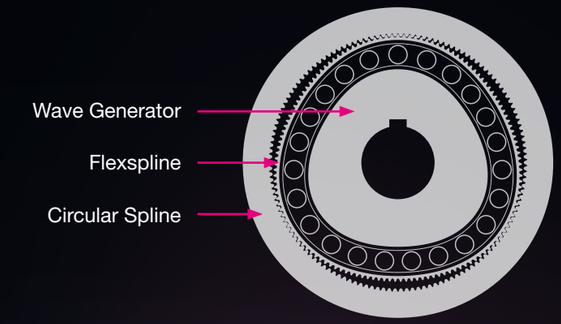
Das montierte Getriebe hat im Bereich der großen Ellipsenachse zwei symmetrisch gegenüber liegende Zahneingriffsbereiche. Die Rotation des Wave Generators bewirkt einen permanenten umlaufenden Zahneingriff von Flexspline und Circular Spline. Da der Flexspline zwei Zähne weniger als der Circular Spline aufweist, bewirkt eine Rotation des Wave Generators eine Relativbewegung des Flexsplines zum Circular Spline.

Harmonic Drive® Getriebe und Servoantriebe werden wegen ihrer Spielfreiheit, der außerordentlichen Präzision und hohen Zuverlässigkeit weltweit in allen Bereichen der Antriebstechnik eingesetzt.



1. Ausgangszustand | 2. 1/4 Eingangsumdrehung | 3. 1/2 Eingangsumdrehung | 4. 1/1 Eingangsumdrehung

WEITERE INFORMATIONEN rund um unser Funktionsprinzip finden Sie unter www.harmonicdrive.de im Bereich Technologie – Harmonic Drive® Getriebe.



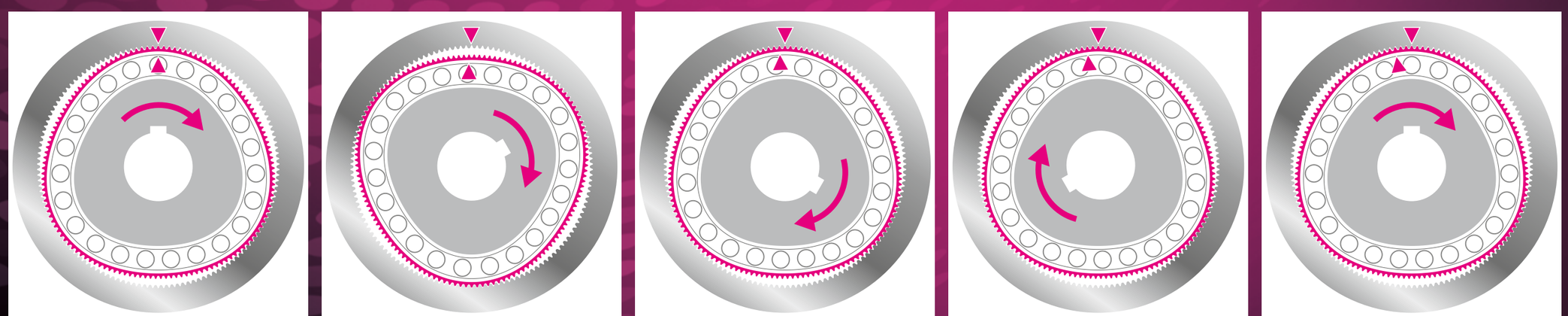

# Die Triangle-Technologie basiert auf einer revolutionären Weiterentwicklung des bewährten Harmonic Drive® Funktionsprinzips

Die abgerundete Dreiecksform des Wave Generators bewirkt drei Zahneingriffsbereiche zwischen dem außenverzahnten Flexspline und dem innenverzahnten Circular Spline.

Die Rotation des Wave Generators verursacht einen permanenten umlaufenden Zahneingriff von Flexspline und Circular Spline. Da der Flexspline drei Zähne weniger als der Circular Spline aufweist, bewirkt eine Rotation des Wave Generators eine Relativbewegung des Flexsplines zum Circular Spline.

Gegenüber Harmonic Drive® Getrieben mit elliptischem Wave Generator bewirken die drei Zahneingriffsbereiche der Triangle-Technologie eine höhere Torsionssteifigkeit unter Last.

WEITERE INFORMATIONEN rund um unser Funktionsprinzip finden Sie unter www.harmonicdrive.de im Bereich Technologie – Harmonic Drive® Getriebe.



**1.** Ausgangszustand

**2.** 1/6 Eingangsumdrehung

**3.** 1/3 Eingangsumdrehung

**4.** 2/3 Eingangsumdrehung

**5.** 1 Eingangsumdrehung

## Harmonic Drive® Getriebe

Harmonic Drive® Getriebe bestehen aus den drei Bauteilen Circular Spline, Flexspline und Wave Generator. Durch die kompakte Bauform ist geringster Platzbedarf sichergestellt. Die Getriebe mit Abtriebslager können zudem hohe Lagerlasten aufnehmen.

Katalog
**Harmonic Drive® Getriebe**

### GETRIEBE-EINBAUSÄTZE


CSG-/HFUC-2A


CPL-2A


CSD-2A


SHG-/HFUS-/TriSHG-2A

### GETRIEBE MIT ABTRIEBSLAGER


CSG-/HFUC-2UH


CSF-ULW


CPU-M/H/S

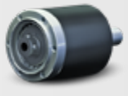

CSG-CPM/ CPH/CPS

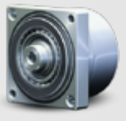

CSD-2UH/2UF


SHG-/HFUS-/TriSHG-2UH/2SO/2SH/(2UH-LW)


SHD-2SH


CSF Mini


PMG


CSF-2UP


FBS-2UH

## Harmonic Drive® Mechatronik

Harmonic Drive® Servoantriebe sind die perfekte Kombination hochdynamischer und dabei kompakter Motoren, präziser Harmonic Drive® Einbausätze sowie kippsteifer Abtriebslager zur Aufnahme hoher Lasten. Zur Integration in Kundenanwendungen stehen die Einbaumotoren BHK zur Verfügung.

Katalog
**Harmonic Drive® Mechatronik**

### SERVOANTRIEBE MIT HOHLWELLE


IHD


BHA


CanisDrive®


AlopexDrive

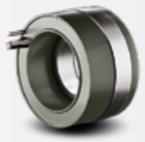

FHA-C Mini

### SERVOANTRIEBE MIT VOLLWELLE


LynxDrive


FLA

### EINBAUMOTOREN


BHK

### SERVOREGLER


YukonDrive

## Harmonic Planetengetriebe

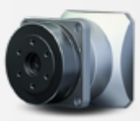
Bei höheren Drehzahlen bzw. niedrigeren Untersetzungen besteht oft der Bedarf an höchster Präzision. Durch die spezielle Konstruktion können wir eine konstant hohe Präzision über die gesamte Lebensdauer garantieren.

Katalog
**Harmonic Planetengetriebe**

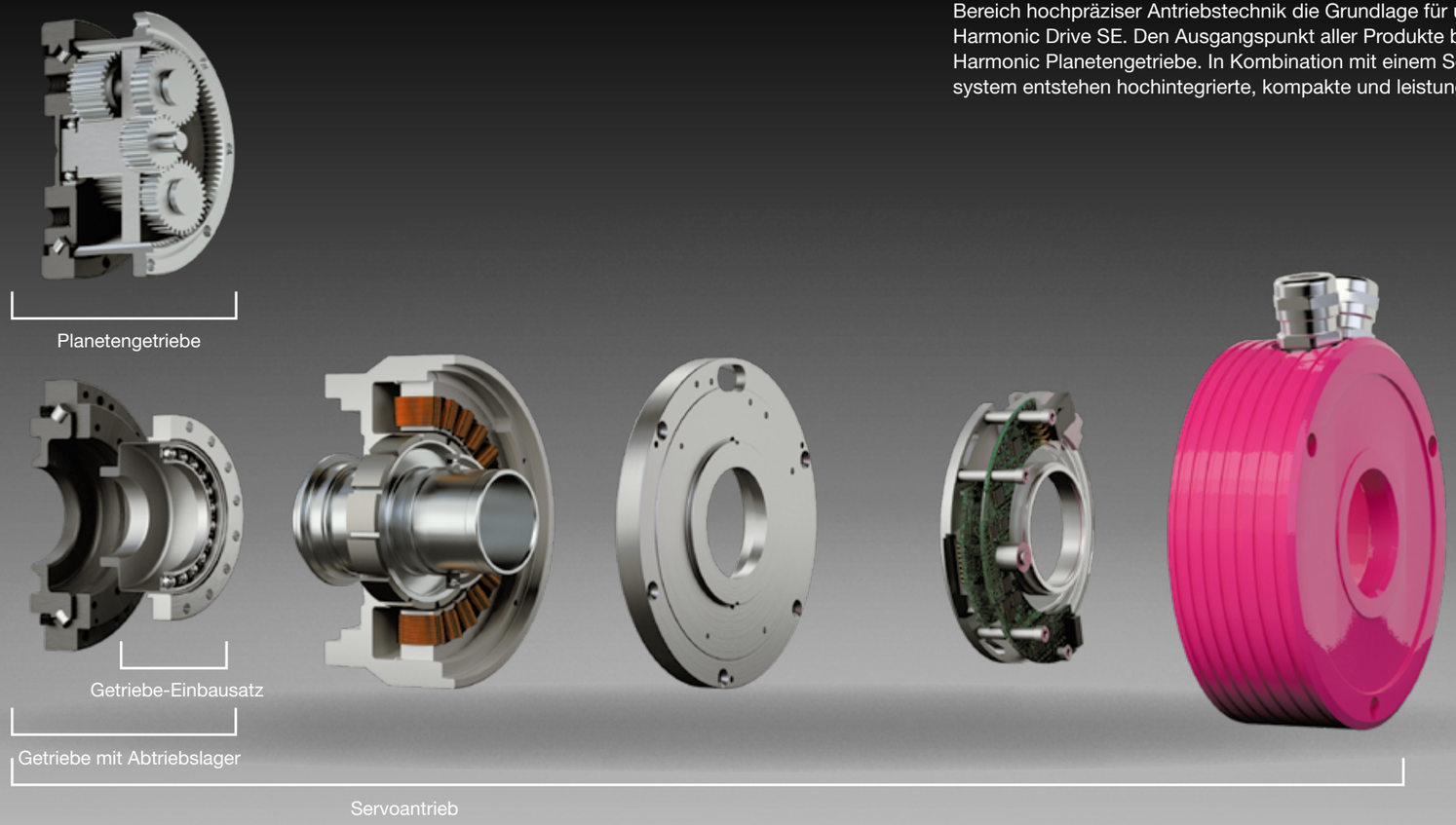

HPN


HPGP


HPG-R


HPG

Die bewährten Komponenten Getriebe, Abtriebslager, Motor und Encodersystem bilden im Bereich hochpräziser Antriebstechnik die Grundlage für unterschiedliche Produktgruppen der Harmonic Drive SE. Den Ausgangspunkt aller Produkte bilden Harmonic Drive® Getriebe oder Harmonic Planetengetriebe. In Kombination mit einem Servomotor und einem Motorfeedbacksystem entstehen hochintegrierte, kompakte und leistungsstarke Servoantriebe.




# Harmonic Drive® Getriebe

**Getriebe-Einbausätze**

Harmonic Drive® Getriebe-Einbausätze arbeiten nach dem Wellgetriebeprinzip und zeichnen sich durch hohe einstufige Getriebeübersetzungen, spielfreie und präzise Bewegungsübertragung sowie höchste Drehmomente bei geringem Gewicht und kompakten Abmessungen aus. Bestehend aus den drei Bauteilen Circular Spline, Flexspline und Wave Generator, ermöglichen sie maximale Flexibilität in der konstruktiven Einbindung.

Harmonic Drive® Getriebe-Einbausätze eignen sich hervorragend für Anwendungen mit vorhandener Abtriebslagerung. Durch Nutzung der bestehenden Lager und Gehäusestruktur kann mit ihnen sowohl ein geringes Gesamtgewicht als auch eine kompakte Bauweise innerhalb der Applikation realisiert werden.

**Getriebe mit Abtriebslager**

Harmonic Drive® Getriebe mit Abtriebslager kombinieren den präzisen Getriebe-Einbausatz mit einem kippsteifen Kreuzrollen- oder Vierpunktlager. Aufgrund seiner kompakten Bauweise als auch seiner hohen Rund- und Planlaufgenauigkeit harmoniert das Abtriebslager mit dem Wellgetriebe und ergänzt es ideal. Unterschiedliche Getriebebauformen ermöglichen den Einsatz in verschiedenen Antriebskonfigurationen. Während Motoranbaugetriebe die Voraussetzung für eine direkte und einfache Anbindung von Servomotoren an das Getriebe bei geringem Konstruktions- und Montageaufwand schaffen, bieten Hohlwellengetriebe Raum zur zentralen Durchführung von Versorgungskabeln und Wellen.

# Harmonic Drive® Servoantriebe

Die Anforderungen an Servoantriebe setzen unter anderem ein perfektes Zusammenspiel zwischen Motor, Getriebe, Motorfeedbacksystem und Regler voraus. Um Eigenschaften wie Präzision und Dynamik zu gewährleisten, verfügen Servoantriebe der Harmonic Drive SE über ein hohes Maß an Kompatibilität. Sie bieten die Möglichkeit, zwischen einem spielfreien Wellgetriebe und einem spielarmen Planetengetriebe zu wählen. Das kippsteife Abtriebslager ermöglicht die direkte Anbringung hoher Nutzlasten ohne weitere Abstützung und erlaubt somit eine einfache und platzsparende Konstruktion.

Darüber hinaus gibt es bei der Motorwicklung und beim Motorfeedbacksystem wie auch bei der Entscheidung bezüglich Bremse, Anschlusskabel und Anschlussstecker zahlreiche Kombinationsmöglichkeiten. Aufgrund der Flexibilität in der Konfiguration der Motorwicklung und des Motorfeedbacksystems ist die Kompatibilität zu nahezu allen Servoreglern des Marktes gegeben. Die Motorwicklungen und die passenden Rotoren mit Permanentmagneten werden auch einzeln als Einbaumotoren angeboten. Die Produktvariante IHD verfügt zusätzlich über einen integrierten Antriebsregler und ein duales Messsystem zur direkten Regelung der Position am Getriebeausgang. Dieses System ist mittels Feldbusschnittstellen einfach in die Applikation implementierbar.

# Harmonic Planetengetriebe

Anforderungen des Marktes an Getriebe, die hohe Drehzahlen beziehungsweise niedrige Untersetzungen unterstützen, schließen oftmals höchste Präzision ein. Harmonic Planetengetriebe werden diesem Anspruch gerecht. Aufgrund ihrer integrierten Motoranbindung mit Klemmelement und Motorflansch ermöglichen sie eine einfache Montage von Servomotoren. Durch die spezielle Konstruktion mit einem flexiblen Hohlrad in der letzten Stufe wird eine konstant hohe Präzision über die gesamte Lebensdauer erreicht – wir nennen dies Permanent Precision®.

## GETRIEBE-EINBAUSÄTZE

| Baureihe | CSG-/HFUC-2A | CPL-2A | CSD-2A | SHG-/HFUS-/TriSHG-2A |
|---|---|---|---|---|
| |  |  |  |  |
| Bauform | CT | CT | CT | ST |
| Drehmomentkapazität und Lebensdauer | ●●●/●● | ●● | ● | ●●●/●● |
| Übertragungsgenauigkeit | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● |
| Kleiner Außendurchmesser | ●●● | ●●● | ●●● | ●● |
| Kurze Baulänge | ●● | ●● | ●●● | ●● |
| Kippmoment Abtriebslager | - | - | - | - |
| Geringes Gewicht | ●● | ●●● | ●●● | ●● |
| Kapitel / Seite | 1.1 / 28 | 1.2 / 50 | 1.3 / 64 | 1.4 / 76 |
| **Eckdaten** | | | | |
| Maximales Drehmoment [Nm] | 1,8 … 9180 | 9 … 372 | 12 … 823 | 9 … 3419 |
| Kippmoment Abtriebslager [Nm] | - | - | - | - |
| Hohlwellendurchmesser [mm] | - | 13,5 … 36,0 | 11 … 50 | - |
| **Konfigurationen** | | | | |
| Baugrößen (BG) | 8 … 100 | 14 … 32 | 14 … 50 | 14 … 65 |
| Untersetzung | 30 … 160 | 30 … 160 | 50 … 160 | 30 … 160 |

Legende: CT - Cup-Type-Getriebe (Topfgetriebe)
Bauform: Getriebe-Einbausätze ST - Silk-Hat-Type-Getriebe

## GETRIEBE MIT ABTRIEBSLAGER

| CSG-2UH/ HFUC-2UH | CSF-ULW | CPU-M | CPU-H | CPU-S | CSG-CPM | CSG-CPH | CSG-CPS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| M | M | M | CH | S | M | CH | S |
| ●●●/●● | ●● | ●● | ●● | ●● | ●●● | ●●● | ●●● |
| ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● |
| ●● | ●● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| ●● | ●●● | ●● | ● | ● | ●● | ● | ● |
| ●● | ●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● |
| ●● | ●●● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| 2.1 / 104 | 2.2 / 124 | 2.3 / 136 | 2.3 / 136 | 2.3 / 136 | 2.4 / 166 | 2.4 / 166 | 2.4 / 166 |
| | | | | | | | |
| 9 … 6840 | 1,8 … 92 | 9 … 1840 | 9 … 1840 | 9 … 1840 | 34 … 586 | 34 … 586 | 34 … 586 |
| 41 … 4210 | 2,9 … 18,9 | 73 … 2222 | 73 … 2222 | 73 … 2222 | 114 … 886 | 114 … 886 | 114 … 886 |
| - | 3 … 19 | - | 14 … 70 | - | - | 19 … 46 | - |
| | | | | | | | |
| 14 … 90 | 8 … 20 | 14 … 58 | 14 … 58 | 14 … 58 | 17 … 40 | 17 … 40 | 17 … 40 |
| 30 … 160 | 30 … 160 | 30 … 160 | 30 … 160 | 30 … 160 | 50 … 160 | 50 … 160 | 50 … 160 |

## GETRIEBE MIT ABTRIEBSLAGER

| Baureihe | CSD-2UH | CSD-2UF | SHG-/HFUS-/ TriSHG-2UH/ (2UH-LW) | SHG-/HFUS-/ TriSHG-2SO | SHG-/HFUS-/ TriSHG-2SH | SHD-2SH | CSF Mini (versch. Versionen) | PMG | CSF-2UP | FBS-2UH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Bauform | M | M | CH | M | OH | M | M/S | M/S | M | CH |
| Drehmomentkapazität und Lebensdauer | ● | ● | ●●●/●● | ●●●/●● | ●●●/●● | ● | ●● | ● | ●● | ● |
| Übertragungsgenauigkeit | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●● | ●●● | ●● |
| Kleiner Außendurchmesser | ●● | ● | ● | ● | ● | ●● | ●●● | ●●● | ●● | ●● |
| Kurze Baulänge | ●●● | ●●● | ● | ●● | ●● | ●●● | ●●● | ● | ●●● | ● |
| Kippmoment Abtriebslager | ●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●● | ● | ● | ●●● | ●● |
| Geringes Gewicht | ●●● | ●●● | ● | ●● | ●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●● | ● |
| Kapitel / Seite | 2.5 / 198 | 2.5 / 198 | 2.6 / 216 | 2.6 / 216 | 2.6 / 216 | 2.7 / 246 | 2.8 / 260 | 2.9 / 282 | 2.10 / 292 | 2.11 / 304 |
| **Eckdaten** | | | | | | | | | | |
| Maximales Drehmoment [Nm] | 12 … 823 | 12 … 453 | 9 … 3419 | 9 … 3419 | 9 … 3419 | 12 … 453 | 0,09 … 28 | 0,3 … 14,7 | 1,8 … 28 | 25 … 106 |
| Kippmoment Abtriebslager [Nm] | 41 … 759 | 91 … 849 | 74 … 2740 | 74 … 2740 | 74 … 2740 | 37 … 424 | 0,27 … 13,2 | - | 15 … 75 | 93 … 129 |
| Hohlwellendurchmesser [mm] | - | 9 … 37 | 14 … 80 | - | 14 … 80 | 11 … 40 | - | - | - | 41,0 … 55,1 |
| **Konfigurationen** | | | | | | | | | | |
| Baugrößen (BG) | 14 … 50 | 14 … 40 | 14 … 65 | 14 … 65 | 14 … 65 | 14 … 40 | 3 … 14 | 5 … 14 | 8 … 14 | 25, 32 |
| Untersetzung | 50 … 160 | 50 … 160 | 30 … 160 | 30 … 160 | 30 … 160 | 50 … 160 | 30 … 100 | 50 … 110 | 30 … 100 | 30 … 100 |

Legende: M Motoranbaugetriebe CH Geschlossenes Hohlwellengetriebe
Bauform: Getriebe mit Abtriebslager OH Offenes Hohlwellengetriebe S Eingangswellengetriebe

Es ist immer wieder faszinierend, in welchen Anwendungen unsere Produkte eingesetzt werden. Hier bieten wir Ihnen eine Auswahl der Branchen, in denen wir vertreten sind.

Fordern Sie uns mit Ihrer Anwendung heraus – gemeinsam finden wir die passende Lösung.



## Robotik, Handling & Automation

Roboter haben schon lange Aufgaben übernommen, die zu monoton sind, als dass ein Mensch diese mit höchster Qualität leisten könnte. Mit modernen Programmierungen und Leistungsverbesserungen in der Antriebstechnik dringen die Helfer auch in Bereiche vor, die vor kurzem noch undenkbar waren. Gerade die Zusammenarbeit von Menschen und Robotern ist ein wichtiger Trend der letzten Jahre – man geht sozusagen aufeinander zu.



## Allgemeiner Maschinenbau

Ist es möglich, auf einhundert Meter Entfernung eine Euro-Münze zu treffen? Es ist nicht nur möglich, es muss absolut machbar sein, um hochwertige Werkzeugmaschinen zu fertigen. Produkte der Harmonic Drive SE finden sich vor allem an den Stellen, wo der Platz begrenzt ist. Die Auslegung erfolgt dabei in der Regel nicht nach Drehmoment, sondern nach Steifigkeit oder Hohlwellendurchmesser.



## Medizintechnik

Nicht nur Spitzensportler möchten nach einer Operation schnell wieder einsatzfähig sein – in allen Fällen wird dies immer häufiger durch Technologien unterstützt, die ein gezieltes Training der betroffenen Körperteile erlauben. Das Geheimnis des Erfolgs sind programmierbare Bewegungsabläufe, die exakt durch einen Antrieb umgesetzt werden. Zuverlässige und präzise Antriebstechnik wird natürlich auch im Operationsbereich verwendet.

## Sonderumgebungen

Höchste Anforderungen für den Einsatz unter rauesten Umgebungsbedingungen, etwa extreme Temperaturen oder andere klimatische Besonderheiten, sind mit Harmonic Drive® Produkten zu realisieren. Systemanwendungen der Wehr-, Vakuum- und Sicherheitstechnik oder in den Tiefen unserer Ozeane stehen nicht selten solchen Extrembedingungen gegenüber, bei denen sich die integrierten Komponenten einmal mehr beweisen müssen.

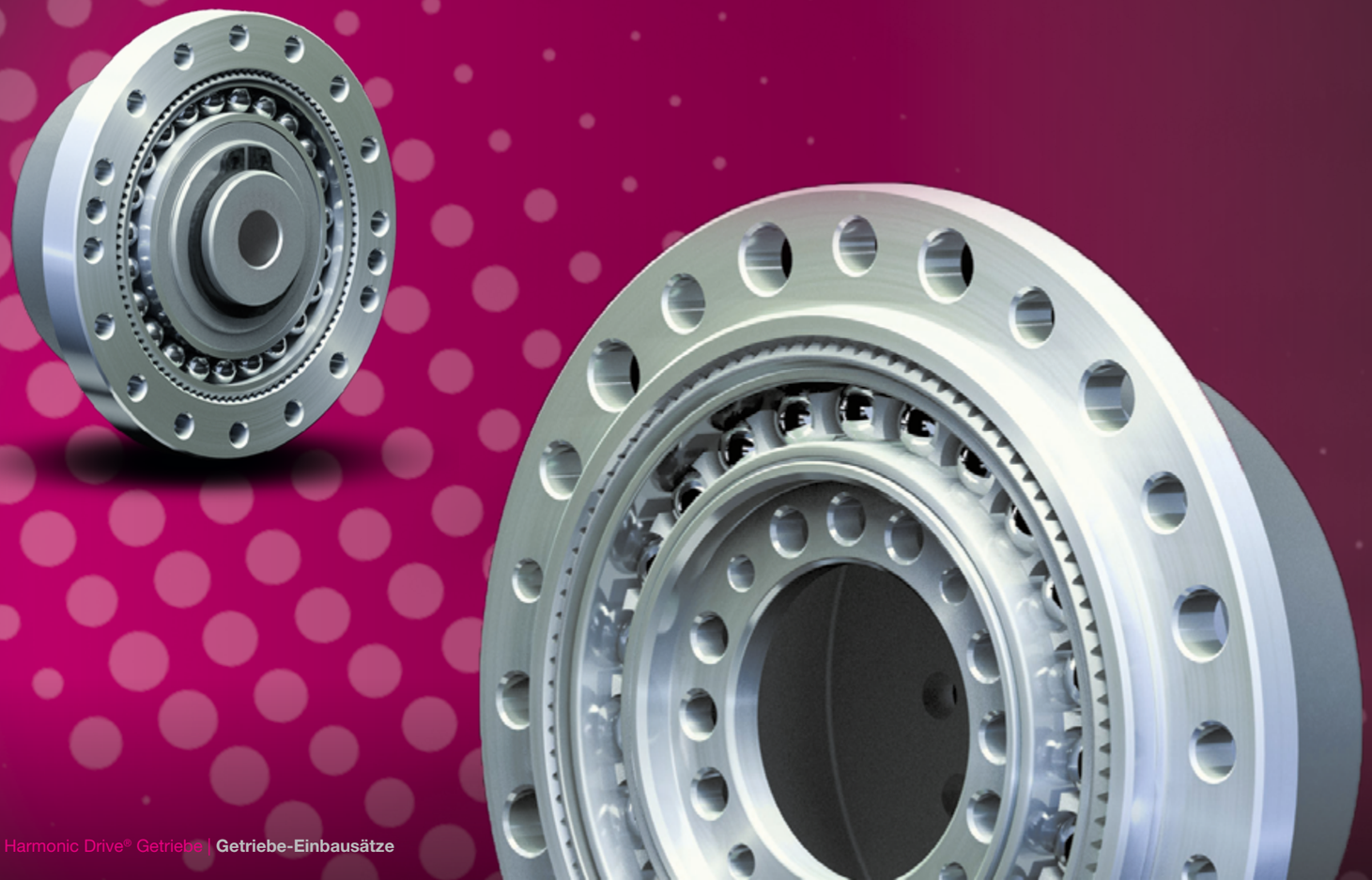


## Luft- und Raumfahrt

Unsere Produkte arbeiten seit über 50 Jahren wartungsfrei im Weltall, sind seit über 30 Jahren in Flugzeugen verbaut und funktionieren unter extremen Tieftemperaturen. Sonderwerkstoffe, Leichtbauprodukte sowie Trockenschmierungen werden speziell für die Luft- und Raumfahrt entwickelt.



# Harmonic Drive®
# Getriebe-Einbausätze



| Baureihe | CSG-/HFUC-2A | CPL-2A | CSD-2A | SHG-/HFUS-/TriSHG-2A |
|---|---|---|---|---|
| |  |  |  |  |
| Bauform | CT | CT | CT | ST |
| Drehmomentkapazität und Lebensdauer | ●●●/●● | ●● | ● | ●●●/●● |
| Übertragungsgenauigkeit | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● |
| Kleiner Außendurchmesser | ●●● | ●●● | ●●● | ●● |
| Kurze Baulänge | ●● | ●● | ●●● | ●● |
| Kippmoment Abtriebslager | - | - | - | - |
| Geringes Gewicht | ●● | ●●● | ●●● | ●● |
| Kapitel / Seite | 1.1 / 28 | 1.2 / 50 | 1.3 / 64 | 1.4 / 76 |
| **Eckdaten** | | | | |
| Maximales Drehmoment [Nm] | 1,8 … 9180 | 9 … 372 | 12 … 823 | 9 … 3419 |
| Kippmoment Abtriebslager [Nm] | - | - | - | - |
| Hohlwellendurchmesser [mm] | - | 13,5 … 36,0 | 11 … 50 | - |
| **Konfigurationen** | | | | |
| Baugrößen (BG) | 8 … 100 | 14 … 32 | 14 … 50 | 14 … 65 |
| Untersetzung | 30 … 160 | 30 … 160 | 50 … 160 | 30 … 160 |

●●● perfekt ●● optimal ● gut

Legende:
Bauform: Getriebe-Einbausätze
CT - Cup-Type-Getriebe (Topfgetriebe)
ST - Silk-Hat-Type-Getriebe

# Inhalt

**1.1 CSG-2A/HFUC-2A ..... 28**

Produktbeschreibung ..... 28
Bestellbezeichnung ..... 29
Kombinationen ..... 30
Technische Daten ..... 31
- Leistungsdaten ..... 31
- Abmessungen ..... 33
- Genauigkeit ..... 37
- Genauigkeit der Oldham-Kupplung ..... 37
- Torsionssteifigkeit ..... 37
- Lastfreies Anlaufdrehmoment ..... 38
- Lastfreies Rückdrehmoment ..... 38
- Lastfreies Laufdrehmoment ..... 39
- Wirkungsgrad ..... 40
Konstruktionshinweise ..... 42
- Fettschmierung ..... 42
Schmierung ..... 43
- Fettschmierung ..... 43
- Ölschmierung ..... 44
Montagetoleranzen ..... 45
Montage ..... 46
- Montage des Flexsplines ..... 46
- Montage des Circular Splines ..... 48
- Montage des Wave Generators ..... 48

**1.2 CPL-2A ..... 50**

Produktbeschreibung ..... 50
Bestellbezeichnung ..... 51
Kombinationen ..... 51
Technische Daten ..... 52
- Leistungsdaten ..... 52
- Abmessungen ..... 53
- Genauigkeit ..... 54
- Torsionssteifigkeit ..... 54
- Lastfreies Anlaufdrehmoment ..... 54
- Lastfreies Rückdrehmoment ..... 54
- Lastfreies Laufdrehmoment ..... 55
- Wirkungsgrad ..... 56
Konstruktionshinweise ..... 58
- Fettschmierung ..... 58
Schmierung ..... 59
- Fettschmierung ..... 59
- Ölschmierung ..... 60
Montagetoleranzen ..... 61
Montage ..... 61
- Montage des Flexsplines ..... 61
- Montage des Circular Splines ..... 63
- Montage des Wave Generators ..... 63

**1.3 CSD-2A ..... 64**

Produktbeschreibung ..... 64
Bestellbezeichnung ..... 65
Kombinationen ..... 65
Technische Daten ..... 66
- Leistungsdaten ..... 66
- Abmessungen ..... 67
- Genauigkeit ..... 68
- Torsionssteifigkeit ..... 68
- Lastfreies Anlaufdrehmoment ..... 68
- Lastfreies Rückdrehmoment ..... 68
- Lastfreies Laufdrehmoment ..... 69
- Wirkungsgrad ..... 70
Konstruktionshinweise ..... 71
- Fettschmierung ..... 71
Schmierung ..... 72
- Fettschmierung ..... 72
- Ölschmierung ..... 73
Montagetoleranzen ..... 74
Montage ..... 74
- Montage des Flexsplines ..... 74
- Montage des Circular Splines ..... 75
- Montage des Wave Generators ..... 75

**1.4 SHG-/HFUS-/TriSHG-2A ..... 76**

Produktbeschreibung ..... 76
Bestellbezeichnung ..... 77
Kombinationen ..... 78
Technische Daten ..... 79
- Leistungsdaten ..... 79
- Abmessungen ..... 80
- Genauigkeit ..... 82
- Genauigkeit der Oldham-Kupplung ..... 82
- Torsionssteifigkeit ..... 82
- Lastfreies Anlaufdrehmoment ..... 83
- Lastfreies Rückdrehmoment ..... 83
- Lastfreies Laufdrehmoment ..... 84
- Wirkungsgrad ..... 86
Konstruktionshinweise ..... 89
- Fettschmierung ..... 89
Schmierung ..... 90
- Fettschmierung ..... 90
- Ölschmierung ..... 92
Montagetoleranzen ..... 93
Montage ..... 94
- Montage des Flexsplines ..... 94
- Montage des Circular Splines ..... 95
- Montage des Wave Generators ..... 95

## Produktbeschreibung

# Höchste Drehmomentkapazität und lebenslange Präzision

Die Getriebe-Einbausätze der Baureihe CSG-2A zeichnen sich durch höchste Drehmomentkapazität und Lebensdauer bei kleinem Außendurchmesser sowie lebenslanger Präzision und Spielfreiheit aus.

Die Getriebe-Einbausätze der Baureihe HFUC-2A ergänzen die verfügbaren CSG-Baugrößen und -Untersetzungen bei im Vergleich etwas geringerer Lebensdauer.

Neben der bewährten Wellgetriebetechnologie ist die Baureihe CSG-2A auch in der Triangle-Technologie erhältlich. Diese setzt neue Maßstäbe in Torsionssteifigkeit, Übertragungsgenauigkeit und Dynamik.

## Merkmale

- Höchste Drehmomentkapazität
- Hervorragende, lebenslange Präzision und Spielfreiheit
- Höchste Lebensdauer
- Großer Drehmomentbereich
- Ideal für Anwendungen mit eigener Lagerung



## Bestellbezeichnung

Tabelle 1.1.1

| Bestellbezeichnung | CSG | - | 20 | - | 100 | - | 2A-GR | - | E | - | SP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baureihe** | CSG<br>HFUC | | | | | | | | | | |
| **Baugröße**<br>(entspricht dem Teilkreisdurchmesser der Flexspline-Verzahnung in Zoll x 10) | | | 8<br>11<br>14<br>17<br>20<br>25<br>32<br>40<br>45<br>50<br>58<br>65<br>80<br>90 | | | | | | | | |
| **Untersetzung**<br>(in der Antriebskonfiguration:<br>Circular Spline (CS) fixiert, Wave Generator (WG) Antrieb, Flexspline (FS) Abtrieb) | | | | | 30<br>50<br>80<br>100<br>120<br>160 | | | | | | |
| **Version**<br>Getriebe-Einbausatz Baugrößen 8, 11, 14, 17<br>Getriebe-Einbausatz Baugrößen 20 ... 90 | | | | | | | 2A-R<br>2A-GR | | | | |
| **Option „Friction Shim“**<br>Baureihe CSG-2A: Friction Shim wird optional zusammen mit dem Getriebe geliefert<br>Baureihe HFUC-2A: standardmäßig nicht vorgesehen (Feld bleibt leer) | | | | | | | | | E<br>[ ] | | |
| **Kundenspezifische Ausführung**<br>Standardausführung (Feld bleibt leer)<br>Sonderausführung (auf Anfrage) | | | | | | | | | | | [ ]<br>SP |

Bitte beachten Sie die Tabelle der möglichen Kombinationen.

# Kombinationen

Tabelle 1.1.2

**CSG-2A**

| | | Baugröße | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| Untersetzung | 30 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 50 | - | - | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | - | - | - | - | - |
| | 80 | - | - | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | - | - |
| | 100 | - | - | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | - | - |
| | 120 | - | - | - | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | - | - |
| | 160 | - | - | - | - | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | - | - |
| Version | 2A-R | - | - | ● | ● | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 2A-GR | - | - | - | - | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | - | - |

Tabelle 1.1.3

**HFUC-2A**

| | | Baugröße | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| Untersetzung | 30 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | - | - | - | - | - | - | - |
| | 50 | ● | ● | - | - | - | - | - | - | - | ●1) | ●1) | ●1) | ●1) | ●1) |
| | 80 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ● | ● |
| | 100 | ● | ● | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ● | ● |
| | 120 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ● | ● |
| | 160 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ● | ● |
| Version | 2A-R | ● | ● | ● | ● | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 2A-GR | - | - | - | - | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |

● verfügbar o auf Anfrage - nicht verfügbar

1) Nur mit Ölschmierung. Fettschmierung kann verwendet werden, wenn das Durchschnittsdrehmoment $T_{av}$ nicht größer als das halbe Nenndrehmoment $T_N$ nach Tabelle 1.1.4 und Tabelle 1.1.5 ist.

# Technische Daten

## • Leistungsdaten

Tabelle 1.1.4

| Baureihe | Baugröße | Untersetzung | Grenze für wiederholbares Spitzendrehmoment | Grenze für Durchschnittsdrehmoment | Nenndrehmoment bei 2000 min$^{-1}$ | Grenze für Kollisionsdrehmoment | Max. Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] | | Grenze für mittlere Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] | | Massenträgheitsmoment | Gewicht |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Schmierung | | Schmierung | | | |
| | | i | $T_R$ [Nm] | $T_A$ [Nm] | $T_N$ [Nm] | $T_M$ [Nm] | Öl | Fett | Öl | Fett | [kgm$^2$] | [kg] |
| HFUC | 8 | 30 | 1,8 | 1,4 | 0,9 | 3,3 | 14000 | 8500 | 6500 | 3500 | 0,003x10$^{-4}$ | 0,026 |
| | 8 | 50 | 3,3 | 2,3 | 1,8 | 6,6 | | | | | | |
| | 8 | 100 | 4,8 | 3,3 | 2,4 | 9,0 | | | | | | |
| HFUC | 11 | 30 | 4,5 | 3,4 | 2,2 | 8,5 | 14000 | 8500 | 6500 | 3500 | 0,012x10$^{-4}$ | 0,05 |
| | 11 | 50 | 8,3 | 5,5 | 3,5 | 17,0 | | | | | | |
| | 11 | 100 | 11,0 | 8,9 | 5,0 | 25,0 | | | | | | |
| HFUC | 14 | 30 | 9,0 | 6,8 | 4,0 | 17,0 | 14000 | 8500 | 6500 | 3500 | 0,033x10$^{-4}$ | 0,09 |
| CSG | 14 | 50 | 23 | 9 | 7 | 46 | | | | | | |
| | 14 | 80 | 30 | 14 | 10 | 61 | | | | | | |
| | 14 | 100 | 36 | 14 | 10 | 70 | | | | | | |
| HFUC | 17 | 30 | 16 | 12 | 8,8 | 30 | 10000 | 7300 | 6500 | 3500 | 0,079x10$^{-4}$ | 0,15 |
| CSG | 17 | 50 | 44 | 34 | 21 | 91 | | | | | | |
| | 17 | 80 | 56 | 35 | 29 | 113 | | | | | | |
| | 17 | 100 | 70 | 51 | 31 | 143 | | | | | | |
| | 17 | 120 | 70 | 51 | 31 | 112 | | | | | | |
| HFUC | 20 | 30 | 27 | 20 | 15 | 50 | 10000 | 6500 | 6500 | 3500 | 0,193x10$^{-4}$ | 0,28 |
| CSG | 20 | 50 | 73 | 44 | 33 | 127 | | | | | | |
| | 20 | 80 | 96 | 61 | 44 | 165 | | | | | | |
| | 20 | 100 | 107 | 64 | 52 | 191 | | | | | | |
| | 20 | 120 | 113 | 64 | 52 | 191 | | | | | | |
| | 20 | 160 | 120 | 64 | 52 | 191 | | | | | | |
| HFUC | 25 | 30 | 50 | 38 | 27 | 95 | 7500 | 5600 | 5600 | 3500 | 0,413x10$^{-4}$ | 0,42 |
| CSG | 25 | 50 | 127 | 72 | 51 | 242 | | | | | | |
| | 25 | 80 | 178 | 113 | 82 | 332 | | | | | | |
| | 25 | 100 | 204 | 140 | 87 | 369 | | | | | | |
| | 25 | 120 | 217 | 140 | 87 | 395 | | | | | | |
| | 25 | 160 | 229 | 140 | 87 | 408 | | | | | | |
| HFUC | 32 | 30 | 100 | 75 | 54 | 200 | 7000 | 4800 | 4600 | 3500 | 1,69x10$^{-4}$ | 0,89 |
| CSG | 32 | 50 | 281 | 140 | 99 | 497 | | | | | | |
| | 32 | 80 | 395 | 217 | 153 | 738 | | | | | | |
| | 32 | 100 | 433 | 281 | 178 | 841 | | | | | | |
| | 32 | 120 | 459 | 281 | 178 | 892 | | | | | | |
| | 32 | 160 | 484 | 281 | 178 | 892 | | | | | | |
| CSG | 40 | 50 | 523 | 255 | 178 | 892 | 5600 | 4000 | 3600 | 3000 | 4,5x10$^{-4}$ | 1,7 |
| | 40 | 80 | 675 | 369 | 268 | 1270 | | | | | | |
| | 40 | 100 | 738 | 484 | 345 | 1400 | | | | | | |
| | 40 | 120 | 802 | 586 | 382 | 1530 | | | | | | |
| | 40 | 160 | 841 | 586 | 382 | 1530 | | | | | | |
| CSG | 45 | 50 | 650 | 345 | 229 | 1235 | 5000 | 3800 | 3300 | 3000 | 8,68x10$^{-4}$ | 2,3 |
| | 45 | 80 | 918 | 507 | 407 | 1651 | | | | | | |
| | 45 | 100 | 982 | 650 | 459 | 2041 | | | | | | |
| | 45 | 120 | 1070 | 806 | 523 | 2288 | | | | | | |
| | 45 | 160 | 1147 | 819 | 523 | 2483 | | | | | | |
| HFUC | 50 | 50[1)] | 715 | 350 | 245 | 1430 | 4500 | 3500 | 3000 | 2500 | 12,5x10$^{-4}$ | 3,2 |
| CSG | 50 | 80 | 1223 | 675 | 484 | 2418 | | | | | | |
| | 50 | 100 | 1274 | 866 | 611 | 2678 | | | | | | |
| | 50 | 120 | 1404 | 1057 | 688 | 2678 | | | | | | |
| | 50 | 160 | 1534 | 1096 | 688 | 3185 | | | | | | |

1) Nur mit Ölschmierung. Fettschmierung kann verwendet werden, wenn das Durchschnittsdrehmoment $T_{av}$ nicht größer als das halbe Nenndrehmoment $T_N$ nach Tabelle 1.1.4 ist.

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

Tabelle 1.1.5

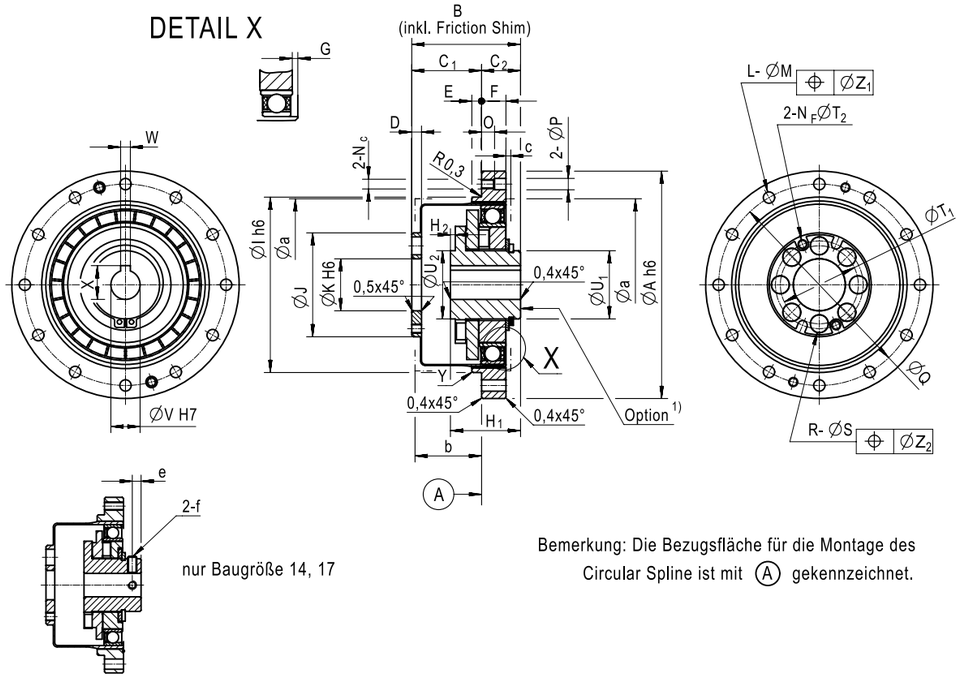
| Baureihe | Baugröße | Untersetzung | Grenze für wiederholbares Spitzendrehmoment | Grenze für Durchschnittsdrehmoment | Nenndrehmoment bei 2000 min$^{-1}$ | Grenze für Kollisionsdrehmoment | Max. Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] | | Grenze für mittlere Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] | | Massenträgheitsmoment | Gewicht |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Schmierung | | Schmierung | | | |
| | | i | $T_R$ [Nm] | $T_A$ [Nm] | $T_N$ [Nm] | $T_M$ [Nm] | Öl | Fett | Öl | Fett | [kgm$^2$] | [kg] |
| HFUC | 58 | 50[1)] | 1020 | 520 | 353 | 1960 | 4000 | 3000 | 2700 | 2200 | 27,3x10$^{-4}$ | 4,7 |
| CSG | 58 | 80 | 1924 | 1001 | 714 | 3185 | | | | | | |
| | 58 | 100 | 2067 | 1378 | 905 | 4134 | | | | | | |
| | 58 | 120 | 2236 | 1547 | 969 | 4329 | | | | | | |
| | 58 | 160 | 2392 | 1573 | 969 | 4459 | | | | | | |
| HFUC | 65 | 50[1)] | 1420 | 720 | 490 | 2830 | 3500 | 2800 | 2400 | 1900 | 46,8x10$^{-4}$ | 6,7 |
| CSG | 65 | 80 | 2743 | 1352 | 969 | 4836 | | | | | | |
| | 65 | 100 | 2990 | 1976 | 1236 | 6175 | | | | | | |
| | 65 | 120 | 3263 | 2041 | 1236 | 6175 | | | | | | |
| | 65 | 160 | 3419 | 2041 | 1236 | 6175 | | | | | | |
| HFUC | 80 | 50[1)] | 2440 | 1260 | 872 | 4870 | 2900 | 2300 | 2200 | 1500 | 122x10$^{-4}$ | 12,4 |
| | 80 | 80 | 3430 | 1830 | 1320 | 6590 | | | | | | |
| | 80 | 100 | 4220 | 2360 | 1700 | 7910 | | | | | | |
| | 80 | 120 | 4590 | 3130 | 1990 | 7910 | | | | | | |
| | 80 | 160 | 4910 | 3130 | 1990 | 7910 | | | | | | |
| HFUC | 90 | 50[1)] | 3530 | 1720 | 1180 | 6660 | 2700 | 2000 | 2100 | 1300 | 214x10$^{-4}$ | 17,6 |
| | 90 | 80 | 3990 | 2510 | 1550 | 7250 | | | | | | |
| | 90 | 100 | 5680 | 3360 | 2270 | 9020 | | | | | | |
| | 90 | 120 | 6160 | 4300 | 2570 | 9800 | | | | | | |
| | 90 | 160 | 6840 | 4300 | 2700 | 11300 | | | | | | |

1) Nur mit Ölschmierung. Fettschmierung kann verwendet werden, wenn das Durchschnittsdrehmoment $T_{av}$ nicht größer als das halbe Nenndrehmoment $T_N$ nach Tabelle 1.1.5 ist.

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Abmessungen

Abbildung 1.1.1 **CSG-2A [mm]**




1) Nabe ohne Passfedernut bzw. mit anderem Durchmesser siehe Kapitel „Projektierung“.

CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

## Details Wave Generator

Abbildung 1.1.2 **HFUC-8 ... 90, CSG-14, 17, 65**



Abbildung 1.1.3 **CSG-20 ... 58**



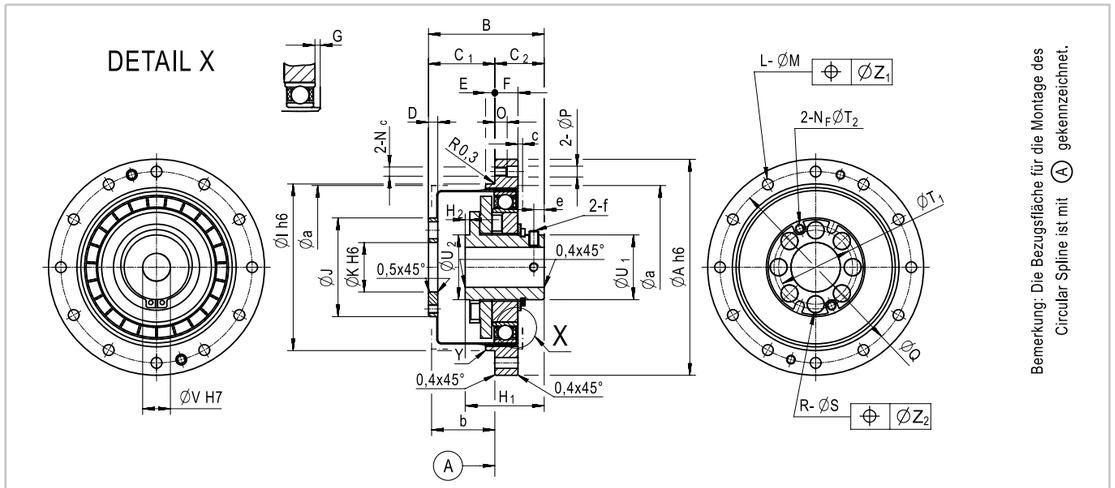
Tabelle 1.1.6

## CSG-2A [mm]

| | | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| ø A h6 | | 50 | 60 | 70 | 85 | 110 | 135 | 155 | 170 | 195 | 215 |
| Relative axiale Position von CS, FS, WG | B | $28{,}6^{\ 0}_{-0{,}4}$ | $32{,}6^{\ 0}_{-0{,}4}$ | $33{,}6^{\ 0}_{-0{,}4}$ | $37{,}1^{\ 0}_{-0{,}5}$ | $44{,}1^{\ 0}_{-0{,}6}$ | $53{,}1^{\ 0}_{-0{,}6}$ | $58{,}6^{\ 0}_{-1{,}2}$ | $64{,}1^{\ 0}_{-1{,}3}$ | $75{,}6^{\ 0}_{-1{,}3}$ | $83{,}1^{\ 0}_{-1{,}3}$ |
| | $C_1$ | $17{,}5^{\ +0{,}4}_{\ 0}$ | $20{,}0^{\ +0{,}5}_{\ 0}$ | $21{,}5^{\ +0{,}6}_{\ 0}$ | $24{,}0^{\ +0{,}6}_{\ 0}$ | $28{,}0^{\ +0{,}6}_{\ 0}$ | $34{,}0^{\ +0{,}6}_{\ 0}$ | $38{,}0^{\ +0{,}6}_{\ 0}$ | $41{,}0^{\ +0{,}6}_{\ 0}$ | $48{,}0^{\ +0{,}6}_{\ 0}$ | $52{,}5^{\ +0{,}6}_{\ 0}$ |
| | $C_2$ | 11,0 | 12,5 | 12,0 | 13,0 | 16,0 | 19,0 | 20,5 | 23,0 | 27,5 | 30,5 |
| D | | 2,4 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,2 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,8 | 6,5 |
| E | | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 5,0 | 5,0 |
| F | | 6,0 | 6,5 | 7,5 | 10,0 | 14,0 | 17,0 | 19,0 | 22,0 | 25,0 | 29,0 |
| G | | 1,4 | 1,6 | 1,5 | 3,5 | 4,2 | 5,6 | 6,3 | 7,0 | 8,2 | 9,5 |
| $H_1\ ^{0}_{-0{,}1}$ | | 18,5 | 20,7 | 21,5 | 21,6 | 23,6 | 29,7 | 30,5 | 34,8 | 38,3 | 44,6 |
| $H_2$ | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 0 | 0,8 | 0 | 2,2 |
| ø I h6 | | 38 | 48 | 54 | 67 | 90 | 110 | 124 | 135 | 156 | 177 |
| ø J | | 23,0 | 27,2 | 32,0 | 40,0 | 52,0 | 64,0 | 72,0 | 80,0 | 92,8 | 104,0 |
| ø K H6 | | 11 | 10 | 16 | 20 | 26 | 32 | 36 | 40 | 46 | 52 |
| L | | 8 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| ø M | | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 4,5 | 5,5 | 6,6 | 9,0 | 9,0 | 11,0 | 11,0 |
| $N_C$ | | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M6 | M8 | M8 | M10 | M10 |
| $N_F$ | | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M6 | M6 | M8 | M8 | M8 |
| O | | 6,0 | 6,5 | 4,0 | 6,0 | 7,0 | 9,0 | 12,0 | 13,0 | 15,0 | 15,0 |
| ø P | | – | – | 3,5 | 4,5 | 5,5 | 6,6 | 9,0 | 9,0 | 11,0 | 11,0 |
| Q (Teilkreis) | | 44 | 54 | 62 | 75 | 100 | 120 | 140 | 150 | 175 | 195 |
| R | | 6 | 6 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| ø S | | 4,5 | 5,5 | 5,5 | 6,6 | 9,0 | 11,0 | 13,5 | 15,5 | 15,5 | 18,0 |
| $T_1$ (Teilkreis) | | 17 | 19 | 24 | 30 | 40 | 50 | 54 | 60 | 70 | 80 |
| $T_2$ (Teilkreis) | | 18,5 | 21,5 | 27,0 | 34,0 | 45,0 | 56,0 | 61,0 | 68,0 | 79,0 | 90,0 |
| ø $U_1$ | | 14 | 18 | 21 | 26 | 26 | 32 | 32 | 32 | 40 | 48 |
| ø $U_2$ | | – | – | – | – | – | 32 | – | 32 | – | 48 |
| ø V | Standard ø H7 | 6 | 8 | 9 | 11 | 14 | 14 | 19 | 19 | 22 | 24 |
| | Max. ø | 8 | 10 | 13 | 15 | 15 | 20 | 20 | 20 | 25 | 30 |
| W JS 9 | | – | – | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 8 |
| X | | – | – | $10{,}4^{\ +0{,}1}$ | $12{,}8^{\ +0{,}1}$ | $16{,}3^{\ +0{,}1}$ | $16{,}3^{\ +0{,}1}$ | $21{,}8^{\ +0{,}1}$ | $21{,}8^{\ +0{,}1}$ | $24{,}8^{\ +0{,}1}$ | $27{,}3^{\ +0{,}2}$ |
| Y Fase | | 0,30 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,80 | 0,80 | 0,80 |
| ø $Z_1$ | | 0,25 | 0,20 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,30 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| ø $Z_2$ | | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,30 | 0,50 | 0,50 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 1,00 |
| Minimaler Gehäuseabstand | ø a | 38 | 45 | 53 | 66 | 86 | 106 | 119 | 133 | 154 | 172 |
| | b | 17,1 | 19,0 | 20,5 | 23,0 | 26,8 | 33,0 | 36,5 | 39,0 | 46,2 | 50,0 |
| | c | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,5 | 2,5 |
| e | | 2,5 | 3,0 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| f ISO 4026 | | M3x4 | M3x6 | – | – | – | – | – | – | – | – |

Abbildung 1.1.4

## HFUC-8-2A ... HFUC-17-2A [mm]




Bemerkung: Die Bezugsfläche für die Montage des Circular Spline ist mit Ⓐ gekennzeichnet.

nur Baugröße 8

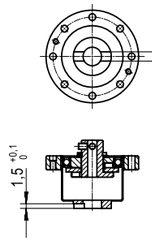



Tabelle 1.1.7

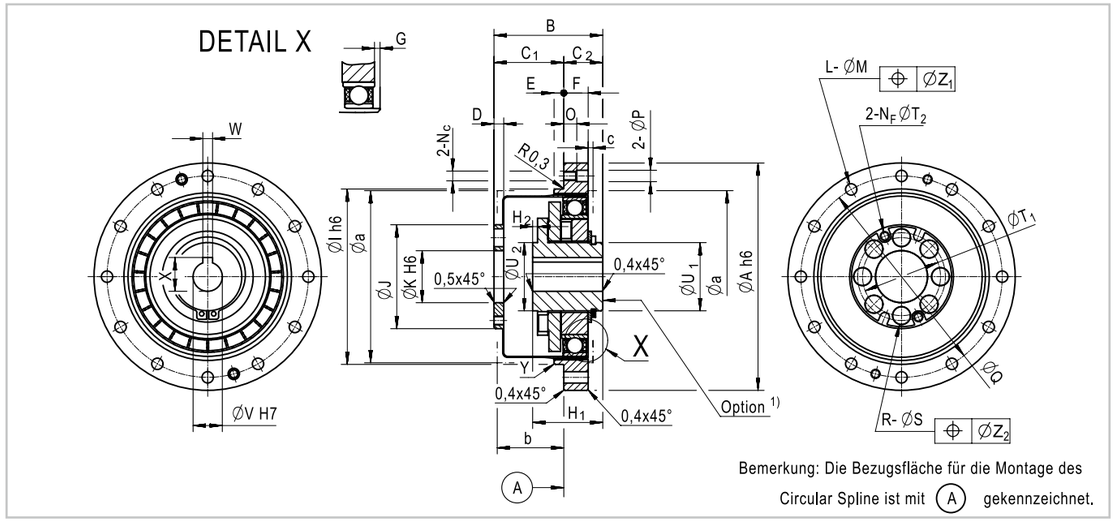
## HFUC-2A [mm]

| | | Baugröße | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 8 | 11 | 14 | 17 |
| ø A h6 | | 30 | 40 | 50 | 60 |
| Relative axiale Position von CS, FS, WG | B | $22{,}1^{\ 0}_{-0{,}3}$ | $25{,}8^{\ 0}_{-0{,}7}$ | $28{,}5^{\ 0}_{-0{,}8}$ | $32{,}5^{\ 0}_{-0{,}9}$ |
| | $C_1$ | $12{,}5^{\ +0{,}2}_{\ 0}$ | $14{,}5^{\ +0{,}4}_{\ 0}$ | $17{,}5^{\ +0{,}4}_{\ 0}$ | $20{,}0^{\ +0{,}5}_{\ 0}$ |
| | $C_2$ | 9,6 | 11,3 | 11,0 | 12,5 |
| D | | 2,7 | 2,0 | 2,4 | 3,0 |
| E | | – | 2 | 2 | 2,5 |
| F | | 4,5 | 5,0 | 6,0 | 6,5 |
| G | | – | – | 0,4 | 0,3 |
| $H_1\ ^{0}_{-0{,}1}$ | | 12,0 | 16,0 | 17,6 | 19,5 |
| $H_2$ | | – | 0 | 0 | 0 |
| ø I h6 | i ≥ 50 | – | 31 | 38 | 48 |
| | i = 30 | – | 31 | 38 | 48 |
| ø J | | 12,3 | 17,8 | 23,0 | 27,2 |
| ø K H6 | | 6 | 6 | 11 | 10 |
| L | | 8 | 8 | 6 | 12 |
| ø M | | 2,2 | 2,9 | 3,5 | 3,4 |
| $N_C$ | | M2 | M2,5 | M3 | M3 |
| $N_F$ | | – | – | M3 | M3 |
| O | | 3,0 | 3,0 | 6,0 | 6,5 |
| ø P | | 2,2 | 2,9 | – | – |
| Q (Teilkreis) | | 25,5 | 35,0 | 44,0 | 54,0 |
| R | | – | 6 | 6 | 6 |
| ø S | | – | 3,4 | 4,5 | 5,5 |
| $T_1$ (Teilkreis) | | – | 12 | 17 | 19 |
| $T_2$ (Teilkreis) | | – | 15,2 | 18,5 | 21,5 |
| ø $U_1$ | | 7 | 11 | 14 | 18 |
| ø $U_2$ | | – | – | – | – |
| ø V | Standard ø H7 | 3 | 5 | 6 | 8 |
| | Max. ø | – | – | 8 | 10 |
| W JS 9 | | – | – | – | – |
| X | | – | – | – | – |
| Y Fase | | – | C0,2 | C0,3 | C0,4 |
| ø $Z_1$ | | 0,10 | 0,20 | 0,25 | 0,20 |
| ø $Z_2$ | | – | 0,20 | 0,25 | 0,25 |
| ø $Z_3$ | | – | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| e | | 2 | 3 | 2,5 | 3 |
| f ISO 4026 | | M2x3 | M3x4 | M3x4 | M3x6 |
| Minimaler Gehäuseabstand | ø a | 21,5 | 30,0 | 38,0 | 45,0 |
| | b | 11,34 | 14,0 | 17,1 | 19,0 |
| | c | – | – | 1 | 1 |

CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

Abbildung 1.1.5

## HFUC-20-2A ... HFUC-90-2A [mm]




1) Nabe ohne Passfedernut bzw. mit anderem Durchmesser siehe Kapitel „Projektierung“.

Tabelle 1.1.8

## HFUC-2A [mm]

| | | Baugröße | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 20 | 25 | 32 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| ø A h6 | | 70 | 85 | 110 | 170 | 195 | 215 | 265 | 300 |
| Relative axiale Position von CS, FS, WG | B | 33,5 $^{0}_{-1,0}$ | 37,0 $^{0}_{-1,0}$ | 44,0 $^{0}_{-1,1}$ | 64,0 $^{0}_{-1,3}$ | 75,5 $^{0}_{-1,3}$ | 83,0 $^{0}_{-1,3}$ | 101,0 $^{0}_{-1,3}$ | 112,5 $^{0}_{-1,4}$ |
| | $C_1$ | 21,5 $^{+0,6}_{0}$ | 24,0 $^{+0,6}_{0}$ | 28,0 $^{+0,6}_{0}$ | 41,0 $^{+0,6}_{0}$ | 48,0 $^{+0,6}_{0}$ | 52,5 $^{+0,6}_{0}$ | 64,0 $^{+0,6}_{0}$ | 71,5 $^{+0,8}_{0}$ |
| | $C_2$ | 12,0 | 13,0 | 16,0 | 23,0 | 27,5 | 30,5 | 37,0 | 41,0 |
| D | | 3,0 | 3,0 | 3,2 | 5,0 | 5,8 | 6,5 | 8,0 | 9,0 |
| E | | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 |
| F | | 7,5 | 10,0 | 14,0 | 22,0 | 25,0 | 29,0 | 36,0 | 41,0 |
| G | | 0,1 | 2,1 | 2,5 | 4,2 | 4,8 | 5,8 | 6,6 | 7,5 |
| $H_1$ $^{0}_{-0,1}$ | | 20,1 | 20,2 | 22,0 | 32,0 | 34,9 | 40,9 | 49,1 | 48,2 |
| $H_2$ | | 0 | 0 | 0 | 0,8 | 0 | 2,2 | 3,1 | 0 |
| ø I h6 | i ≥ 50 | 54 | 67 | 90 | 135 | 156 | 177 | 218 | 245 |
| | i = 30 | 55 | 68 | 90 | – | – | – | – | – |
| ø J | | 32,0 | 40,0 | 52,0 | 80,0 | 92,8 | 104,0 | 128,0 | 144,0 |
| ø K H6 | | 16 | 20 | 26 | 40 | 46 | 52 | 65 | 72 |
| L | | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 16 | 16 |
| Ø M | | 3,5 | 4,5 | 5,5 | 9,0 | 11,0 | 11,0 | 11,0 | 14,0 |
| $N_C$ | | M3 | M4 | M5 | M8 | M10 | M10 | M10 | M12 |
| $N_F$ | | M3 | M4 | M5 | M8 | M8 | M8 | M8 | M12 |
| O | | 4 | 6 | 7 | 13 | 15 | 15 | 15 | 18 |
| ø P | | 3,5 | 4,5 | 5,5 | 9,0 | 11,0 | 11,0 | 11,0 | 14,0 |
| Q (Teilkreis) | | 62 | 75 | 100 | 150 | 175 | 195 | 240 | 270 |
| R | | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 10 | 8 |
| ø S | | 5,5 | 6,6 | 9,0 | 15,5 | 15,5 | 18,0 | 18,0 | 22,0 |
| $T_1$ (Teilkreis) | | 24 | 30 | 40 | 60 | 70 | 80 | 100 | 110 |
| $T_2$ (Teilkreis) | | 27 | 34 | 45 | 68 | 79 | 90 | 114 | 120 |
| ø $U_1$ | | 21 | 26 | 26 | 32 | 40 | 48 | 55 | 60 |
| ø $U_2$ | | – | – | – | 32 | – | 48 | 55 | – |
| ø V | Standard ø H7 | 9 | 11 | 14 | 19 | 22 | 24 | 28 | 28 |
| | Max. ø | 13 | 15 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 37 |
| W JS 9 | | 3 | 4 | 5 | 6 | 6 | 8 | 8 | 8 |
| X | | 10,4 $^{+0,1}_{0}$ | 12,8 $^{+0,1}_{0}$ | 16,3 $^{+0,1}_{0}$ | 21,8 $^{+0,1}_{0}$ | 24,8 $^{+0,1}_{0}$ | 27,3 $^{+0,1}_{0}$ | 31,3 $^{+0,1}_{0}$ | 31,3 $^{+0,1}_{0}$ |
| Y Fase | | C0,4 | C0,4 | C0,4 | C0,8 | C0,8 | C0,8 | C0,8 | C0,8 |
| ø $Z_1$ | | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 1,00 |
| ø $Z_2$ | | 0,25 | 0,30 | 0,50 | 0,75 | 0,75 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| ø $Z_3$ | | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Minimaler Gehäuseabstand | ø a | 53 | 66 | 86 | 133 | 154 | 172 | 212 | 239 |
| | b | 20,5 | 23,0 | 26,8 | 39,0 | 46,2 | 50,0 | 61,0 | 68,5 |
| | c | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 3,0 | 3,0 |

CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

## • Genauigkeit

Tabelle 1.1.9

**[arcmin]**

| | Baugröße | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 | | | 11 | | 14 | | 17 | | ≥20 | |
| Untersetzung | 30 | 50 | ≥80 | 30 | ≥50 | 30 | ≥50 | 30 | ≥50 | 30 | ≥50 |
| Übertragungsgenauigkeit 1) | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <1,5 | <2,0 | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <1,0 |
| Hystereseverlust | <3,0 | <3,0 | <2,0 | <3,0 | <2,0 | <3,0 | <1,0 | <3,0 | <1,0 | <3,0 | <1,0 |
| Lost Motion | < 1 | | | | | | | | | | |
| Wiederholgenauigkeit | < ± 0,1 | | | | | | | | | | |

1) Höhere Genauigkeit auf Anfrage

## • Genauigkeit der Oldham-Kupplung

Harmonic Drive® Getriebe sind spielfrei. Wird eine Oldham-Kupplung eingesetzt, entsteht außerhalb des Zahneingriffes ein geringes Spiel in Bereich von wenigen Winkelsekunden, siehe Tabelle 1.1.10. Dieses geringe Spiel tritt bei einem Solid Wave Generator nicht auf.

Tabelle 1.1.10

**[arcsec]**

| Untersetzung | Baureihe | Baugröße | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| 30 | HFUC | 59 | 49 | 60 | 33 | 28 | 28 | 23 | - | - | - | - | - | - | - |
| 50 | CSG | - | - | 36 | 20 | 17 | 17 | 14 | 14 | 12 | - | - | - | - | - |
| | HFUC | 35 | 24 | - | - | - | - | - | - | - | 12 | 10 | 10 | 10 | 8 |
| 80 | CSG | - | - | 23 | 13 | 11 | 11 | 9 | 9 | 8 | 8 | 6 | 6 | - | - |
| | HFUC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5 | 5 |
| 100 | CSG | - | - | 18 | 10 | 9 | 9 | 7 | 7 | 6 | 6 | 5 | 5 | - | - |
| | HFUC | 18 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5 | 4 |
| 120 | CSG | - | - | - | 8 | 8 | 8 | 6 | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 | - | - |
| | HFUC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4 | 3 |
| 160 | CSG | - | - | - | - | 6 | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | - | - |
| | HFUC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 | 2 |

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Torsionssteifigkeit

Tabelle 1.1.11

| | Symbol [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| Grenzdrehmomente | $T_1$ [Nm] | 0,29 | 0,8 | 2 | 3,9 | 7 | 14 | 29 | 54 | 76 | 108 | 168 | 235 | 430 | 618 |
| | $T_2$ [Nm] | 0,75 | 2,0 | 6,9 | 12 | 25 | 48 | 108 | 196 | 275 | 382 | 598 | 843 | 1570 | 2260 |
| i = 30 | $K_3$ [x $10^3$ Nm/rad] | 0,54 | 1,60 | 3,40 | 6,70 | 11 | 21 | 49 | – | – | – | – | – | – | – |
| | $K_2$ [x $10^3$ Nm/rad] | 0,44 | 1,30 | 2,40 | 4,40 | 7,1 | 13 | 30 | – | – | – | – | – | – | – |
| | $K_1$ [x $10^3$ Nm/rad] | 0,34 | 0,84 | 1,90 | 3,40 | 5,7 | 10 | 24 | – | – | – | – | – | – | – |
| i = 50 | $K_3$ [x $10^3$ Nm/rad] | 0,84 | 3,20 | 5,7 | 13 | 23 | 44 | 98 | 180 | 260 | 340 | 540 | 780 | 1450 | 2060 |
| | $K_2$ [x $10^3$ Nm/rad] | 0,67 | 3,00 | 4,7 | 11 | 18 | 34 | 78 | 140 | 200 | 280 | 440 | 610 | 1150 | 1620 |
| | $K_1$ [x $10^3$ Nm/rad] | 0,44 | 2,20 | 3,4 | 8,1 | 13 | 25 | 54 | 100 | 150 | 200 | 310 | 440 | 810 | 1180 |
| i ≥ 80 | $K_3$ [x $10^3$ Nm/rad] | 1,20 | 4,40 | 7,1 | 16 | 29 | 57 | 120 | 230 | 330 | 440 | 710 | 980 | 1850 | 2630 |
| | $K_2$ [x $10^3$ Nm/rad] | 1,00 | 3,40 | 6,1 | 14 | 25 | 50 | 110 | 200 | 290 | 400 | 610 | 880 | 1620 | 2300 |
| | $K_1$ [x $10^3$ Nm/rad] | 0,91 | 2,70 | 4,7 | 10 | 16 | 31 | 67 | 130 | 180 | 250 | 400 | 540 | 1000 | 1450 |

## • Lastfreies Anlaufdrehmoment

Tabelle 1.1.12

**[Ncm]**

| Untersetzung | Baureihe | Baugröße | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| 30 | HFUC | 1,3 | 2,7 | 4,3 | 6,5 | 11,0 | 19,0 | 45,0 | - | - | - | - | - | - | - |
| 50 | CSG | - | - | 3,6 | 5,6 | 7,3 | 13,0 | 29,0 | 51,0 | 69,0 | - | - | - | - | - |
| | HFUC | 0,8 | 1,6 | - | - | - | - | - | - | - | 86,0 | 130,0 | 180,0 | 320,0 | 450,0 |
| 80 | CSG | - | - | 2,6 | 3,6 | 4,5 | 8,5 | 18,0 | 32,0 | 45,0 | 59,0 | 90,0 | 121,0 | - | - |
| | HFUC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 200 | 280 |
| 100 | CSG | - | - | 2,3 | 3,2 | 4,1 | 7,6 | 17,0 | 29,0 | 40,0 | 53,0 | 80,0 | 108,0 | - | - |
| | HFUC | 0,59 | 1,1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 180 | 250 |
| 120 | CSG | - | - | - | 3,0 | 3,6 | 6,9 | 14,0 | 26,0 | 36,0 | 50,0 | 74,0 | 101,0 | - | - |
| | HFUC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 170 | 230 |
| 160 | CSG | - | - | - | - | 3,2 | 6,1 | 13,0 | 23,0 | 32,0 | 43,0 | 64,0 | 88,0 | - | - |
| | HFUC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 140 | 200 |

## • Lastfreies Rückdrehmoment

Tabelle 1.1.13

**[Nm]**

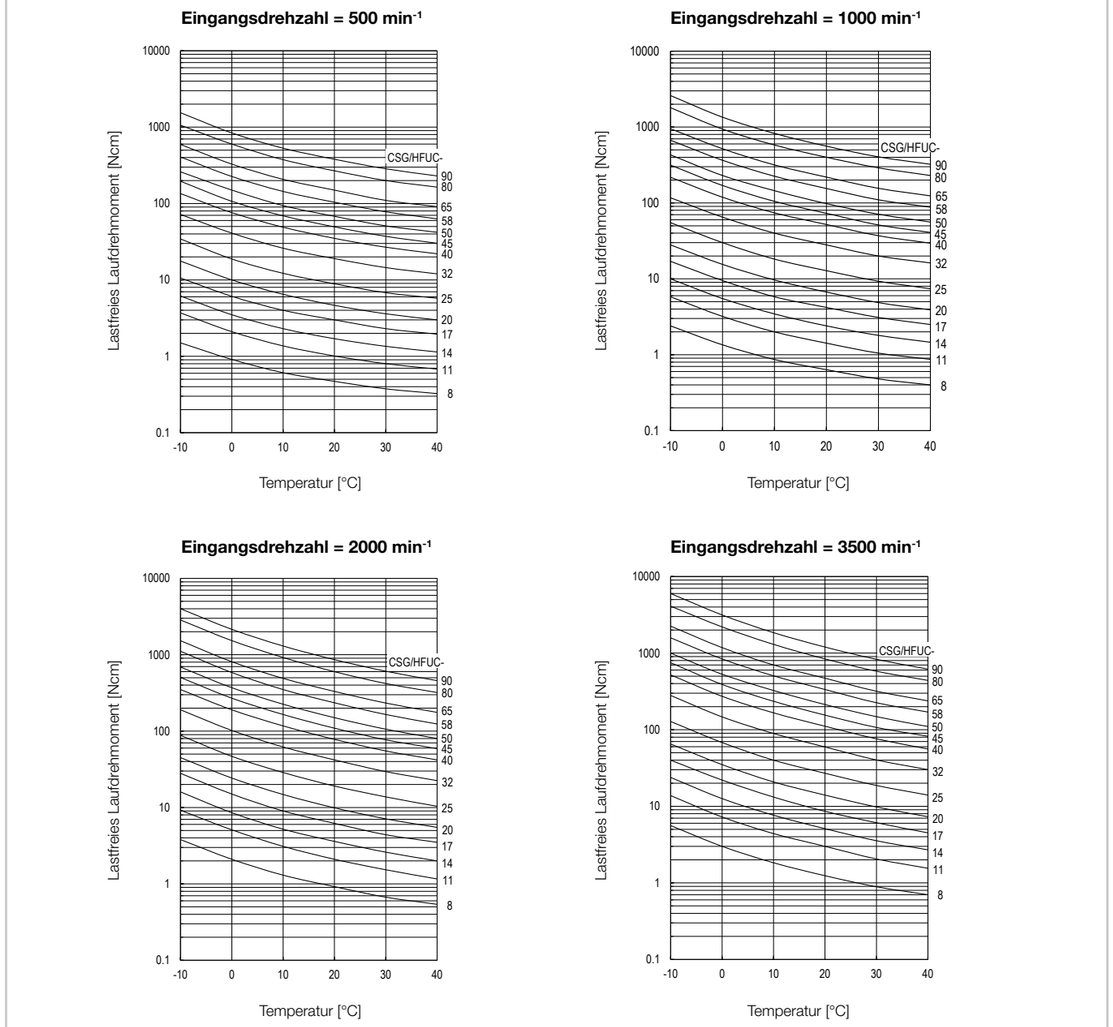
| Untersetzung | Baureihe | Baugröße | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| 30 | HFUC | 0,65 | 1,30 | 2,00 | 3,20 | 5,50 | 10,00 | 21,00 | - | - | - | - | - | - | - |
| 50 | CSG | - | - | 1,5 | 2,8 | 4,4 | 8,3 | 18,0 | 31,0 | 41,0 | - | - | - | - | - |
| | HFUC | 0,5 | 1,0 | - | - | - | - | - | - | - | 52 | 80 | 110 | 200 | 270 |
| 80 | CSG | - | - | 1,5 | 2,8 | 4,6 | 8,5 | 18,0 | 31,0 | 43,0 | 58,0 | 89,0 | 132,0 | - | - |
| | HFUC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 200 | 270 |
| 100 | CSG | - | - | 1,9 | 3,1 | 5,0 | 9,2 | 20,0 | 34,0 | 46,0 | 63,0 | 97,0 | 143,0 | - | - |
| | HFUC | 0,7 | 1,4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 220 | 300 |
| 120 | CSG | - | - | - | 3,4 | 5,4 | 10,0 | 21,0 | 37,0 | 52,0 | 69,0 | 107,0 | 154,0 | - | - |
| | HFUC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 240 | 330 |
| 160 | CSG | - | - | - | - | 6,4 | 12,0 | 25,0 | 44,0 | 63,0 | 85,0 | 132,0 | 187,0 | - | - |
| | HFUC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 290 | 390 |

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Lastfreies Laufdrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett SK-2 (Baugröße 8 ... 17) bzw. SK-1A (Baugröße ≥ 20).

Abbildung 1.1.6




## Korrekturwerte für lastfreies Laufdrehmoment

Beim Einsatz von Getrieben mit Untersetzungen i ≠ 100 sind die aus den Kurven abgelesenen Daten um die folgenden Werte zu korrigieren.

Tabelle 1.1.14

**[Ncm]**

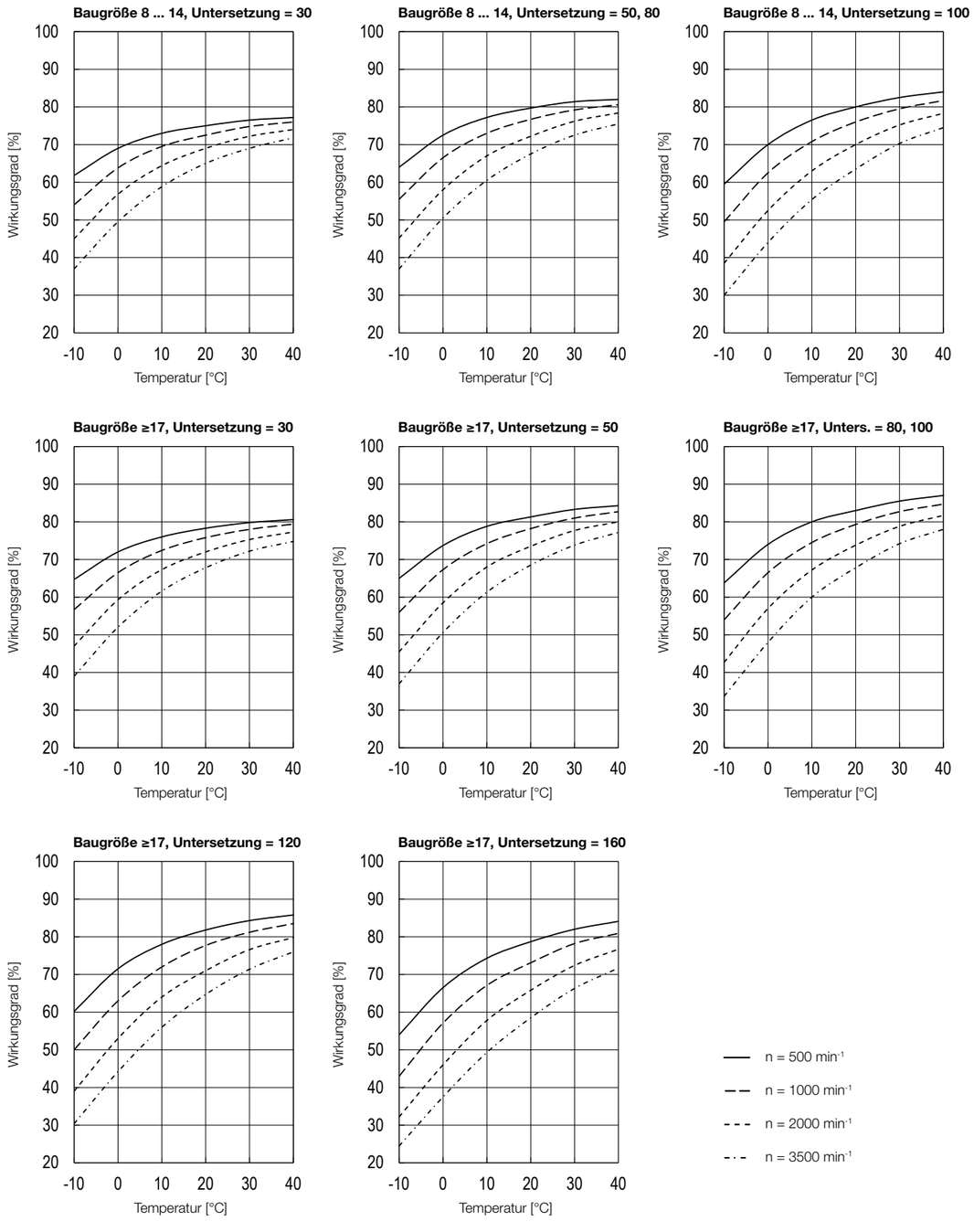
| Untersetzung | Baugröße | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| 30 | 0,4 | 0,7 | 1,1 | 1,8 | 2,7 | 5,0 | 10,0 | – | – | – | – | – | – | – |
| 50 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,8 | 1,2 | 2,2 | 4,5 | 8,0 | 11,0 | 15,0 | 22,0 | 31,0 | 55,0 | 77,0 |
| 80 | – | – | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,7 | 1,2 | 1,7 | 2,3 | 3,4 | 4,7 | 8,5 | 12,0 |
| 120 | – | – | – | -0,1 | -0,1 | -0,2 | -0,5 | -0,9 | -1,3 | -1,7 | -2,5 | -3,5 | -6,2 | -8,7 |
| 160 | – | – | – | – | -0,3 | -0,6 | -1,2 | -2,2 | -3,0 | -4,0 | -6,1 | -8,4 | -15 | -21 |

- Wirkungsgrad

## Wirkungsgrad für Fettschmierung bei Nenndrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett SK-2 (Baugröße 8 ... 17) bzw. SK-1A (Baugröße ≥ 20).

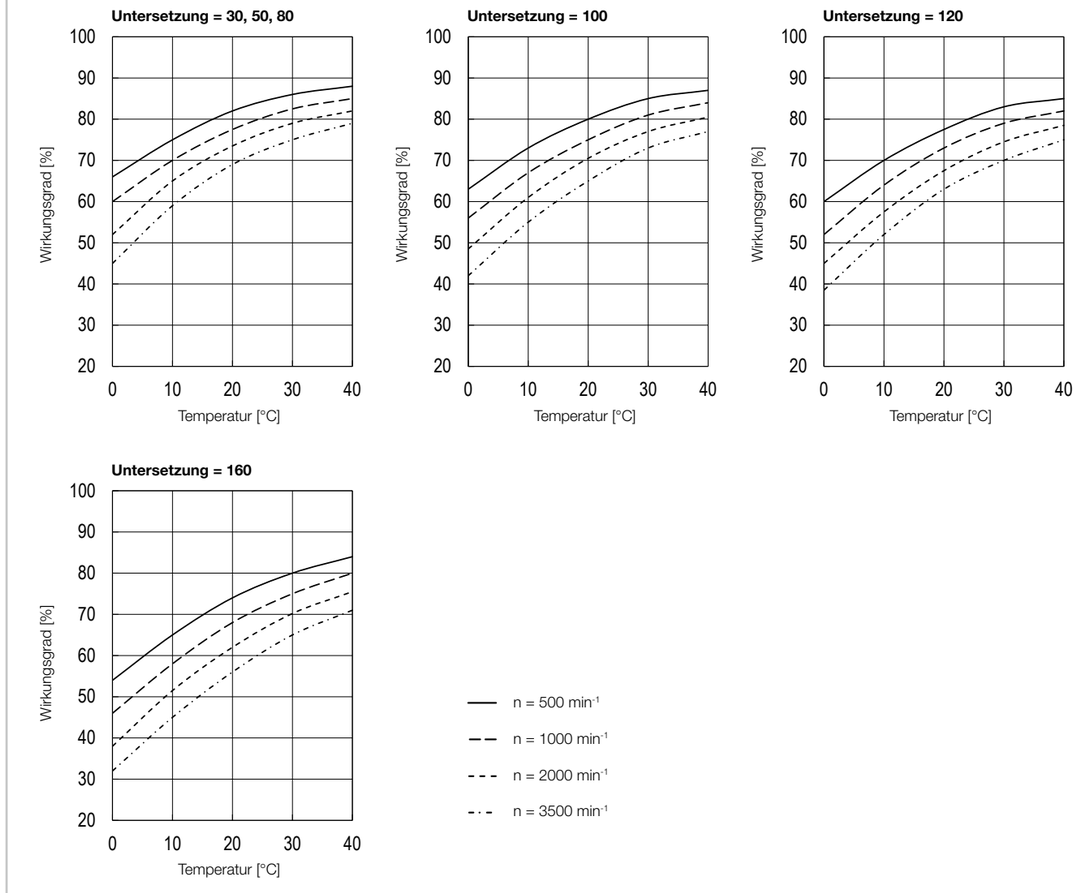
Abbildung 1.1.7




## Wirkungsgrad für Ölschmierung bei Nenndrehmoment

Die Diagramme gelten für Mineralöl CLP 68.

Abbildung 1.1.8




Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

### Wirkungsgradberechnung

Der Wirkungsgrad hängt von folgenden Parametern ab: Untersetzung, Eingangsdrehzahl, Lastmoment, Temperatur, Schmierstoff und Schmierstoffmenge. Wenn das Lastmoment kleiner als das Nennmoment ist, ergibt sich ein kleinerer Wirkungsgrad als in den Wirkungsgradkennlinien angegeben. Der drehmomentspezifische Wirkungsgrad wird mittels des Berechnungsfaktors K ermittelt.

### Berechnungsbeispiel

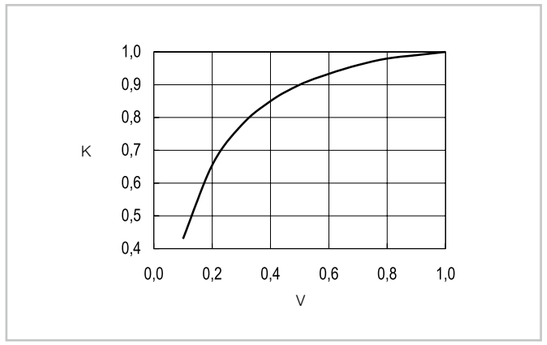
Produkt: CSG-20-80-2A-GR

- Eingangsdrehzahl: 1000 $min^{-1}$
- (Durchschnittliches) Lastmoment $T_{av}$: 20 Nm
- Nenndrehmoment $T_N$ (Katalogangabe): 44 Nm
- Fettschmierung mit Harmonic Drive® Schmierfett SK-1A, Schmiermitteltemperatur: 20 °C.

1. Berechnung des Drehmomentfaktors
   $V = T_{av}/T_N = 20/44 = 0{,}45$ (Für $V > 1$ ist $K = 1$)
2. Ablesen des Berechnungsfaktors K aus Diagramm Abbildung 1.1.9: K = 0,87
3. Ablesen des Wirkungsgrads aus Wirkungsgrad-kennlinie Abbildung 1.1.7: η = 80 %
4. Berechnung des lastabhängigen Wirkungsgrads
   ηL = 80 % · 0,87 = 70 %

Abbildung 1.1.9

**Berechnungsfaktor K**




## Konstruktionshinweise

- Fettschmierung

Zur Sicherstellung einer optimalen Schmierung sollte der Getrieberaum kompakt gehalten werden, Beispiel siehe Abbildung 1.1.10 und Tabelle 1.1.15.

Bei Füllung des Getrieberaums mit mehr als 50 % Schmierfett steigt die Leckagegefahr. Darum sollte die Relation Fettvolumen/Getrieberaum kleiner als 0,5 sein. Beim Einbau mit vorwiegend oben oder unten liegendem Wave Generator sollte der Spalt c mit einer zusätzlichen Fettmenge gemäß Tabelle 1.1.15 gefüllt werden.

Verwendete Materialien:
- Circular Spline: Grauguss, blank
- Wave Generator, Flexspline: Stahl, blank

Abbildung 1.1.10

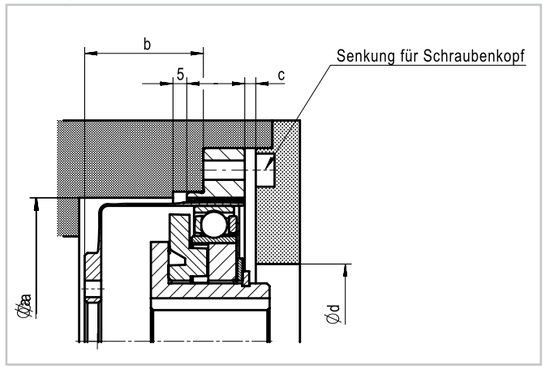



Tabelle 1.1.15

**[mm]**

| Symbol | Baugröße | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| ø a | 21,5 | 30,0 | 38,0 | 45,0 | 53,0 | 66,0 | 86,0 | 106,0 | 119,0 | 133,0 | 154,0 | 172,0 | 212,0 | 239,0 |
| b | 11,34 | 14,00 | 17,10 | 19,00 | 20,50 | 23,00 | 26,80 | 33,00 | 36,50 | 39,00 | 46,20 | 50,00 | 61,00 | 68,50 |
| c[1)] | 0,5 | 0,5 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 3,0 | 3,0 |
| c[2)] | 1,5 | 1,5 | 3,0 | 3,0 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 7,5 | 7,5 | 9,0 | 9,0 |
| ø d | 13 | 16 | 16 | 26 | 30 | 37 | 37 | 45 | 45 | 45 | 56 | 62 | 67 | 73 |

1) Achse horizontal oder vertikal, Wave Generator unten
2) Achse vertikal, Wave Generator oben

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## Schmierung

Harmonic Drive® Getriebe-Einbausätze werden standardmäßig ohne Schmierstoff geliefert. Sie müssen vor Inbetrieb-nahme gemäß der folgenden Darstellungen geschmiert werden.

- Fettschmierung

Wir empfehlen den Einsatz der in Tabelle 1.1.16 genannten Schmierfette.

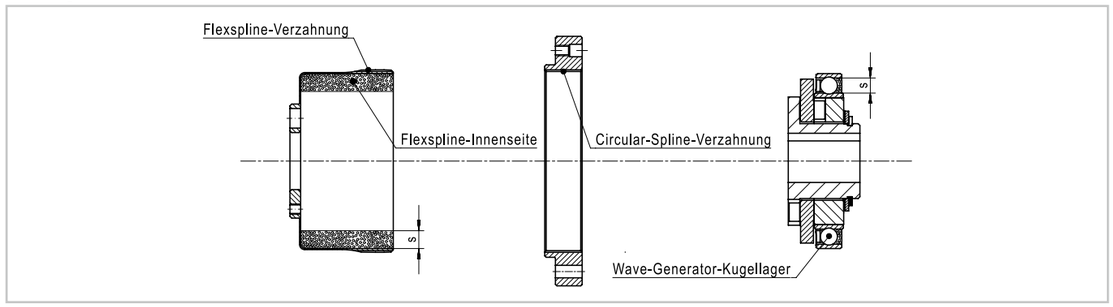
Tabelle 1.1.16

| Untersetzung | Harmonic Drive® Schmierfett | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 ... 58 | 65 ... 90 |
| 30 | Flexolub®-A1 | - | - | O | O | O | O | O | - | - | - |
| | SK-1A | - | - | - | - | Δ | Δ | Δ | - | - | - |
| | SK-2 | O | O | Δ | Δ | - | - | - | - | - | - |
| | 4BNo.2 | Δ | Δ | Δ | Δ | □ | □ | □ | - | - | - |
| ≥50 | SK-1A | - | - | - | - | O | O | O | O | O | O |
| | SK-2 | O | O | O | O | Δ | Δ | Δ | Δ | - | - |
| | 4BNo.2 | - | - | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| | Flexolub®-A1[1)] | - | - | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | - |

1) nur für Baureihe HFUC-2A
O Standard-Schmierfett
□ Empfohlen bei sehr hoher Last bzw. sehr hohen Anforderungen an die Lebensdauer des Schmierfetts
Δ Optionales Schmierfett, bitte Rücksprache

Die Getriebe-Einbausätze müssen vor Inbetriebnahme in vier Bereichen geschmiert werden, siehe Abbildung 1.1.11.
- Flexspline: An der Innenwandung des Flexsplines umlaufend ein Fettreservoir anlegen. Das Maß „s“ soll ungefähr der Höhe des Wave-Generator-Kugellagers entsprechen.
- Verzahnungen: Jeweils die Zahnlücken mit Fett auffüllen
- Wave-Generator-Kugellager: Den Bereich Lagerkugeln und Lagerkäfig großzügig mit Fett einstreichen.

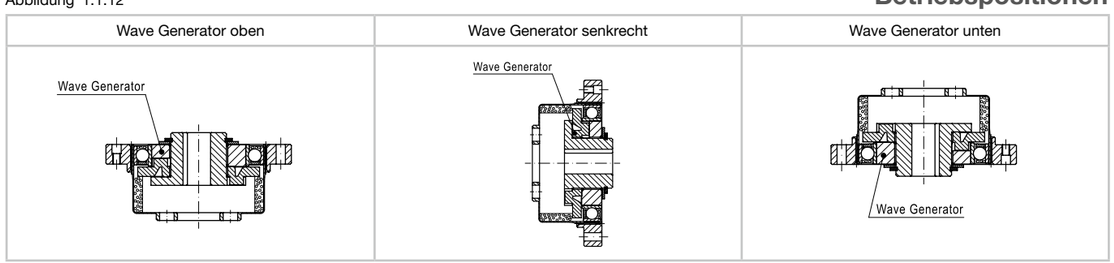
Abbildung 1.1.11




Die erforderliche Fettmenge ist neben der Baugröße auch von der Betriebsposition des Getriebes abhängig. Die im folgenden Text definierten Betriebspositionen „Wave Generator oben“ bzw. „Wave Generator unten“ beziehen sich auf die relative Lage des Wave Generators zum Flexspline-Flansch, siehe Abbildung 1.1.12.

Abbildung 1.1.12

**Betriebspositionen**




Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

Bei überwiegendem Einsatz mit oben liegendem Wave Generator ist eine zusätzliche Fettmenge oberhalb des Wave Generators zu platzieren, siehe Abbildung 1.1.13 und Tabelle 1.1.17.

Abbildung 1.1.13

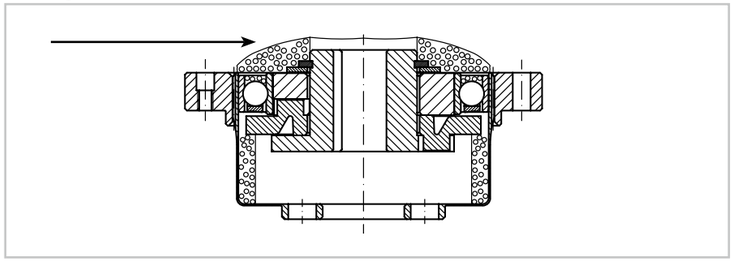


Tabelle 1.1.17

**Fettmenge [g]**

| | | Baugröße | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| Einbaulage | Wave Generator senkrecht | 1,2 | 2,9 | 5,5 | 10,0 | 16,0 | 30,0 | 60,0 | 110,0 | 170,0 | 220,0 | 360,0 | 460,0 | 850,0 | 1150,0 |
| | Wave Generator unten | 1,4 | 3,5 | 7,0 | 12,0 | 18,0 | 35,0 | 70,0 | 125,0 | 190,0 | 240,0 | 380,0 | 500,0 | 900,0 | 1300,0 |
| | Wave Generator oben | 1,8 | 4,4 | 8,5 | 14,0 | 21,0 | 40,0 | 80,0 | 145,0 | 220,0 | 275,0 | 460,0 | 600,0 | 1000,0 | 1500,0 |

## • Ölschmierung

Für Harmonic Drive® CSG-2A/HFUC-2A Getriebe-Einbausätze ist Ölschmierung möglich. Es muss ein eigenständiger Schmierraum vorgesehen sein. In Abbildung 1.1.14 und Tabelle 1.1.18 sind empfohlene Ölstände für horizontale und vertikale Einbaulagen angegeben.

Abbildung 1.1.14

**Betriebspositionen**

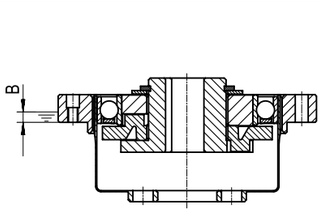
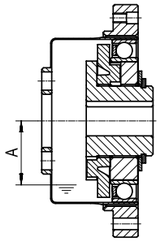
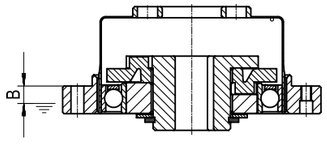
| Wave Generator oben | Wave Generator senkrecht | Wave Generator unten |
|---|---|---|
|  |  |  |
| B = Ölstand | A = Ölstand | B = Ölstand |

Tabelle 1.1.18

**Ölstände [mm]**

| | Baugröße | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| A | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 17 | 24 | 31 | 35 | 38 | 44 | 50 | 59 | 66 |
| B | 2,0 | 2,3 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 5,0 | 7,0 | 9,0 | 10,0 | 12,0 | 13,0 | 15,0 | 19,0 | 22,0 |

### Ölbohrungen

Bei vertikaler Achse mit obenliegendem Wave Generator muss durch konstruktive Maßnahmen sichergestellt werden, dass das vom Wave Generator aus dem Flexspline herausgeschleuderte Öl wieder zurücklaufen kann. Dies kann durch eine Verbindung der beiden Ölräume mittels Ölbohrungen im Flexspline-Boden erfolgen. Bitte Rücksprache mit der Harmonic Drive SE.

Abbildung 1.1.15

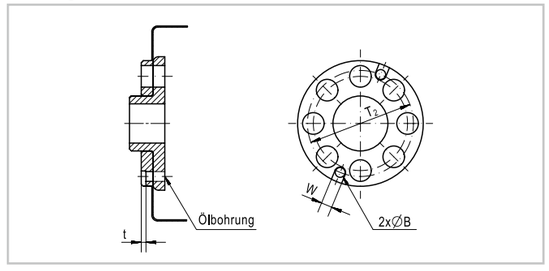







Tabelle 1.1.19

**Abmessungen der Ölbohrungen [mm]**

| | Baugröße | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 [1] | 11 [1] | 14 [1] | 17 [1] | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| $T_2$ | – | – | – | – | 27 | 34 | 45 | 56 | 61 | 68 | 79 | 90 | 114 | 120 |
| B | – | – | – | – | 2,5 | 2,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 6,5 | 6,5 |
| W | – | – | – | – | 2,8 | 3,5 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 7,0 | 7,0 |
| t | – | – | – | – | 1,2 | 1,2 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 |

1) Keine Ölbohrungen möglich

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## Montagetoleranzen

Wir empfehlen bei der Montage die Einhaltung der folgenden Toleranzen:

Abbildung 1.1.16

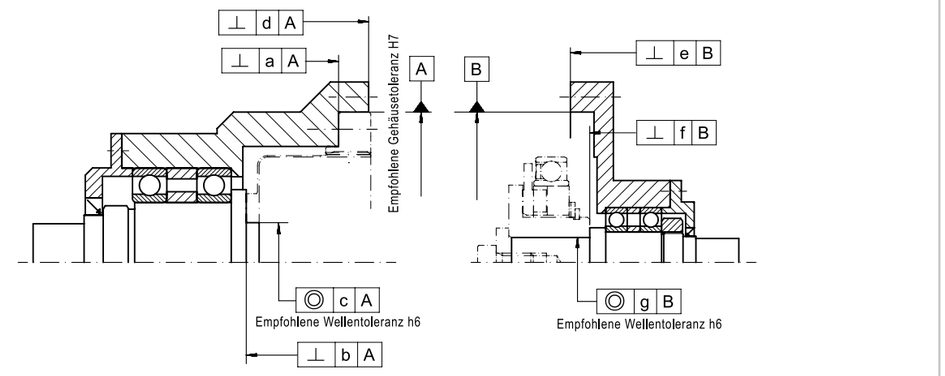



Tabelle 1.1.20

**[mm]**

| | Baugröße | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| a | 0,008 | 0,011 | 0,011 | 0,012 | 0,013 | 0,014 | 0,016 | 0,016 | 0,017 | 0,018 | 0,020 | 0,023 | 0,027 | 0,029 |
| b | 0,006 | 0,006 | 0,008 | 0,011 | 0,014 | 0,018 | 0,022 | 0,025 | 0,028 | 0,030 | 0,032 | 0,035 | 0,040 | 0,043 |
| c | 0,005 | 0,008 | 0,015 | 0,018 | 0,019 | 0,022 | 0,022 | 0,024 | 0,027 | 0,030 | 0,032 | 0,035 | 0,043 | 0,046 |
| d | 0,010 | 0,010 | 0,011 | 0,015 | 0,017 | 0,024 | 0,026 | 0,026 | 0,027 | 0,028 | 0,031 | 0,034 | 0,043 | 0,050 |
| e | 0,010 | 0,010 | 0,011 | 0,015 | 0,017 | 0,024 | 0,026 | 0,026 | 0,027 | 0,028 | 0,031 | 0,034 | 0,043 | 0,050 |
| f | 0,012 | 0,012 | 0,017 (0,008) | 0,020 (0,010) | 0,020 (0,010) | 0,024 (0,012) | 0,024 (0,012) | 0,032 (0,012) | 0,032 (0,013) | 0,032 (0,015) | 0,032 (0,015) | 0,032 (0,015) | 0,036 (0,015) | 0,036 (0,015) |
| g | 0,015 | 0,015 | 0,030 (0,016) | 0,034 (0,018) | 0,044 (0,019) | 0,047 (0,022) | 0,050 (0,022) | 0,063 (0,024) | 0,065 (0,027) | 0,066 (0,030) | 0,068 (0,033) | 0,070 (0,035) | 0,090 (0,043) | 0,091 (0,046) |

Die in Klammern angegebenen Werte sind empfohlene Toleranzen für einen Wave Generator ohne Oldham-Kupplung. Diese Kupplung wird zum Ausgleich von Exzentrizitätsfehlern der Motorwelle eingesetzt und ist im Standardgetriebe eingebaut. Bei einer direkten Kupplung des Wave Generators mit der Motorwelle ohne Oldham-Kupplung (Option) sollten die Motorwellentoleranzen der DIN 42955 R entsprechen.

# Montage

- Montage des Flexsplines

## Klemmring

### Klemmring für Baugröße 8

Für die Montage des Flexsplines der Baugröße 8 ist ein Klemmring und eine Sonderwelle gemäß Abbildung 1.1.17 bis Abbildung 1.1.19 erforderlich. Es sollten Schrauben in Qualität 12.9 verwendet und mit Loctite 243 gesichert werden.

Abbildung 1.1.17

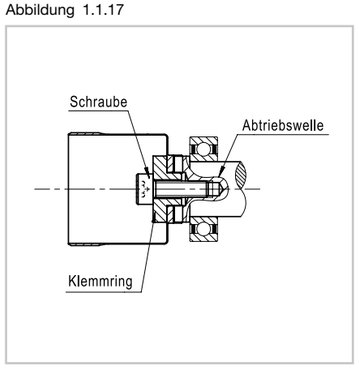



Abbildung 1.1.18

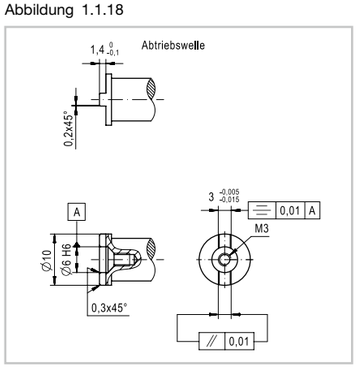
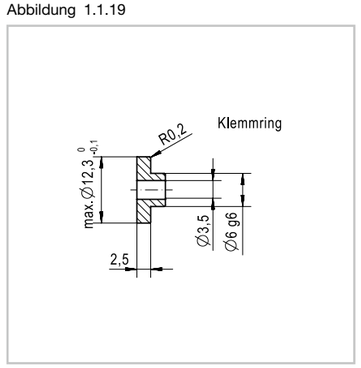



Abbildung 1.1.19




### Klemmring für Baugrößen 11 bis 90

Zur Vermeidung einer Beschädigung des Getriebes muss darauf geachtet werden, dass Schraubenköpfe, Stifte oder Schraubenmuttern die Verformung des Flexsplines nicht behindern. Wir empfehlen den Einsatz eines Klemmringes mit den angegebenen Abmessungen. Material S45C (DINHC45), vergütet, HB200 bis 270 oder vergleichbar. Der Klemmring gehört nicht zum Lieferumfang.

Abbildung 1.1.20

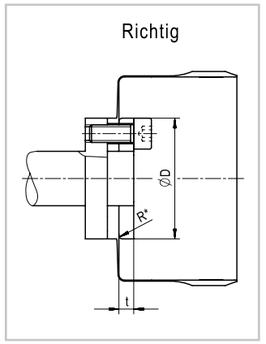
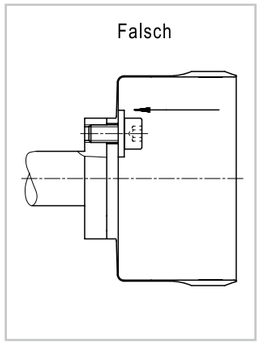



Abbildung 1.1.21




Die Ecken des Klemmrings müssen abgerundet sein, um die Verformung des Flexsplines zu ermöglichen.

## Abmessungen des Klemmrings

Tabelle 1.1.21 **[mm]**

| | Baugröße | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| D $^{0}_{-0,1}$ | – | 17,8 | 24,5 | 29,0 | 34,0 | 42,0 | 55,0 | 68,0 | 74,0 | 83,0 | 95,8 | 106,0 | 130,0 | 145,0 |
| R $^{+0,1}_{0}$ | – | 0,5 | 1,2 | 1,2 | 1,4 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| t | – | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 5,0 | 7,0 | 7,0 | 8,0 | 8,0 | 12,0 | 12,0 | 15,0 | 20,0 |

## Verschraubung Flexspline (Baureihen CSG-2A, HFUC-2A)

Tabelle 1.1.22 zeigt das mittels Schraubenverbindung am Flexspline übertragbare Drehmoment der Getriebe-Einbausätze der Baureihen CSG-2A und HFUC-2A. Bitte prüfen Sie, ob das gemäß Tabelle am Flexspline übertragbare Drehmoment für Ihre Anwendung ausreichend ist.

Tabelle 1.1.22

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| Anzahl der Schrauben | | 1 | 6 | 6 | 6 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 10 | 8 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M4 | M5 | M5 | M6 | M8 | M10 | M12 | M14 | M14 | M16 | M16 | M20 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | – | 12 | 17 | 19 | 24 | 30 | 40 | 50 | 54 | 60 | 70 | 80 | 100 | 110 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,15 | 2,00 | 4,50 | 9,00 | 9,00 | 15,30 | 37,00 | 74,00 | 128,00 | 205,00 | 205,00 | 319,00 | 319,00 | 622,00 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 4,7 | 15,0 | 35,0 | 64,0 | 108,0 | 186,0 | 460,0 | 910,0 | 1440,0 | 2160,0 | 2550,0 | 3980,0 | 6220,0 | 8560,0 |

Schraubenqualitat: 12.9, Reibungskoeffizient μ= 0,15.

## Verschraubung und Verstiftung Flexspline (Baureihe HFUC-2A)

Tabelle 1.1.23 zeigt das mittels Schraubenverbindung und zusätzlicher Verstiftung am Flexspline übertragbare Drehmoment der Getriebe-Einbausätze der Baureihe HFUC-2A. Bitte prüfen Sie, ob das gemäß Tabelle übertragbare Drehmoment für Ihre Anwendung ausreichend ist.
Wir empfehlen die zusätzliche Stiftverbindung, wenn das Lastmoment höher als das wiederholbare Spitzendrehmoment ist. Hierfür müssen Stiftbohrungen gefertigt werden. Bitte geben Sie dies bei der Bestellung mit an.

Tabelle 1.1.23

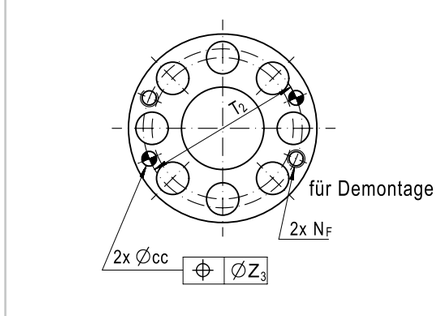
| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| Anzahl der Stifte | | – | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| ø cc H7 | [mm] | – | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 8 | 8 | 8 | 8 | 12 |
| Teilkreisdurchmesser $T_2$ | [mm] | – | 15,2 | 18,5 | 21,5 | 27,0 | 34,0 | 45,0 | 68,0 | 79,0 | 90,0 | 114,0 | 120,0 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | – | 29 | 74 | 108 | 167 | 314 | 725 | 3160 | 3710 | 5310 | 7910 | 12540 |

Schraubenqualitat: 12.9, Reibungskoeffizient μ= 0,15.

## Flexspline Stiftbohrungen und Abdrückgewinde

Abbildung 1.1.22 zeigt die Variablenzeichnung der optionalen Flexspline-Stiftbohrungen (nur für HFUC-2A) und der für die Flexspline-Demontage vorgesehenen Abdrückgewinde (HFUC-2A und CSG-2A). Zugehörige Abmessungen siehe Tabelle 1.1.23.

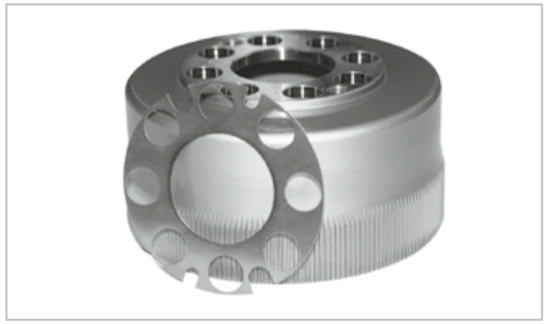
Abbildung 1.1.22



## Verschraubung Flexspline (Baureihe CSG-2A)

Zur vollen Nutzung der hohen Maximaldrehmomente der CSG-2A Getriebe-Einbausätze empfehlen wir den Einsatz der optional bestellbaren Friction Shim, siehe Abbildung 1.1.23. Diese beidseitig diamantbeschichtete Metallscheibe dient der Erhöhung des Reibungskoeffizienten zwischen Flexspline und kundenseitigem Abtriebselement.

Abbildung 1.1.23



## Verschraubung Flexspline mit Friction Shim (Baureihe CSG-2A)

Tabelle 1.1.24 zeigt das mittels Schraubenverbindung und Friction Shim am Flexspline übertragbare Drehmoment der Getriebe-Einbausätze der Baureihe CSG-2A. Die Friction Shim kann optional mitbestellt werden. Falls das Maximaldrehmoment der Anwendung es ermöglicht, kann der CSG-2A Getriebe-Einbausatz auch ohne Friction Shim eingesetzt werden. In diesem Fall gelten die am Flexspline übertragbaren Drehmomente gemäß Tabelle 1.1.22.

Tabelle 1.1.24

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| Anzahl der Schrauben | | 6 | 6 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Größe der Schrauben | | M4 | M5 | M5 | M6 | M8 | M10 | M12 | M14 | M14 | M16 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 17 | 19 | 24 | 30 | 40 | 50 | 54 | 60 | 70 | 80 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 4,5 | 9,0 | 9,0 | 15,3 | 37,0 | 74,0 | 128,0 | 205,0 | 205,0 | 319,0 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 96 | 176 | 291 | 529 | 1263 | 2476 | 3954 | 5930 | 7000 | 10928 |

Schraubenqualität: 12.9, Reibungskoeffizient μ= 0,4 (durch Friction Shim).

- Montage des Circular Splines

## Verschraubung Circular Spline (Baureihe HFUC-2A)

Tabelle 1.1.25

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| Anzahl der Schrauben | | 8 | 8 | 6 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 16 | 16 |
| Größe der Schrauben | | M2 | M2,5 | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M8 | M10 | M10 | M10 | M12 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 25,5 | 35,0 | 44,0 | 54,0 | 62,0 | 75,0 | 100,0 | 150,0 | 175,0 | 195,0 | 240,0 | 270,0 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 0,17 | 0,35 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 4,50 | 9,00 | 37,00 | 74,00 | 74,00 | 74,00 | 128,00 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 5 | 12 | 54 | 131 | 147 | 314 | 676 | 2620 | 4820 | 5370 | 8820 | 14450 |

Schraubenqualitat: 12.9, Reibungskoeffizient μ= 0,15.

## Verschraubung Circular Spline (Baureihe CSG-2A)

Tabelle 1.1.26

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| Anzahl der Schrauben | | 8 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M6 | M8 | M8 | M10 | M10 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 44 | 54 | 62 | 75 | 100 | 120 | 140 | 150 | 175 | 195 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 4,5 | 9,0 | 15,3 | 37,0 | 37,0 | 74,0 | 74,0 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 72 | 175 | 196 | 419 | 901 | 1530 | 3238 | 3469 | 6475 | 7215 |

Schraubenqualität: 12.9, Reibungskoeffizient μ= 0,15

- Montage des Wave Generators

Bei der Montage ist das im Katalog/Bestätigungszeichnung angegebene axiale Montagemaß (relative axiale Position zum Flexspline-Flansch „B“ gemäß Tabelle 1.1.6, Tabelle 1.1.7, Tabelle 1.1.8) einzuhalten.

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.



## Produktbeschreibung

# Das Leichtbaugetriebe mit großer Hohlwelle

Die Getriebe-Einbausätze der Baureihe CPL-2A zeichnen sich durch geringstes Gewicht und niedriges Massenträgheitsmoment aus und sind hervorragend für bewegte Achsen und höchste Dynamik geeignet.

Neben der bewährten Wellgetriebetechnologie ist die Baureihe CPL-2A auch in der Triangle-Technologie erhältlich. Diese setzt neue Maßstäbe in Torsionssteifigkeit, Übertragungsgenauigkeit und Dynamik.

## Merkmale

- Hohe Drehmomente bei geringstem Gewicht
- Hohe Dynamik durch reduziertes Massenträgheitsmoment
- Große Hohlwelle zur Durchführung von Versorgungskabeln und Wellen
- Kleiner Außendurchmesser
- Ideal für Anwendungen mit eigener Lagerung



## Bestellbezeichnung



Tabelle 1.2.1

| Bestellbezeichnung | CPL | - | 25 | - | 100 | - | 2A | - | SP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baureihe** | | | | | | | | | |
| **Baugröße**<br>(entspricht dem Teilkreisdurchmesser der Flexspline-Verzahnung in Zoll x 10) | | | 14<br>17<br>20<br>25<br>32 | | | | | | |
| **Untersetzung**<br>(in der Antriebskonfiguration:<br>Circular Spline (CS) fixiert, Wave Generator (WG) Antrieb, Flexspline (FS) Abtrieb | | | | | 30<br>50<br>80<br>100<br>120<br>160 | | | | |
| **Version**<br>Getriebe-Einbausatz | | | | | | | 2A | | |
| **Kundenspezifische Ausführung**<br>Standardausführung (Feld bleibt leer) | | | | | | | | | [ ] |
| Sonderausführung (auf Anfrage) | | | | | | | | | SP |

Bitte beachten Sie die Tabelle der möglichen Kombinationen.

## Kombinationen

Tabelle 1.2.2

| | | Baugröße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 |
| Untersetzung | 30 | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 50 | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 80 | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 100 | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 120 | - | ● | ● | ● | ● |
| | 160 | - | - | ● | ● | ● |

● verfügbar o auf Anfrage - nicht verfügbar

# Technische Daten

## • Leistungsdaten

Alle Angaben in diesem Katalog gelten bei Montage der Getriebekomponenten an ausreichend steife Anbauteile. Wir bitten um Rücksprache, wenn Sie diese Produkte in Leichtbaukonstruktionen mit gegenüber dem Industriestandard reduzierten radialen Steifigkeiten der Anbauteile von Circular Spline und Wave Generator einsetzen wollen.

Tabelle 1.2.3

| Baugröße | Untersetzung | Grenze für wiederholbares Spitzendrehmoment | Grenze für Durchschnittsdrehmoment | Nenndrehmoment bei 2000 min$^{-1}$ | Grenze für Kollisionsdrehmoment | Max. Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] | | Grenze für mittlere Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] | | Massenträgheitsmoment | Gewicht |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Schmierung | | Schmierung | | | |
| | i | $T_R$ [Nm] | $T_A$ [Nm] | $T_N$ [Nm] | $T_M$ [Nm] | Öl | Fett | Öl | Fett | [kgm$^2$] | [kg] |
| 14 | 30 | 9,0 | 6,8 | 4,0 | 17,0 | 14000 | 8500 | 6500 | 3500 | 0,02 x 10$^{-4}$ | 0,055 |
| | 50 | 18,0 | 6,9 | 5,4 | 35,0 | | | | | | |
| | 80 | 23,0 | 11,0 | 7,8 | 47,0 | | | | | | |
| | 100 | 28,0 | 11,0 | 7,8 | 54,0 | | | | | | |
| 17 | 30 | 16,0 | 12,0 | 8,8 | 30,0 | 10000 | 7300 | 6500 | 3500 | 0,049 x 10$^{-4}$ | 0,1 |
| | 50 | 34 | 26 | 16 | 70 | | | | | | |
| | 80 | 43 | 27 | 22 | 87 | | | | | | |
| | 100 | 54 | 39 | 24 | 110 | | | | | | |
| | 120 | 54 | 39 | 24 | 86 | | | | | | |
| 20 | 30 | 27 | 20 | 15 | 50 | 10000 | 6500 | 6500 | 3500 | 0,112 x 10$^{-4}$ | 0,14 |
| | 50 | 56 | 34 | 25 | 98 | | | | | | |
| | 80 | 74 | 47 | 34 | 127 | | | | | | |
| | 100 | 82 | 49 | 40 | 147 | | | | | | |
| | 120 | 87 | 49 | 40 | 147 | | | | | | |
| | 160 | 92 | 49 | 40 | 147 | | | | | | |
| 25 | 30 | 50 | 38 | 27 | 95 | 7500 | 5600 | 5600 | 3500 | 0,265 x 10$^{-4}$ | 0,24 |
| | 50 | 98 | 55 | 39 | 186 | | | | | | |
| | 80 | 137 | 87 | 63 | 255 | | | | | | |
| | 100 | 157 | 108 | 67 | 284 | | | | | | |
| | 120 | 167 | 108 | 67 | 304 | | | | | | |
| | 160 | 176 | 108 | 67 | 314 | | | | | | |
| 32 | 30 | 100 | 75 | 54 | 200 | 7000 | 4800 | 4600 | 3500 | 0,958 x 10$^{-4}$ | 0,54 |
| | 50 | 216 | 108 | 76 | 382 | | | | | | |
| | 80 | 304 | 167 | 118 | 568 | | | | | | |
| | 100 | 333 | 216 | 137 | 647 | | | | | | |
| | 120 | 353 | 216 | 137 | 686 | | | | | | |
| | 160 | 372 | 216 | 137 | 686 | | | | | | |

Wenn Drehmomente bis zur „Grenze für Kollisionsdrehmoment“ übertragen werden sollen, sind die am Flexspline maximal übertragbaren Drehmomente im Kapitel „Flexspline-Verschraubungen“ ebenfalls zu berücksichtigen.

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

## • Abmessungen

Abbildung 1.2.1 **[mm]**

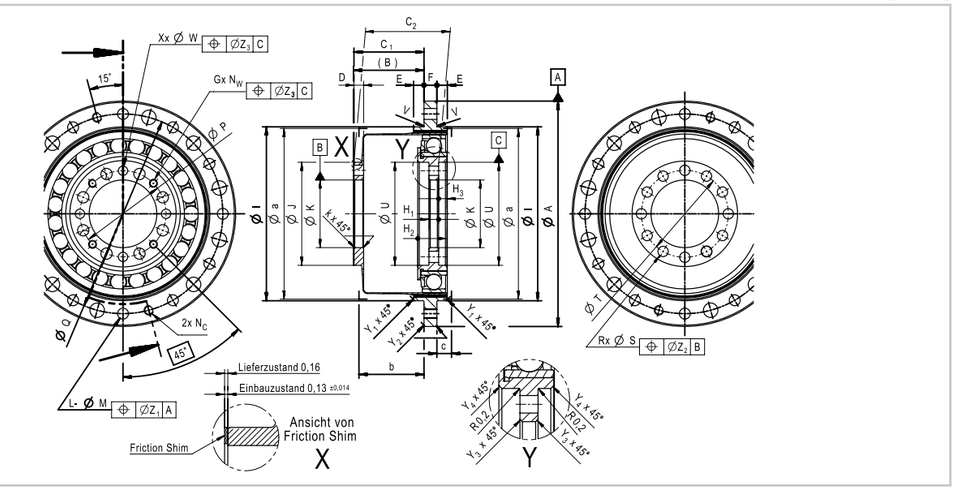



Tabelle 1.2.4 **[mm]**

| | | Baugröße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 |
| øA h6 | | 50 | 60 | 70 | 85 | 110 |
| B[1)] | | 18,1 | 20,4 | 21,9 | 25,1 | 30,6 |
| $C_1$ | | $18,0^{+0,4}_{0}$ | $20,3^{+0,50}_{0}$ | $21,8^{+0,6}_{0}$ | $25,0^{+0,6}_{0}$ | $30,5^{+0,6}_{0}$ |
| $C_2$ | | $20,9^{0}_{-0,8}$ | $24^{0}_{-0,9}$ | $26,3^{0}_{-1}$ | $30,4^{0}_{-1}$ | $37^{0}_{-1,1}$ |
| D | | 2,4 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,2 |
| E[1)] | | 2,5 | 2,8 | 3,3 | 4,0 | 5,5 |
| F | | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 5,0 | 6,0 |
| G | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| $H_1$ | | 1,9 | 2,3 | 3,0 | 3,3 | 3,5 |
| $H_2$ | | 7,4 | 7,6 | 9,1 | 8,9 | 11,5 |
| $H_3$ | | 2,2 | 2,2 | 2,6 | 1,5 | 2,5 |
| øI h6 | | 38 | 48 | i=30: 55, i≥50: 54 | i=30: 68, i≥50: 67 | 90 |
| øJ | | 23,0 | 27,2 | 32,0 | 40,0 | 52,0 |
| øK H6 | | 13,5 | 18,0 | 21,0 | 26,0 | 36,0 |
| k | | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,50 |
| L[2)] | | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| øM | | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 4,5 | 5,5 |
| $N_C$ | | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 |
| $N_W$ | | M2 | M2 | M2,5 | M3 | M4 |
| øP | | 18,00 | 22,50 | 26,75 | 34,00 | 44,50 |
| øQ | | 44 | 54 | 62 | 75 | 100 |
| R | | 12 | 14 | 12 | 12 | 12 |
| øS | | 2,7 | 2,7 | 3,2 | 4,3 | 5,3 |
| T | | 18,9 | 23,1 | 27,0 | 33,6 | 44,9 |
| U H6 | | 22,6 | 27,0 | 32,0 | 41,0 | 53,0 |
| V | | R 0,2 | R 0,3 | R 0,3 | R 0,3 | R 0,3 |
| øW | | 2,4 | 2,4 | 2,9 | 3,4 | 4,5 |
| X[2)] | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| $Y_1$ | | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| $Y_2$ | | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| $Y_3$ | | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| $Y_4$ | | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,3 | 0,5 |
| øZ1 | | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| øZ2 | | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| øZ3 | | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Minimaler Gehäuseabstand | Ø a | 38 | 45 | 53 | 66 | 86 |
| | b[1)] | 17,6 | 19,3 | 20,3 | 24,0 | 29,3 |
| | c[1)] | 3,5 | 3,8 | 4,5 | 5,5 | 7,0 |

[1)] Zum Teil gerundete Werte, [2)] Nicht spezifizierte Bohrungen dienen nur der Gewichtsreduktion und dürfen nicht zur Befestigung genutzt werden.

## • Genauigkeit

Tabelle 1.2.5

**[arcmin]**

| | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | | 17 | | ≥20 | |
| Untersetzung | 30 | ≥50 | 30 | ≥50 | 30 | ≥50 |
| Übertragungsgenauigkeit [1)] | <2,0 | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <1,0 |
| Hystereseverlust | <3,0 | <1,0 | <3,0 | <1,0 | <3,0 | <1,0 |
| Lost Motion | <1,0 | | | | | |
| Wiederholgenauigkeit | < ± 0,1 | | | | | |

[1)] Höhere Genauigkeit auf Anfrage

## • Torsionssteifigkeit

Tabelle 1.2.6

| | Symbol [Einheit] | Baugröße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 |
| Grenzdrehmomente | $T_1$ [Nm] | 2 | 3,9 | 7 | 14 | 29 |
| | $T_2$ [Nm] | 6,9 | 12 | 25 | 48 | 108 |
| i = 30 | $K_3$ [x $10^3$ Nm/rad] | 3,4 | 6,7 | 11 | 21 | 49 |
| | $K_2$ [x $10^3$ Nm/rad] | 2,4 | 4,4 | 7,1 | 13 | 30 |
| | $K_1$ [x $10^3$ Nm/rad] | 1,9 | 3,4 | 5,7 | 10 | 24 |
| i = 50 | $K_3$ [x $10^3$ Nm/rad] | 5,7 | 13 | 23 | 44 | 98 |
| | $K_2$ [x $10^3$ Nm/rad] | 4,7 | 11 | 18 | 34 | 78 |
| | $K_1$ [x $10^3$ Nm/rad] | 3,4 | 8,1 | 13 | 25 | 54 |
| i > 50 | $K_3$ [x $10^3$ Nm/rad] | 7,1 | 16 | 29 | 57 | 120 |
| | $K_2$ [x $10^3$ Nm/rad] | 6,1 | 14 | 25 | 50 | 110 |
| | $K_1$ [x $10^3$ Nm/rad] | 4,7 | 10 | 16 | 31 | 67 |

## • Lastfreies Anlaufdrehmoment

Tabelle 1.2.7

**[Ncm]**

| Untersetzung | Baugröße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 |
| 30 | 4,3 | 6,5 | 11,0 | 19,0 | 45,0 |
| 50 | 3,3 | 5,1 | 6,6 | 12,0 | 26,0 |
| 80 | 2,4 | 3,3 | 4,1 | 7,7 | 16,0 |
| 100 | 2,1 | 2,9 | 3,7 | 6,9 | 15,0 |
| 120 | – | 2,7 | 3,3 | 6,3 | 13,0 |
| 160 | – | – | 2,9 | 5,5 | 12,0 |

## • Lastfreies Rückdrehmoment

Tabelle 1.2.8

**[Nm]**

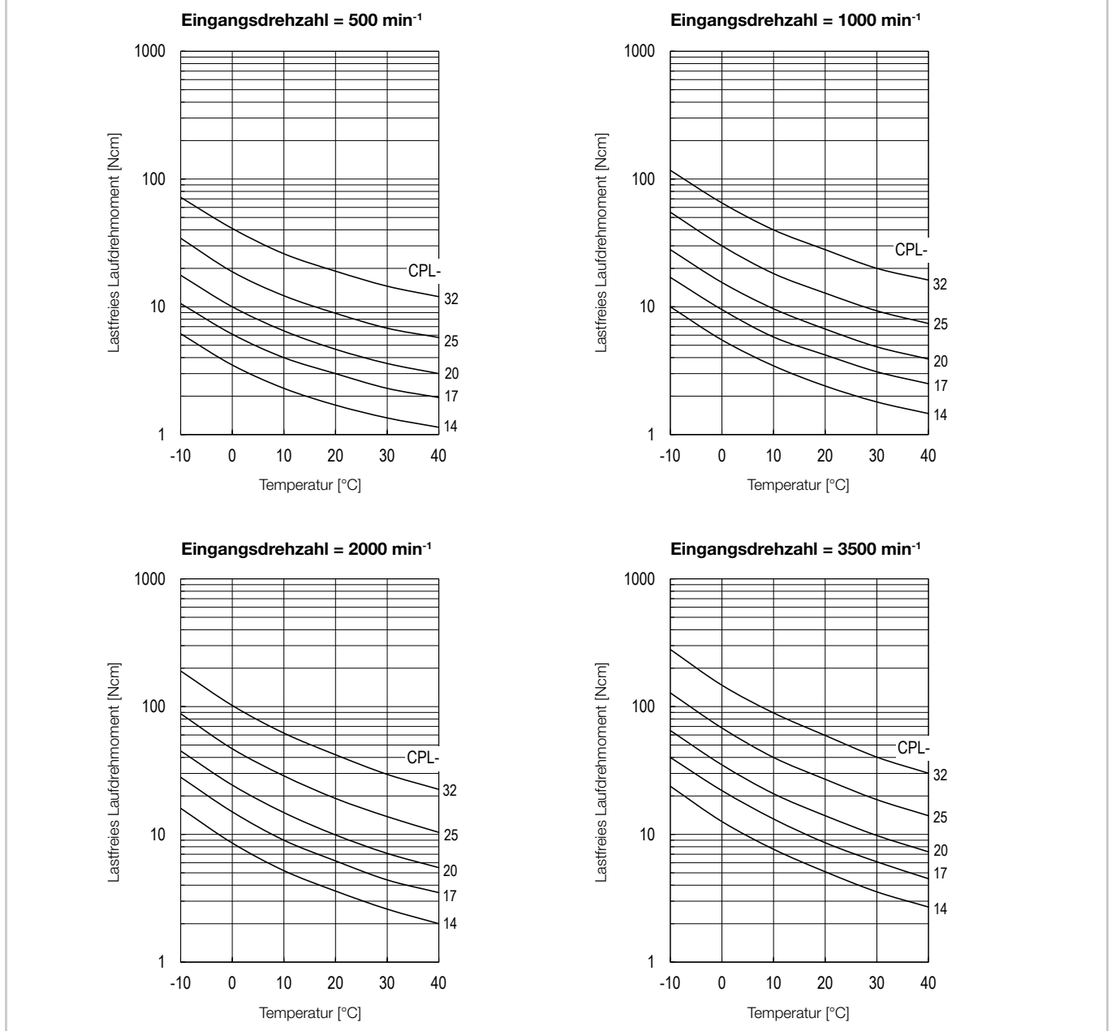
| Untersetzung | Baugröße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 |
| 30 | 2,0 | 3,2 | 5,5 | 10,0 | 21,0 |
| 50 | 1,4 | 2,5 | 4,0 | 7,5 | 16,0 |
| 80 | 1,4 | 2,5 | 4,2 | 7,7 | 16,0 |
| 100 | 1,7 | 2,8 | 4,5 | 8,4 | 18,0 |
| 120 | – | 3,1 | 4,9 | 9,2 | 19,0 |
| 160 | – | – | 5,8 | 11,0 | 23,0 |

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Lastfreies Laufdrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett SK-2 (Baugröße 14, 17) bzw. SK-1A (Baugröße ≥ 20).

Abbildung 1.2.2




### Korrekturwerte für lastfreies Laufdrehmoment

Beim Einsatz von Getrieben mit Untersetzungen i ≠ 100 sind die aus den Kurven abgelesenen Daten um die folgenden Werte zu korrigieren.

Tabelle 1.2.9

**[Ncm]**

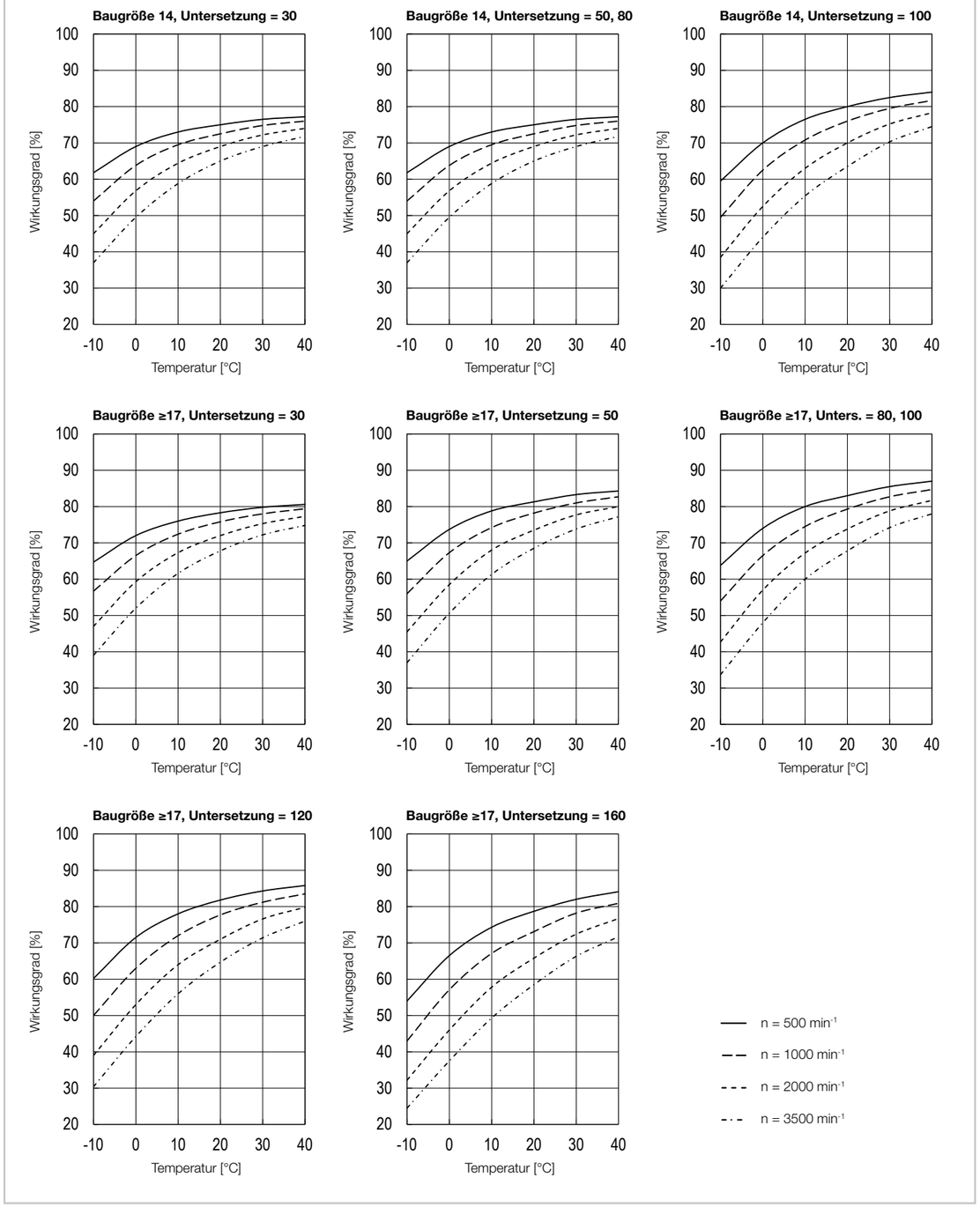
| Untersetzung | Baugröße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 |
| 30 | 1,1 | 1,8 | 2,7 | 5,0 | 10,0 |
| 50 | 0,5 | 0,8 | 1,2 | 2,2 | 4,5 |
| 80 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,7 |
| 120 | - | -0,1 | -0,1 | -0,2 | -0,5 |
| 160 | - | - | -0,3 | -0,6 | -1,2 |

- Wirkungsgrad

## Wirkungsgrad für Fettschmierung bei Nenndrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett SK-2 (Baugröße 14, 17) bzw. SK-1A (Baugröße ≥ 20).

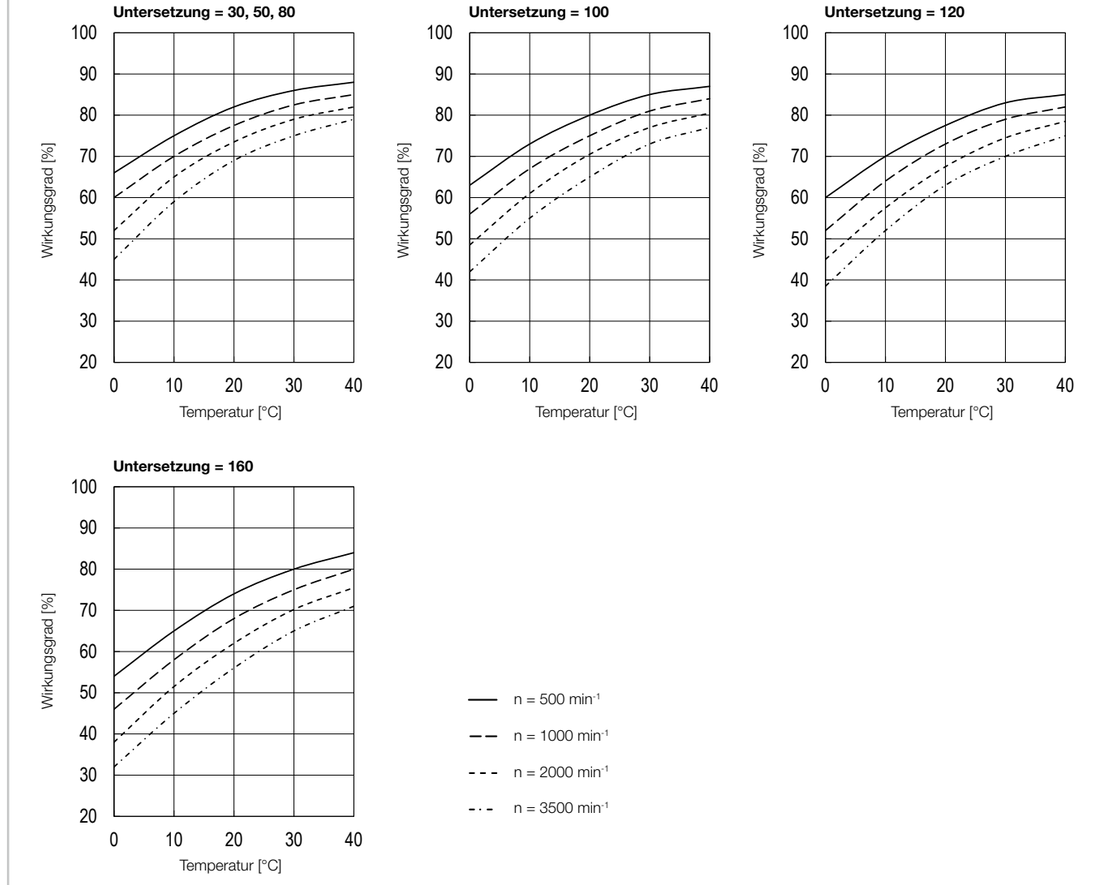
Abbildung 1.2.3




## Wirkungsgrad für Ölschmierung bei Nenndrehmoment

Die Diagramme gelten für Mineralöl DEA CLP 68.

Abbildung 1.2.4




Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

### Wirkungsgradberechnung

Der Wirkungsgrad hängt von folgenden Parametern ab: Untersetzung, Eingangsdrehzahl, Lastmoment, Temperatur, Schmierstoff und Schmierstoffmenge. Wenn das Lastmoment kleiner als das Nennmoment ist, ergibt sich ein kleinerer Wirkungsgrad als in den Wirkungsgradkennlinien angegeben. Der drehmomentspezifische Wirkungsgrad wird mittels des Berechnungsfaktors K ermittelt.

### Berechnungsbeispiel

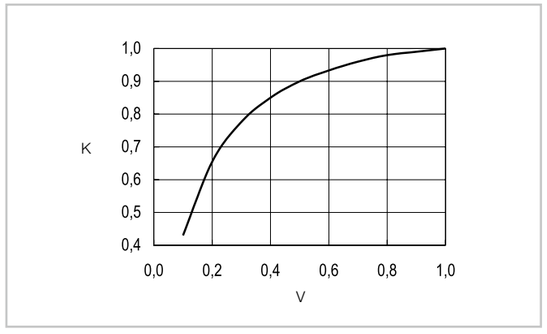
Produkt: CPL-20-80-2A-GR

- Eingangsdrehzahl: 1000 $min^{-1}$
- (Durchschnittliches) Lastmoment $T_{av}$: 20 Nm
- Nenndrehmoment $T_N$ (Katalogangabe): 34 Nm
- Fettschmierung mit Harmonic Drive® Schmierfett SK-1A, Schmiermitteltemperatur: 20 °C.

1. Berechnung des Drehmomentfaktors
   $V = T_{av}/T_N = 20/34 = 0,59$ (Für $V > 1$ ist $K = 1$)
2. Ablesen des Berechnungsfaktors K aus Diagramm Abbildung 1.2.5: K = 0,93
3. Ablesen des Wirkungsgrads aus Wirkungsgrad-kennlinie Abbildung 1.2.3: η = 80 %
4. Berechnung des lastabhängigen Wirkungsgrads
   ηL = 80 % · 0,93 = 74 %

Abbildung 1.2.5

**Berechnungsfaktor K**




## Konstruktionshinweise

### • Fettschmierung

Zur Sicherstellung einer optimalen Schmierung sollte der Getrieberaum kompakt gehalten werden, Beispiel siehe Abbildung 1.2.6 und Tabelle 1.2.10.

Bei Füllung des Getrieberaums mit mehr als 50 % Schmierfett steigt die Leckagegefahr. Darum sollte die Relation Fettvolumen/Getrieberaum kleiner als 0,5 sein. Beim Einbau mit vorwiegend oben oder unten liegendem Wave Generator sollte der Spalt c mit einer zusätzlichen Fettmenge gemäß Tabelle 1.2.10 gefüllt werden.

Verwendete Materialien:
- Circular Spline: Grauguss, blank
- Wave Generator, Flexspline: Stahl, blank

Abbildung 1.2.6

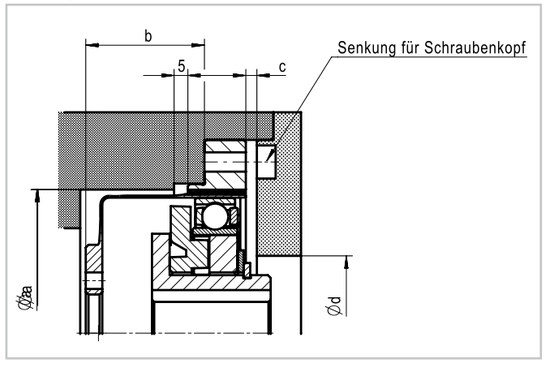



Tabelle 1.2.10

**[mm]**

| | Baugröße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 |
| ø a | 38 | 45 | 53 | 66 | 86 |
| b | 17,1 | 19,0 | 20,5 | 23,0 | 26,8 |
| c[1)] | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| c[2)] | 3,0 | 3,0 | 4,5 | 4,5 | 4,5 |
| ø d | 16 | 26 | 30 | 37 | 37 |

[1)] Achse horizontal oder vertikal, Wave Generator unten
[2)] Achse vertikal, Wave Generator oben

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.





## Schmierung

Harmonic Drive® Getriebe-Einbausätze werden standardmäßig ohne Schmierstoff geliefert. Sie müssen vor Inbetriebnahme gemäß der folgenden Darstellungen geschmiert werden.

### • Fettschmierung

Wir empfehlen den Einsatz der in Tabelle 1.2.11 genannten Schmierfette.

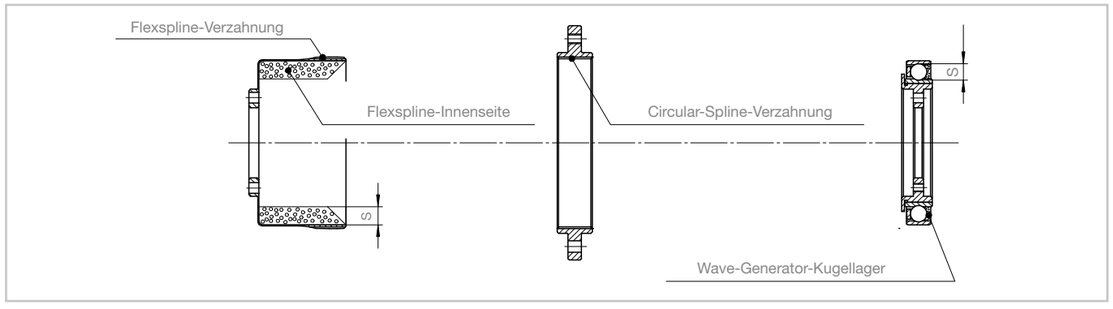
Tabelle 1.2.11

| Untersetzung | Harmonic Drive® Schmierfett | Baugröße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 |
| 30 | Flexolub®-A1 | O | O | O | O | O |
| | SK-1A | - | - | Δ | Δ | Δ |
| | SK-2 | Δ | Δ | - | - | - |
| | 4BNo. 2 | Δ | Δ | □ | □ | □ |
| ≥50 | SK-1A | - | - | O | O | O |
| | SK-2 | O | O | Δ | Δ | Δ |
| | 4BNo.2 | □ | □ | □ | □ | □ |
| | Flexolub®-A1 | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ |

O Standard-Schmierfett
□ Empfohlen bei sehr hoher Last bzw. sehr hohen Anforderungen an die Lebensdauer des Schmierfetts
Δ Optionales Schmierfett, bitte Rücksprache

Die Getriebe-Einbausätze müssen vor Inbetriebnahme in vier Bereichen geschmiert werden, siehe Abbildung 1.2.7.
- Flexspline: An der Innenwandung des Flexsplines umlaufend ein Fettreservoir anlegen. Das Maß „s“ soll ungefähr der Höhe des Wave-Generator-Kugellagers entsprechen.
- Verzahnungen: Jeweils die Zahnlücken mit Fett auffüllen
- Wave-Generator-Kugellager: Den Bereich Lagerkugeln und Lagerkäfig großzügig mit Fett einstreichen.

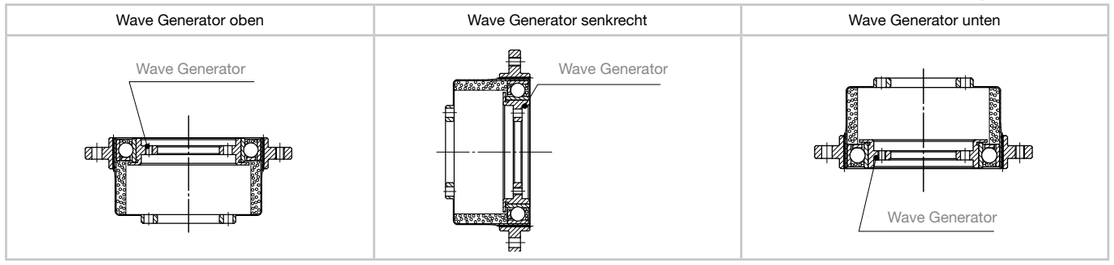
Abbildung 1.2.7




Die erforderliche Fettmenge ist neben der Baugröße auch von der Betriebsposition des Getriebes abhängig. Die im folgenden Text definierten Betriebspositionen „Wave Generator oben“ bzw. „Wave Generator unten“ beziehen sich auf die relative Lage des Wave Generators zum Flexspline-Flansch, siehe Abbildung 1.2.8.

Abbildung 1.2.8

**Betriebspositionen**




Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

Bei überwiegendem Einsatz mit oben oder unten liegendem Wave Generator ist eine zusätzliche Fettbefüllung erforderlich, siehe Abbildung 1.2.9 und Tabelle 1.2.12.

Abbildung 1.2.9

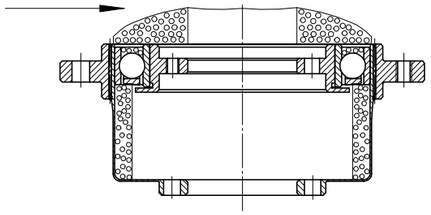


Tabelle 1.2.12

**Fettmenge [g]**

| | | Baugröße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 |
| Einbaulage | Wave Generator senkrecht | 5,5 | 10,0 | 16,0 | 30,0 | 60,0 |
| | Wave Generator unten | 7,0 | 12,0 | 18,0 | 35,0 | 70,0 |
| | Wave Generator oben | 8,5 | 14,0 | 21,0 | 40,0 | 80,0 |

## • Ölschmierung

Für Harmonic Drive® CPL Getriebe-Einbausätze ist Ölschmierung möglich. Es muss ein eigenständiger Schmierraum vorgesehen sein. In Abbildung 1.2.10 und Tabelle 1.2.13 sind empfohlene Ölstände für horizontale und vertikale Einbaulagen angegeben.

Abbildung 1.2.10

**Betriebspositionen**

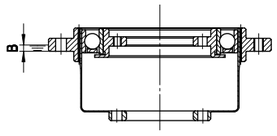
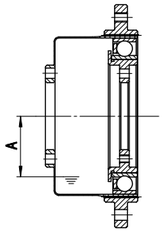
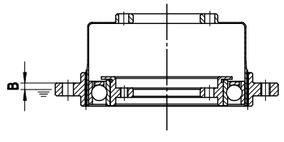
| Wave Generator oben | Wave Generator senkrecht | Wave Generator unten |
|---|---|---|
|  |  |  |
| B = Ölstand | A = Ölstand | B = Ölstand |

Tabelle 1.2.13

**Ölstände [mm]**

| | Baugröße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 |
| A | 10 | 12 | 14 | 17 | 24 |
| B | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 |

### Ölbohrungen

Bei vertikaler Achse mit obenliegendem Wave Generator muss durch konstruktive Maßnahmen sichergestellt werden, dass das vom Wave Generator aus dem Flexspline herausgeschleuderte Öl wieder zurücklaufen kann. Dies kann durch eine Verbindung der beiden Ölräume mittels Ölbohrungen im Flexspline-Boden erfolgen. Bitte Rücksprache mit der Harmonic Drive SE.

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

# Montagetoleranzen

Wir empfehlen bei der Montage die Einhaltung der folgenden Toleranzen:

Abbildung 1.2.11

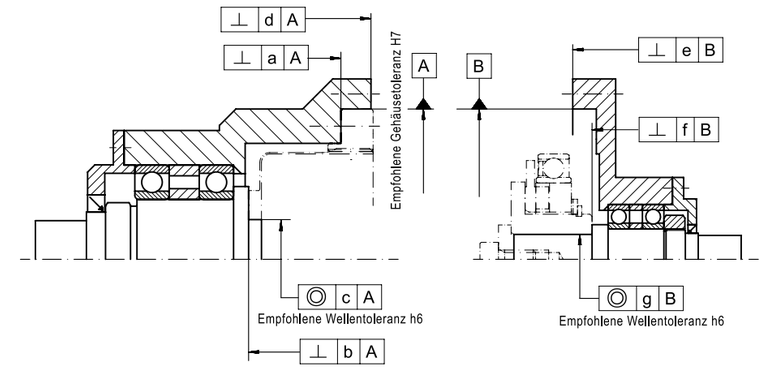



Tabelle 1.2.14

**[mm]**

| | Baugröße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 |
| a | 0,011 | 0,012 | 0,013 | 0,014 | 0,016 |
| b | 0,008 | 0,011 | 0,014 | 0,018 | 0,022 |
| c | 0,015 | 0,018 | 0,019 | 0,022 | 0,022 |
| d | 0,011 | 0,015 | 0,017 | 0,024 | 0,026 |
| e | 0,011 | 0,015 | 0,017 | 0,024 | 0,026 |
| f | 0,008 | 0,010 | 0,010 | 0,012 | 0,012 |
| g | 0,016 | 0,018 | 0,019 | 0,022 | 0,022 |

Motorwellentoleranzen sollten der DIN 42955 R entsprechen.

# Montage

## • Montage des Flexsplines

### Klemmring

Zur Vermeidung einer Beschädigung des Getriebes muss darauf geachtet werden, dass Schraubenköpfe, Stifte oder Schraubenmuttern die Verformung des Flexsplines nicht behindern. Wir empfehlen den Einsatz eines Klemmringes mit den angegebenen Abmessungen. Material S45C (DINHC45), vergütet, HB200 bis 270 oder vergleichbar. Der Klemmring gehört nicht zum Lieferumfang.

Abbildung 1.2.12

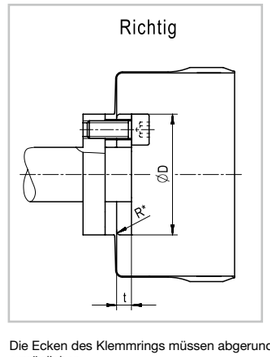
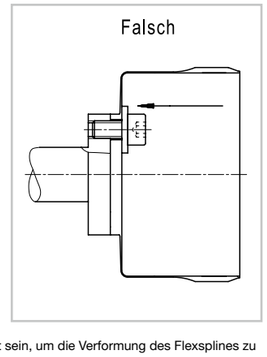



Abbildung 1.2.13




Die Ecken des Klemmrings müssen abgerundet sein, um die Verformung des Flexsplines zu ermöglichen.

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## Abmessungen des Klemmrings

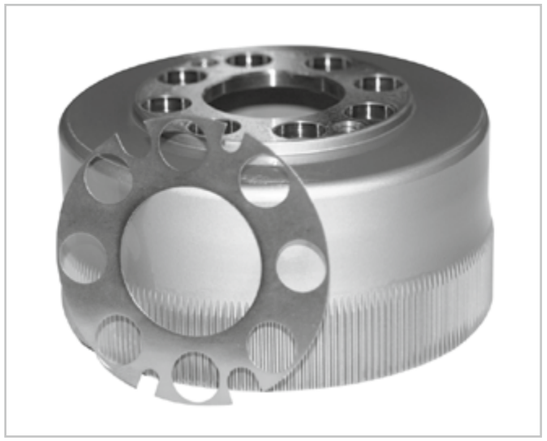
Tabelle 1.2.15 [mm]

| | Baugröße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 |
| $D^{\ 0}_{-0,1}$ | 24,5 | 29,0 | 34,0 | 42,0 | 55,0 |
| $R^{\ +0,1}_{\ 0}$ | 1,2 | 1,2 | 1,4 | 1,5 | 2,0 |
| t | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 5,0 | 7,0 |

## Friction Shim

Zur Erhöhung des Reibungskoeffizienten zwischen Flexspline und kundenseitigem Abtriebselement wird eine beidseitig diamantbeschichtete Metallscheibe (Friction Shim) eingesetzt. Dieses Element gehört zum Lieferumfang.

Abbildung 1.2.14



## Verschraubung Flexspline

Tabelle 1.2.16

| | [Einheit] | Baugröße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 |
| Anzahl der Schrauben | | 12 | 14 | 12 | 12 | 12 |
| Größe der Schrauben | | M2,5 | M2,5 | M3 | M4 | M5 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 18,9 | 23,1 | 27,0 | 33,6 | 44,9 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 1,2 | 1,2 | 2,2 | 5,1 | 10,0 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 57 | 87 | 134 | 328 | 778 |

Schraubenqualität: 12.9, Reibungskoeffizient μ=0,4 (durch Friction Shim).
Das übertragbare Drehmoment der Flexspline-Verschraubung ist bei einigen Produkten niedriger als die Grenze für Kollisionsdrehmoment, vergleiche mit Tabelle 1.2.3.
Wir empfehlen, das von der Flexspline-Verschraubung übertragbare Drehmoment im Betrieb nicht zu überschreiten.

## • Montage des Circular Splines

## Verschraubung Circular Spline

Tabelle 1.2.17

| | [Einheit] | Baugröße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 |
| Anzahl der Schrauben | | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 44 | 54 | 62 | 75 | 100 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 5,1 | 10,0 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 110 | 130 | 150 | 315 | 690 |

Schraubenqualität: 12.9, Reibungskoeffizient μ = 0,15.

## • Montage des Wave Generators

Bei der Montage ist das im Katalog/Bestätigungszeichnung angegebene axiale Montagemaß einzuhalten.

## Verschraubung Wave Generator

Tabelle 1.2.18

| | [Einheit] | Baugröße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 |
| Anzahl der Schrauben | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Größe der Schrauben | | M2 | M2 | M2,5 | M3 | M4 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 0,60 | 0,60 | 1,23 | 2,15 | 5,10 |

Schraubenqualität: 12.9

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## Produktbeschreibung

# Kompakt, leicht und präzise

Die Getriebe-Einbausätze der Baureihe CSD-2A zeichnen sich durch kürzeste Bauform, geringes Gewicht sowie eine große Hohlwelle aus und eignen sich für Anwendungen mit kleinem Bauraum.

## Merkmale

- Kürzeste Bauform
- Geringes Gewicht
- Große Hohlwelle zur Durchführung von Versorgungskabeln und Wellen
- Hohe Dynamik durch reduziertes Massenträgheitsmoment
- Ideal für Anwendungen mit eigener Lagerung



## Bestellbezeichnung

Tabelle 1.3.1

| Bestellbezeichnung | CSD | - | 20 | - | 100 | - | 2A-GR | - | BB | - | SP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baureihe** | | | | | | | | | | | |
| **Baugröße**<br>(entspricht dem Teilkreisdurchmesser der Flexspline-Verzahnung in Zoll x 10) | | | 14<br>17<br>20<br>25<br>32<br>40<br>50 | | | | | | | | |
| **Untersetzung**<br>(in der Antriebskonfiguration:<br>Circular Spline (CS) fixiert, Wave Generator (WG) Antrieb, Flexspline (FS) Abtrieb | | | | | 50<br>80<br>100<br>120<br>160 | | | | | | |
| **Version**<br>Getriebe-Einbausatz Baugrößen 14, 17<br>Getriebe-Einbausatz Baugrößen 20 bis 50 | | | | | | | 2A-R<br>2A-GR | | | | |
| **Option Flexspline-Hohldurchmesser**<br>Standardausführung (Feld bleibt leer)<br>Flexspline mit vergrößerter zentraler Bohrung (BB = big bore) | | | | | | | | | [ ]<br>BB | | |
| **Kundenspezifische Ausführung**<br>Standardausführung (Feld bleibt leer)<br>Sonderausführung (auf Anfrage) | | | | | | | | | | | [ ]<br>SP |

Bitte beachten Sie die Tabelle der möglichen Kombinationen.

## Kombinationen

Tabelle 1.3.2

| | | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| Untersetzung | 50 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 80 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 100 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 120 | - | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 160 | - | - | ● | ● | ● | ● | ● |
| Option Flexspline | [ ] | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Hohldurchmesser | BB | - | - | ● | ● | ● | ● | ● |

● verfügbar o auf Anfrage - nicht verfügbar

# Technische Daten

## • Leistungsdaten

Tabelle 1.3.3

| Baugröße | Untersetzung | Grenze für wiederholbares Spitzendrehmoment | Grenze für Durchschnittsdrehmoment | Nenndrehmoment bei 2000 min$^{-1}$ | Grenze für Kollisionsdrehmoment | | Max. Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] | | Grenze für mittlere Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] | | Massenträgheitsmoment | Gewicht |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Schmierung | | Schmierung | | | |
| | i | $T_R$ [Nm] | $T_A$ [Nm] | $T_N$ [Nm] | $T_M$ [Nm] | | Öl | Fett | Öl | Fett | [kgm$^2$] | [kg] |
| 14 | 50 | 12,0 | 4,8 | 3,7 | 24,0 | | 14000 | 8500 | 6500 | 3500 | 0,021*10$^{-4}$ | 0,06 |
| | 80 | 16,0 | 7,7 | 5,4 | 31,0 | | | | | | | |
| | 100 | 19,0 | 7,7 | 5,4 | 31,0 | | | | | | | |
| 17 | 50 | 23 | 18 | 11 | 48 | | 10000 | 7300 | 6500 | 3500 | 0,054*10$^{-4}$ | 0,1 |
| | 80 | 29 | 19 | 15 | 55[3] | | | | | | | |
| | 100 | 37 | 27 | 16 | 55[3] | | | | | | | |
| | 120 | 37 | 27 | 16 | 55[3] | | | | | | | |
| 20 | 50 | 39 | 24 | 17 | 69 | | 10000 | 6500 | 6500 | 3500 | 0,090*10$^{-4}$ | 0,13 |
| | 80 | 51 | 33 | 24 | 76[1][3] | 65[2][3] | | | | | | |
| | 100 | 57 | 34 | 28 | 76[1][3] | 65[2][3] | | | | | | |
| | 120 | 60 | 34 | 28 | 76[1][3] | 65[2][3] | | | | | | |
| | 160 | 64 | 34 | 28 | 76[1][3] | 65[2][3] | | | | | | |
| 25 | 50 | 69 | 38 | 27 | 127 | | 7500 | 5600 | 5600 | 3500 | 0,282*10$^{-4}$ | 0,24 |
| | 80 | 96 | 60 | 44 | 152[1][3] | 135[2][3] | | | | | | |
| | 100 | 110 | 75 | 47 | 152[1][3] | 135[2][3] | | | | | | |
| | 120 | 117 | 75 | 47 | 152[1][3] | 135[2][3] | | | | | | |
| | 160 | 123 | 75 | 47 | 152[1][3] | 135[2][3] | | | | | | |
| 32 | 50 | 151 | 75 | 53 | 268 | | 7000 | 4800 | 4600 | 3500 | 1,09*10$^{-4}$ | 0,51 |
| | 80 | 213 | 117 | 83 | 359[1][3] | 331[2][3] | | | | | | |
| | 100 | 233 | 151 | 96 | 359[1][3] | 331[2][3] | | | | | | |
| | 120 | 247 | 151 | 96 | 359[1][3] | 331[2][3] | | | | | | |
| | 160 | 261 | 151 | 96 | 359[1][3] | 331[2][3] | | | | | | |
| 40 | 50 | 281 | 137 | 96 | 480 | | 5600 | 4000 | 3600 | 3000 | 2,85*10$^{-4}$ | 0,92 |
| | 80 | 364 | 198 | 144 | 685[1] | 580[2][3] | | | | | | |
| | 100 | 398 | 260 | 185 | 694[1][3] | 580[2][3] | | | | | | |
| | 120 | 432 | 315 | 205 | 694[1][3] | 580[2][3] | | | | | | |
| | 160 | 453 | 316 | 206 | 694[1][3] | 580[2][3] | | | | | | |
| 50 | 50 | 500 | 247 | 172 | 1000 | | 4500 | 3500 | 3000 | 2500 | 8,61*10$^{-4}$ | 1,9 |
| | 80 | 659 | 363 | 260 | 1300 | | | | | | | |
| | 100 | 686 | 466 | 329 | 1440[1] | 1315[2][3] | | | | | | |
| | 120 | 756 | 569 | 370 | 1440[1] | 1315[2][3] | | | | | | |
| | 160 | 823 | 590 | 370 | 1577[1][3] | 1315[2][3] | | | | | | |

[1] Standardausführung
[2] Ausführung mit vergrößertem Hohldurchmesser (BB)
[3] Das Kollisionsdrehmoment wird durch das max. übertragbare Drehmoment der Flexspline-Verschraubung begrenzt.

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## Details Wave Generator

Abbildung 1.3.1 **CSD-14, 17**

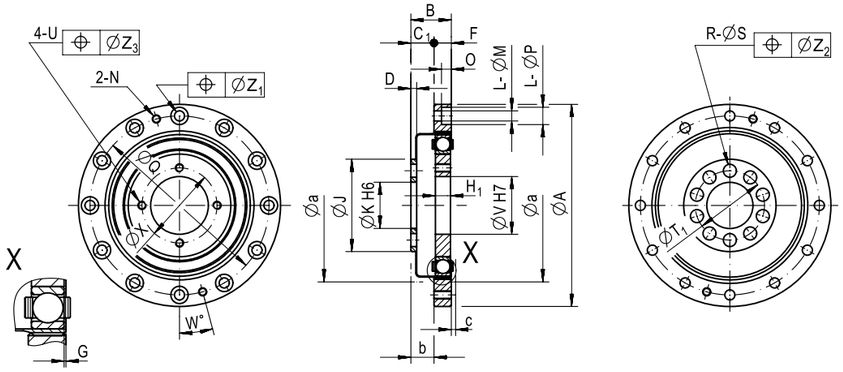


Abbildung 1.3.2 **CSD-20 ... 50**



## • Abmessungen

Abbildung 1.3.3 **[mm]**




CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

Tabelle 1.3.4

| Baugröße | 14 | 17 | 20 | | 25 | | 32 | | 40 | | 50 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Standard | Standard | Standard | BB | Standard | BB | Standard | BB | Standard | BB | Standard | BB |
| Ø A h7 | 50 | 60 | 70 | | 85 | | 110 | | 135 | | 170 | |
| B | 11,0 | 12,5 | 14,0 | | 17,0 | | 22,0 | | 27,0 | | 33,0 | |
| $C_1$ | 6,5 $^{+0,2}_{0}$ | 7,5 $^{+0,2}_{0}$ | 8 $^{+0,3}_{0}$ | | 10 $^{+0,3}_{0}$ | | 13 $^{+0,3}_{0}$ | | 16 $^{+0,3}_{0}$ | | 19,5 $^{+0,3}_{0}$ | |
| D | 1,4 | 1,7 | 2,0 | | 2,0 | | 2,5 | | 3,0 | | 3,5 | |
| F | 4,5 | 5,0 | 6,0 | | 7,0 | | 9,0 | | 11,0 | | 13,5 | |
| G | 0,3 $^{+0,2}_{0}$ | 0,3 $^{+0,2}_{0}$ | 0,3 $^{+0,2}_{0}$ | | 0,4 $^{+0,2}_{0}$ | | 0,5 $^{+0,2}_{0}$ | | 0,6 $^{+0,2}_{0}$ | | 0,8 $^{+0,2}_{0}$ | |
| $H_1$ | 4 $^{0}_{-0,1}$ | 5 $^{0}_{-0,1}$ | 5,2 $^{0}_{-0,1}$ | | 6,35 $^{0}_{-0,1}$ | | 8,6 $^{0}_{-0,1}$ | | 10,3 $^{0}_{-0,1}$ | | 12,7 $^{0}_{-0,1}$ | |
| Ø J | 23,0 | 27,2 | 32,0 | | 40,0 | | 52,0 | | 64,0 | | 80,0 | |
| Ø K H6 | 11 | 11 | 16 | 20 | 20 | 24 | 30 | 32 | 32 | 40 | 44 | 50 |
| L - Ø M / Ø P | 6 - Ø 3,4 / – | 8 - Ø 3,4 / – | 12 - Ø 3,4 / Ø 6,5 | | 12 - Ø 3,4 / Ø 6,5 | | 12 - Ø 4,5 / Ø 8 | | 12 - Ø 5,5 / Ø 9,5 | | 12 - Ø 6,6 / Ø 11 | |
| N | M3 | M3 | M3 | | M3 | | M4 | | M5 | | M6 | |
| O | – | – | 3,3 | | 3,3 | | 4,4 | | 5,4 | | 6,5 | |
| Ø Q | 44 | 54 | 62 | | 75 | | 100 | | 120 | | 150 | |
| R - Ø S | 9 - Ø 3,4 | 8 - Ø 4,5 | 9 - Ø 4,5 | 12 - Ø 3,4 | 9 - Ø 5,5 | 12 - Ø 4,5 | 11 - Ø 6,6 | 14 - Ø 5,5 | 10 - Ø 9 | 14 - Ø 6,6 | 11 - Ø 11 | 14 - Ø 9 |
| Ø $T_1$ | 17 | 19,5 | 24 | 26 | 30 | 32 | 41 | 42 | 48 | 52 | 62 | 65 |
| U | M3 | M3 | M3 | | M3 | | M4 | | M5 | | M6 | |
| Ø V H7 | 11 | 15 | 20 | | 24 | | 32 | | 40 | | 50 | |
| W° | 30,0 | 22,5 | 15,0 | | 15,0 | | 15,0 | | 15,0 | | 15,0 | |
| Ø X | 17 | 21 | 26 | | 30 | | 40 | | 50 | | 60 | |
| Ø $Z_1$ | 0,20 | 0,20 | 0,20 | | 0,20 | | 0,25 | | 0,25 | | 0,30 | |
| Ø $Z_2$ | 0,20 | 0,25 | 0,25 | 0,20 | 0,25 | | 0,30 | 0,25 | 0,50 | 0,30 | 0,50 | |
| Ø $Z_3$ | 0,25 | 0,25 | 0,20 | | 0,20 | | 0,25 | | 0,25 | | 0,30 | |
| Ø a * | 38 | 45 | 53 | | 66 | | 86 | | 106 | | 133 | |
| b * | 6,5 | 7,5 | 8,0 | | 10,0 | | 13,0 | | 16,0 | | 19,5 | |
| c * | 1,0 | 1,0 | 1,5 | | 1,5 | | 2,0 | | 2,5 | | 3,5 | |

* Minimaler Gehäuseabstand

## • Genauigkeit

Tabelle 1.3.5

**[arcmin]**

| | Baugröße | |
|---|---|---|
| | 14, 17 | ≥ 20 |
| Übertragungsgenauigkeit | < 1,5 | < 1,0 |
| Hystereseverlust | < 2 | < 2 |
| Lost Motion | < 1 | |
| Wiederholgenauigkeit | < ±0,1 | |

## • Torsionssteifigkeit

Tabelle 1.3.6

| | Symbol [Einheit] | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| Grenzdrehmomente | $T_1$ [Nm] | 2,0 | 3,9 | 7 | 14 | 29 | 54 | 108 |
| | $T_2$ [Nm] | 6,9 | 12,0 | 25 | 48 | 108 | 196 | 382 |
| i = 50 | $K_3$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,47 | 1,20 | 2,0 | 3,7 | 8,4 | 15,0 | 30 |
| | $K_2$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,37 | 0,88 | 1,3 | 2,7 | 6,1 | 11,0 | 21 |
| | $K_1$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,29 | 0,67 | 1,1 | 2,0 | 4,7 | 8,8 | 17 |
| ≥ 80 | $K_3$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,61 | 1,30 | 2,5 | 4,7 | 11,0 | 20,0 | 37 |
| | $K_2$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,44 | 0,94 | 1,7 | 3,7 | 7,8 | 14,0 | 29 |
| | $K_1$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,40 | 0,84 | 1,3 | 2,7 | 6,1 | 11,0 | 21 |

## • Lastfreies Anlaufdrehmoment

Tabelle 1.3.7

**[Ncm]**

| Untersetzung | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| 50 | 3,7 | 5,7 | 7,3 | 14,0 | 28 | 50 | 94 |
| 80 | 2,7 | 3,8 | 4,8 | 8,8 | 19 | 32 | 63 |
| 100 | 2,4 | 3,3 | 4,3 | 7,9 | 18 | 29 | 56 |
| 120 | - | 3,1 | 3,8 | 7,2 | 16 | 27 | 53 |
| 160 | - | - | 3,4 | 6,4 | 14 | 24 | 44 |

## • Lastfreies Rückdrehmoment

Tabelle 1.3.8

**[Nm]**

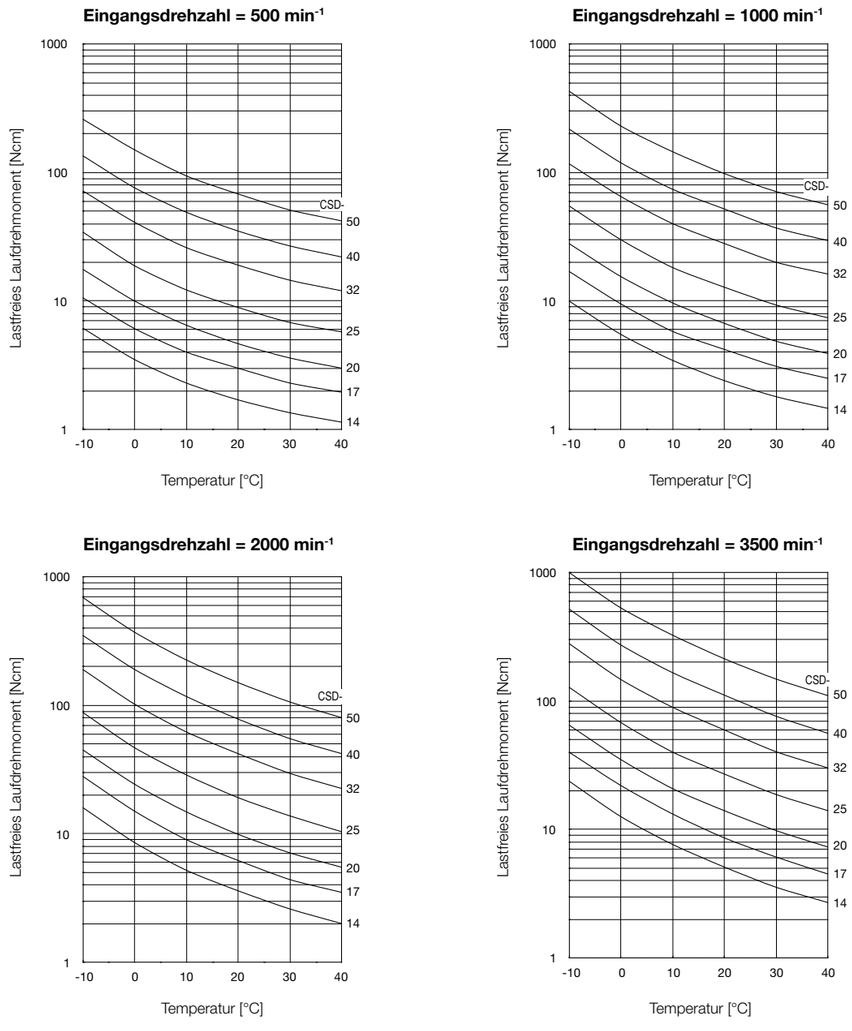
| Untersetzung | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| 50 | 2,5 | 3,8 | 4,4 | 8,3 | 17 | 30 | 57 |
| 80 | 2,6 | 3,7 | 4,9 | 8,8 | 19 | 32 | 62 |
| 100 | 3,1 | 4,1 | 5,2 | 9,6 | 21 | 35 | 67 |
| 120 | - | 4,5 | 5,7 | 11,0 | 22 | 38 | 74 |
| 160 | - | - | 6,6 | 12,0 | 28 | 45 | 85 |

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Lastfreies Laufdrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett SK-2 (Baugröße 14, 17) bzw. SK-1A (Baugrößen ≥ 20).

Abbildung 1.3.4




### Korrekturwerte für lastfreies Laufdrehmoment

Beim Einsatz von Getrieben mit Untersetzungen i ≠ 100 sind die aus den Kurven abgelesenen Daten um die folgenden Werte zu korrigieren.

Tabelle 1.3.9

**[Ncm]**

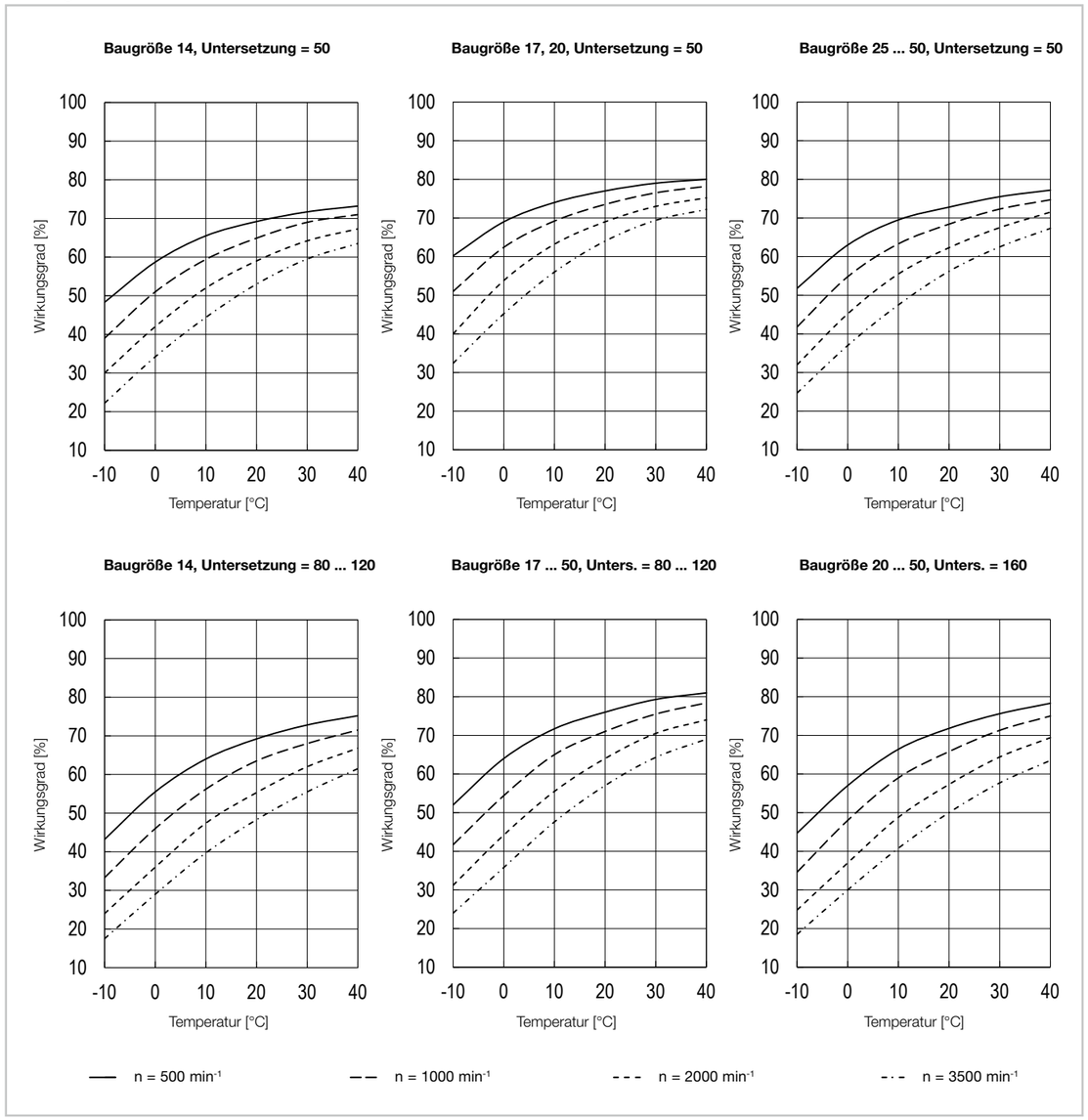
| Untersetzung | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| 50 | 0,56 | 0,95 | 1,40 | 2,60 | 5,40 | 9,60 | 18,00 |
| 80 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,8 | 1,5 | 2,7 |
| 120 | - | -0,1 | -0,2 | -0,3 | -0,6 | -1,1 | -2,0 |
| 160 | - | - | -0,39 | -0,72 | -1,50 | -2,60 | -4,80 |

- Wirkungsgrad

## Wirkungsgrad für Fettschmierung bei Nenndrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett SK-2 (Baugröße 14, 17) bzw. SK-1A (Baugröße ≥ 20).

Abbildung 1.3.5




## Wirkungsgradberechnung

Der Wirkungsgrad hängt von folgenden Parametern ab: Untersetzung, Eingangsdrehzahl, Lastmoment, Temperatur, Schmierstoff und Schmierstoffmenge. Wenn das Lastmoment kleiner als das Nennmoment ist, ergibt sich ein kleinerer Wirkungsgrad als in den Wirkungsgradkennlinien angegeben. Der drehmomentspezifische Wirkungsgrad wird mittels des Berechnungsfaktors K ermittelt.

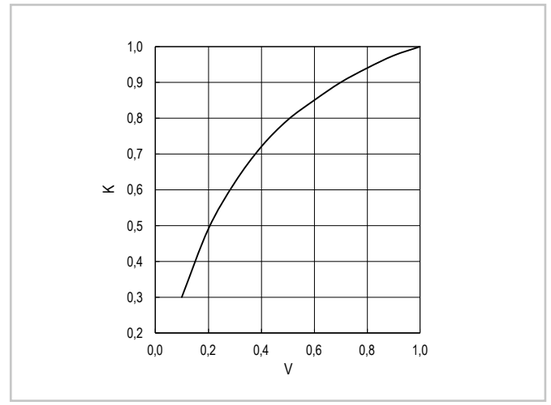
## Berechnungsbeispiel

Produkt: CSD-20-80-2A-GR

- Eingangsdrehzahl: 1000 $min^{-1}$
- (Durchschnittliches) Lastmoment $T_{av}$: 20 Nm
- Nenndrehmoment $T_N$ (Katalogangabe): 24 Nm
- Fettschmierung mit Harmonic Drive® Schmierfett
- SK-1A, Schmiermitteltemperatur: 20 °C.

1. Berechnung des Drehmomentfaktors
   $V = T_{av}/T_N = 20/24 = 0{,}83$ (Für V > 1 ist K = 1)
2. Ablesen des Berechnungsfaktors K aus Diagramm Abbildung 1.3.6: K = 0,95
3. Ablesen des Wirkungsgrads aus Wirkungsgrad-kennlinie Abbildung 1.3.5: η = 71 %
4. Berechnung des lastabhängigen Wirkungsgrads
   $\eta_L = 71\ \% \cdot 0{,}95 = 67\ \%$

Abbildung 1.3.6




# Konstruktionshinweise

- Fettschmierung

Zur Sicherstellung einer optimalen Schmierung sollte der Getrieberaum kompakt gehalten werden, Beispiel siehe Abbildung 1.3.7 und Tabelle 1.3.10.

Bei Füllung des Getrieberaums mit mehr als 50 % Schmierfett steigt die Leckagegefahr. Darum sollte die Relation Fettvolumen/Getrieberaum kleiner als 0,5 sein. Beim Einbau mit vorwiegend oben oder unten liegendem Wave Generator sollte der Spalt c mit einer zusätzlichen Fettmenge gemäß Tabelle 1.3.10 gefüllt werden.

Verwendete Materialien:
- Circular Spline: Grauguss, blank
- Wave Generator, Flexspline: Stahl, blank

Abbildung 1.3.7

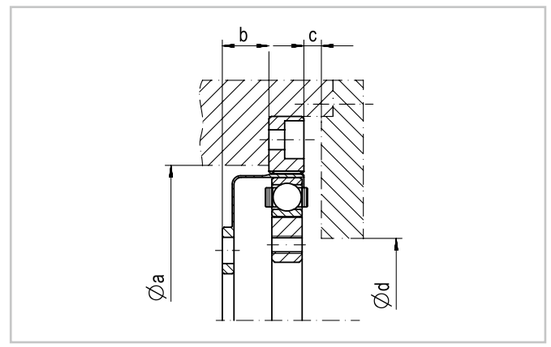



Tabelle 1.3.10

| Symbol | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| øa | 38 | 45 | 53 | 66 | 86 | 106 | 133 |
| b | 6,5 | 7,5 | 8,0 | 10,0 | 13,0 | 16,0 | 19,5 |
| c[1)] | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,5 |
| c[2)] | 3,0 | 3,0 | 4,5 | 4,5 | 6,0 | 7,5 | 10,5 |
| ød | 16 | 26 | 30 | 37 | 37 | 45 | 45 |

[1)] Achse horizontal oder vertikal, Wave Generator unten
[2)] Achse vertikal, Wave Generator oben

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

# Schmierung

Harmonic Drive® Getriebe-Einbausätze werden standardmäßig ohne Schmierstoff geliefert. Sie müssen vor Inbetriebnahme gemäß der folgenden Darstellungen geschmiert werden.

## • Fettschmierung

Wir empfehlen den Einsatz der in Tabelle 1.3.11 genannten Schmierfette.

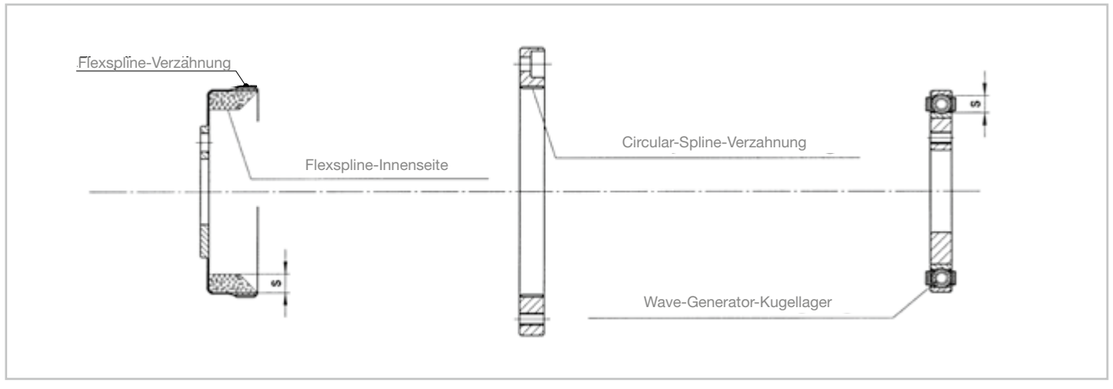
Tabelle 1.3.11

| Harmonic Drive® Schmierfett | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| SK-1A | - | - | O | O | O | O | O |
| SK-2 | O | O | Δ | Δ | Δ | Δ | - |
| 4BNo.2 | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |

O Standard-Schmierfett
□ Empfohlen bei sehr hoher Last bzw. sehr hohen Anforderungen an die Lebensdauer des Schmierfetts
Δ Optionales Schmierfett, bitte Rücksprache

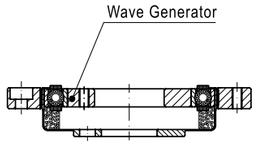
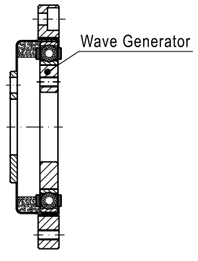
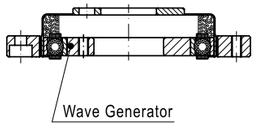
Die Getriebe-Einbausätze müssen vor Inbetriebnahme in vier Bereichen geschmiert werden, siehe Abbildung 1.3.8.
- Flexspline: An der Innenwandung des Flexsplines umlaufend ein Fettreservoir anlegen. Das Maß „s“ soll ungefähr der Höhe des Wave-Generator-Kugellagers entsprechen.
- Verzahnungen: Jeweils die Zahnlücken mit Fett auffüllen
- Wave-Generator-Kugellager: Den Bereich Lagerkugeln und Lagerkäfig großzügig mit Fett einstreichen.

Abbildung 1.3.8




Die erforderliche Fettmenge ist neben der Baugröße auch von der Betriebsposition des Getriebes abhängig. Die im folgenden Text definierten Betriebspositionen „Wave Generator oben“ bzw. „Wave Generator unten“ beziehen sich auf die relative Lage des Wave Generators zum Flexspline-Flansch, siehe Abbildung 1.3.9.

Abbildung 1.3.9 **Betriebspositionen**

| Wave Generator oben | Wave Generator senkrecht | Wave Generator unten |
|---|---|---|
|  |  |  |





Bei überwiegendem Einsatz mit oben oder unten liegendem Wave Generator ist eine zusätzliche Fettbefüllung erforderlich, siehe Abbildung 1.3.10 und Tabelle 1.3.12.

Abbildung 1.3.10

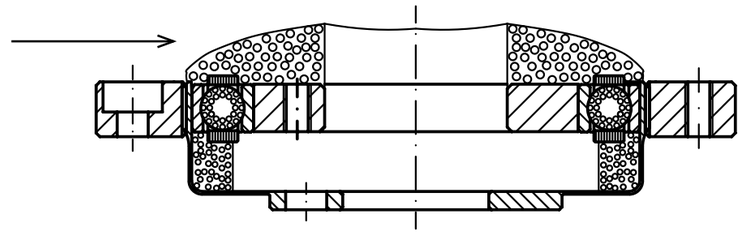


Tabelle 1.3.12 **Fettmenge [g]**

| | | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| Einbaulage | Wave Generator senkrecht | 3,5 | 5,2 | 9,0 | 17,0 | 37,0 | 68,0 | 131,0 |
| | Wave Generator unten | 3,9 | 6,0 | 10,0 | 19,0 | 42,0 | 78,0 | 149,0 |
| | Wave Generator oben | 4,6 | 7,1 | 12,0 | 22,0 | 48,0 | 88,0 | 175,0 |

## • Ölschmierung

Für Harmonic Drive® CSD-2A Getriebe-Einbausätze ist Ölschmierung möglich. Es muss ein eigenständiger Schmierraum vorgesehen sein. Bitte Rücksprache mit der Harmonic Drive SE.

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

# Montagetoleranzen

Wir empfehlen bei der Montage die Einhaltung der folgenden Toleranzen:

Abbildung 1.3.11

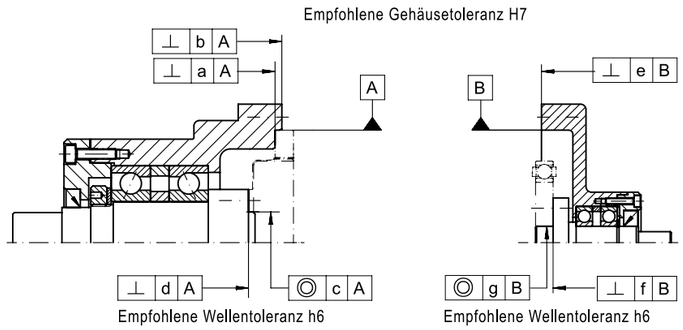



Tabelle 1.3.13 **[mm]**

| Symbol | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| a | 0,011 | 0,012 | 0,013 | 0,014 | 0,016 | 0,016 | 0,018 |
| b | 0,008 | 0,011 | 0,014 | 0,018 | 0,022 | 0,025 | 0,030 |
| c | 0,015 | 0,018 | 0,019 | 0,022 | 0,022 | 0,024 | 0,030 |
| d | 0,011 | 0,015 | 0,017 | 0,024 | 0,026 | 0,026 | 0,028 |
| e | 0,011 | 0,015 | 0,017 | 0,024 | 0,026 | 0,026 | 0,028 |
| f | 0,008 | 0,010 | 0,010 | 0,012 | 0,012 | 0,012 | 0,015 |
| g | 0,016 | 0,018 | 0,019 | 0,022 | 0,022 | 0,024 | 0,030 |

# Montage

## • Montage des Flexsplines

Zur Vermeidung einer Beschädigung des Getriebes muss darauf geachtet werden, dass Schraubenköpfe, Stifte oder Schraubenmuttern die Verformung des Flexsplines nicht behindern.

Die Schraubenköpfe dürfen den øJ am Flexspline nicht überragen, wie in Abbildung 1.3.12 und Tabelle 1.3.14 dargestellt. Andernfalls kann der Flexspline beschädigt werden. Ein Klemmring ist nicht erforderlich. Falls dennoch ein Klemmring eingesetzt wird, muss ein ausreichender axialer Abstand zwischen den Schraubenköpfen und dem Wave Generator sichergestellt werden. Unterlegscheiben sind nicht erforderlich. Falls dennoch Unterlegscheiben eingesetzt werden, dürfen diese den øJ nicht überragen.

Abbildung 1.3.12

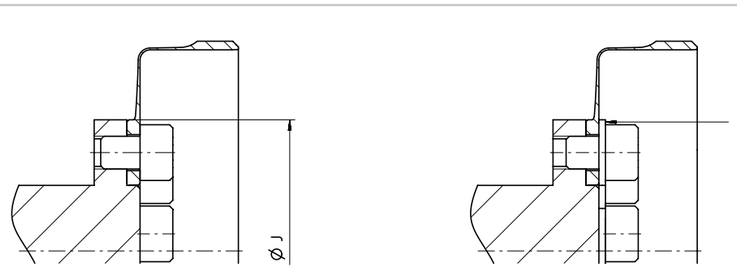



Tabelle 1.3.14

| Symbol | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| øJ | 23,0 | 27,2 | 32,0 | 40,0 | 52,0 | 64,0 | 80,0 |

## Verschraubung Flexspline

Tabelle 1.3.15

| | [Einheit] | CSD-2A | | | | | | | CSD-2A-BB | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| Anzahl der Schrauben | | 9 | 8 | 9 | 9 | 11 | 10 | 11 | 12 | 12 | 14 | 14 | 14 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M4 | M4 | M5 | M6 | M8 | M10 | M3 | M4 | M5 | M6 | M8 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 17 | 19,5 | 24 | 30 | 41 | 48 | 62 | 26 | 32 | 42 | 52 | 65 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,0 | 4,5 | 4,5 | 9,0 | 15,3 | 37,0 | 74,0 | 2,0 | 4,5 | 9,0 | 15,3 | 37,0 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 32 | 55 | 76 | 152 | 359 | 694 | 1577 | 65 | 135 | 331 | 580 | 1315 |

Schraubenqualität: 12.9, Reibungskoeffizient μ=0,15.

## • Montage des Circular Splines

Bei der Montage des Circular Splines sind die Hinweise im Kapitel Projektierung „Montage des Getriebe-Einbausatzes“ zu beachten.

## Verschraubung Circular Spline

Tabelle 1.3.16

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| Anzahl der Schrauben | | 6 | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M6 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 44 | 54 | 62 | 75 | 100 | 120 | 150 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 4,5 | 9,0 | 15,3 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 55 | 90 | 155 | 188 | 422 | 810 | 1434 |

Schraubenqualität: 12.9, Reibungskoeffizient μ = 0,15.

## • Montage des Wave Generators

Bei der Montage des Wave Generators ist das im Katalog/Bestätigungszeichnung angegebene Montagemaß „G“ gemäß Tabelle 1.3.4 einzuhalten.

## Verschraubung am Wave Generator

Tabelle 1.3.17

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| Anzahl der Schrauben | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M6 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 17,0 | 21,0 | 26,0 | 30,0 | 40,0 | 50,0 | 60,0 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,30 | 2,30 | 2,30 | 2,30 | 5,29 | 10,54 | 17,81 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 10 | 12 | 15 | 18 | 47 | 104 | 187 |

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## Produktbeschreibung

# Höchste Überlastfähigkeit und Lebensdauer

Die Getriebe-Einbausätze der Baureihe SHG-2A zeichnen sich durch höchste Drehmomentkapazität, Lebensdauer sowie Überlastfähigkeit aus und sind optional mit großer Hohlwelle verfügbar.

Die Getriebe-Einbausätze der Baureihe HFUS-2A ergänzen die verfügbaren SHG-Baugrößen und Untersetzungen bei im Vergleich etwas geringerer Lebensdauer.

Neben der bewährten Wellgetriebetechnologie ist die Baureihe SHG-2A auch in der Triangle-Technologie erhältlich. Diese setzt neue Maßstäbe in Torsionssteifigkeit, Übertragungsgenauigkeit und Dynamik.

### Merkmale

- Höchste Drehmomentkapazität
- Höchste Lebensdauer
- Großer Drehmomentbereich
- Optional mit großer Hohlwelle zur Durchführung von Versorgungskabeln oder Wellen verfügbar
- Ideal für Anwendungen mit eigener Lagerung



## Bestellbezeichnung

Tabelle 1.4.1

| Bestellbezeichnung | Tri | SHG | - | 20 | - | 100 | - | 2UH | - | SP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Technologie**<br>Standard Wellgetriebe Technologie (Feld bleibt leer)<br>Triangle-Technologie | [ ]<br>Tri | | | | | | | | | |
| **Baureihe** | | SHG<br>HFUS | | | | | | | | |
| **Baugröße**<br>(entspricht dem Teilkreisdurchmesser der Flexspline-Verzahnung in Zoll x 10) | | | | 14<br>17<br>20<br>25<br>32<br>40<br>45<br>50<br>58<br>65 | | | | | | |
| **Untersetzung**<br>(in der Antriebskonfiguration:<br>Circular Spline (CS) fixiert, Wave Generator (WG) Antrieb, Flexspline (FS) Abtrieb) | | | | | | 30<br>50<br>80<br>100<br>120<br>160 | | | | |
| **Version**<br>Baugrößen 14, 17<br>Baugrößen 20 … 65 | | | | | | | | 2A-R<br>2A-GR | | |
| **Kundenspezifische Ausführung**<br>Standardausführung (Feld bleibt leer)<br>Sonderausführung (auf Anfrage) | | | | | | | | | | [ ]<br>SP |

Bitte beachten Sie die Tabelle der möglichen Kombinationen.

# Kombinationen

Tabelle 1.4.2

**SHG-2A**

| | | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| Untersetzung | 30 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 50 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | - | - | - |
| | 80 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 100 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 120 | - | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 160 | - | - | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Version | 2A-R | ● | ● | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 2A-GR | - | - | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |

Tabelle 1.4.3

**HFUS-2A**

| | | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| Untersetzung | 30 | ● | ● | ● | ● | ● | - | - | - | - | - |
| | 50 | - | - | - | - | - | - | - | ●1) | ●1) | - |
| | 80 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 120 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 160 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Version | 2A-R | ● | ● | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 2A-GR | - | - | ● | ● | ● | - | - | ● | ● | - |

● verfügbar o auf Anfrage - nicht verfügbar

1) Nur mit Ölschmierung. Fettschmierung kann verwendet werden, wenn das Durchschnittsdrehmoment Tav nicht größer als das halbe Nenndrehmoment TN nach Tabelle 1.4.5 ist.

Tabelle 1.4.4

**TriSHG-2A**

| | | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| Untersetzung | 50 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 80 | - | o | o | o | o | o | o | o | o |
| | 100 | - | - | o | ● | o | o | o | o | o |
| | 120 | - | - | - | o | o | o | o | o | o |
| | 160 | - | - | - | o | ● | o | o | o | o |
| Version | 2A-R | - | o | - | - | - | - | - | - | - |
| | 2A-GR | - | - | o | ● | ● | o | o | o | o |

● verfügbar o auf Anfrage - nicht verfügbar

# Technische Daten

## • Leistungsdaten

Tabelle 1.4.5

**SHG-/HFUS-2A**

| Baureihe | Baugröße | Untersetzung | Grenze für wiederholbares Spitzendrehmoment | Grenze für Durchschnittsdrehmoment | Nenndrehmoment bei 2000 min$^{-1}$ | Grenze für Kollisionsdrehmoment | Max. Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] | | Grenze für mittlere Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] | | Massenträgheitsmoment | Gewicht |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Schmierung | | Schmierung | | | |
| | | i | $T_R$ [Nm] | $T_A$ [Nm] | $T_N$ [Nm] | $T_M$ [Nm] | Öl | Fett | Öl | Fett | [kgm$^2$] | [kg] |
| HFUS | 14 | 30 | 9,0 | 6,8 | 4,0 | 17,0 | 14000 | 8500 | 6500 | 3500 | 0,033x10$^{-4}$ | 0,11 |
| SHG | 14 | 50 | 23 | 9 | 7 | 46 | | | | | | |
| | 14 | 80 | 30 | 14 | 10 | 61 | | | | | | |
| | 14 | 100 | 36 | 14 | 10 | 70 | | | | | | |
| HFUS | 17 | 30 | 16,0 | 12,0 | 8,8 | 30,0 | 10000 | 7300 | 6500 | 3500 | 0,079x10$^{-4}$ | 0,18 |
| SHG | 17 | 50 | 44 | 34 | 21 | 91 | | | | | | |
| | 17 | 80 | 56 | 35 | 29 | 113 | | | | | | |
| | 17 | 100 | 70 | 51 | 31 | 143 | | | | | | |
| | 17 | 120 | 70 | 51 | 31 | 112 | | | | | | |
| HFUS | 20 | 30 | 27 | 20 | 15 | 50 | 10000 | 6500 | 6500 | 3500 | 0,193x10$^{-4}$ | 0,31 |
| SHG | 20 | 50 | 73 | 44 | 33 | 127 | | | | | | |
| | 20 | 80 | 96 | 61 | 44 | 165 | | | | | | |
| | 20 | 100 | 107 | 64 | 52 | 191 | | | | | | |
| | 20 | 120 | 113 | 64 | 52 | 191 | | | | | | |
| | 20 | 160 | 120 | 64 | 52 | 191 | | | | | | |
| HFUS | 25 | 30 | 50 | 38 | 27 | 95 | 7500 | 5600 | 5600 | 3500 | 0,413x10$^{-4}$ | 0,48 |
| SHG | 25 | 50 | 127 | 72 | 51 | 242 | | | | | | |
| | 25 | 80 | 178 | 113 | 82 | 332 | | | | | | |
| | 25 | 100 | 204 | 140 | 87 | 369 | | | | | | |
| | 25 | 120 | 217 | 140 | 87 | 395 | | | | | | |
| | 25 | 160 | 229 | 140 | 87 | 408 | | | | | | |
| HFUS | 32 | 30 | 100 | 75 | 54 | 200 | 7000 | 4800 | 4600 | 3500 | 1,69x10$^{-4}$ | 0,97 |
| SHG | 32 | 50 | 281 | 140 | 99 | 497 | | | | | | |
| | 32 | 80 | 395 | 217 | 153 | 738 | | | | | | |
| | 32 | 100 | 433 | 281 | 178 | 841 | | | | | | |
| | 32 | 120 | 459 | 281 | 178 | 892 | | | | | | |
| | 32 | 160 | 484 | 281 | 178 | 892 | | | | | | |
| SHG | 40 | 50 | 523 | 255 | 178 | 892 | 5600 | 4000 | 3600 | 3000 | 4,5x10$^{-4}$ | 1,87 |
| | 40 | 80 | 675 | 369 | 268 | 1270 | | | | | | |
| | 40 | 100 | 738 | 484 | 345 | 1400 | | | | | | |
| | 40 | 120 | 802 | 586 | 382 | 1530 | | | | | | |
| | 40 | 160 | 841 | 586 | 382 | 1530 | | | | | | |
| SHG | 45 | 50 | 650 | 345 | 229 | 1235 | 5000 | 3800 | 3300 | 3000 | 8,68x10$^{-4}$ | 2,64 |
| | 45 | 80 | 918 | 507 | 407 | 1651 | | | | | | |
| | 45 | 100 | 982 | 650 | 459 | 2041 | | | | | | |
| | 45 | 120 | 1070 | 806 | 523 | 2288 | | | | | | |
| | 45 | 160 | 1147 | 819 | 523 | 2483 | | | | | | |
| HFUS | 50 | 50[1)] | 715 | 175 | 122 | 1430 | 4500 | 3500 | 3000 | 2500 | 12,5x10$^{-4}$ | 3,53 |
| SHG | 50 | 80 | 1223 | 675 | 484 | 2418 | | | | | | |
| | 50 | 100 | 1274 | 866 | 611 | 2678 | | | | | | |
| | 50 | 120 | 1404 | 1057 | 688 | 2678 | | | | | | |
| | 50 | 160 | 1534 | 1096 | 688 | 3185 | | | | | | |
| HFUS | 58 | 50[1)] | 1020 | 260 | 176 | 1960 | 4000 | 3000 | 2700 | 2200 | 27,3x10$^{-4}$ | 5,17 |
| SHG | 58 | 80 | 1924 | 1001 | 714 | 3185 | | | | | | |
| | 58 | 100 | 2067 | 1378 | 905 | 4134 | | | | | | |
| | 58 | 120 | 2236 | 1547 | 969 | 4329 | | | | | | |
| | 58 | 160 | 2392 | 1573 | 969 | 4459 | | | | | | |
| SHG | 65 | 80 | 2743 | 1352 | 969 | 4836 | 3500 | 2800 | 2400 | 1900 | 46,5x10$^{-4}$ | 7,04 |
| | 65 | 100 | 2990 | 1976 | 1236 | 6175 | | | | | | |
| | 65 | 120 | 3263 | 2041 | 1236 | 6175 | | | | | | |
| | 65 | 160 | 3419 | 2041 | 1236 | 6175 | | | | | | |

[1)] Gilt für Fettschmierung. Bei Ölschmierung sind höhere Drehmomentwerte zulässig. In diesem Fall bitte Rücksprache mit der Harmonic Drive SE.

Tabelle 1.4.6

**TriSHG-2A**

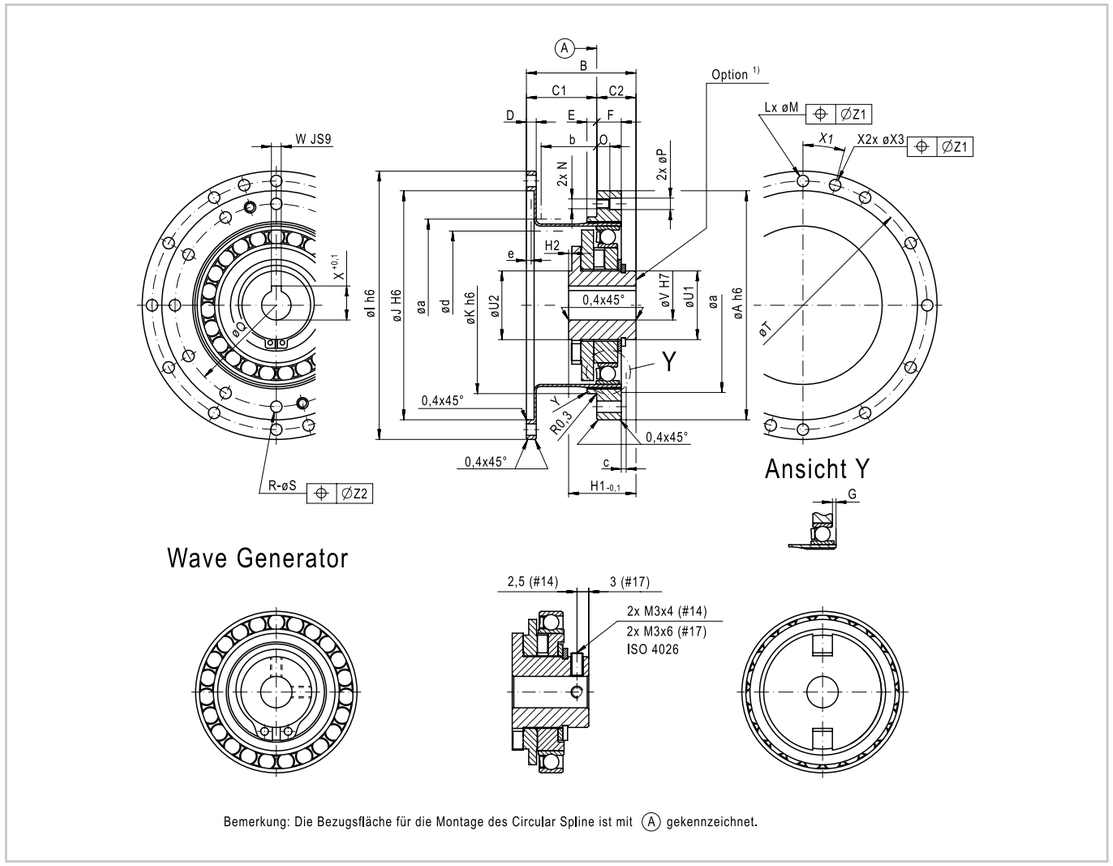
| Baureihe | Baugröße | Untersetzung | Grenze für wiederholbares Spitzendrehmoment | Grenze für Durchschnittsdrehmoment | Nenndrehmoment bei 2000 min$^{-1}$ | Grenze für Kollisionsdrehmoment | Max. Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] | | Grenze für mittlere Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] | | Massenträgheitsmoment | Gewicht |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Schmierung | | Schmierung | | | |
| | | i | $T_R$ [Nm] | $T_A$ [Nm] | $T_N$ [Nm] | $T_M$ [Nm] | Öl | Fett | Öl | Fett | [kgm$^2$] | [kg] |
| TriSHG | 25 | 100 | 204 | 140 | 87 | 369 | 7500 | 5600 | 5600 | 3500 | 0,413 | 0,48 |
| | 32 | 160 | 484 | 281 | 178 | 892 | 7000 | 4800 | 4600 | 3500 | 1,69 | 0,97 |

[1)] Valid for grease lubrication. Higher torque values are permissible with oil lubrication. In this case, please contact Harmonic Drive SE.

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Abmessungen

Abbildung 1.4.1 **[mm]**




Bemerkung: Die Bezugsfläche für die Montage des Circular Spline ist mit (A) gekennzeichnet.

1) Nabe ohne Passfedernut bzw. mit anderem Durchmesser siehe Kapitel „Projektierung/Modifikationen des Wave Generators“.

## Details Wave Generator

Das Design des Lagerkäfigs ist je nach Baureihe und Baugröße unterschiedlich.

Abbildung 1.4.2 **HFUS-14 ... 58, SHG-14,17,65**



Abbildung 1.4.3 **SHG-20 ... 58**



Tabelle 1.4.7 **[mm]**

| | | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| øA h6 | | 50 | 60 | 70 | 85 | 110 | 135 | 155 | 170 | 195 | 215 |
| B | SHG-2A | 28,5 $^{0}_{-0,4}$ | 32,5 $^{0}_{-0,4}$ | 33,5 $^{0}_{-0,4}$ | 37 $^{0}_{-0,5}$ | 44 $^{0}_{-0,6}$ | 53 $^{0}_{-0,6}$ | 58,5 $^{0}_{-0,6}$ | 64 $^{0}_{-0,7}$ | 75,5 $^{0}_{-0,7}$ | 83 $^{0}_{-0,7}$ |
| | HFUS-2A | 28,5 $^{0}_{-0,8}$ | 32,5 $^{0}_{-0,9}$ | 33,5 $^{0}_{-1,0}$ | 37 $^{0}_{-1,0}$ | 44 $^{0}_{-1,1}$ | - | - | 64 $^{0}_{-1,3}$ | 75,5 $^{0}_{-1,3}$ | - |
| C1 | | 17,5 $^{+0,4}_{0}$ | 20 $^{+0,5}_{0}$ | 21,5 $^{+0,8}_{0}$ | 24 $^{+0,8}_{0}$ | 28 $^{+0,8}_{0}$ | 34 $^{+0,6}_{0}$ | 38 $^{+0,6}_{0}$ | 41 $^{+0,6}_{0}$ | 48 $^{+0,6}_{0}$ | 52,5 $^{+0,6}_{0}$ |
| C2 | | 11,0 | 12,5 | 12,0 | 13,0 | 16,0 | 19,0 | 20,5 | 23,0 | 27,5 | 30,5 |
| D | | 2,4 | 3,0 | 3,0 | 3,3 | 3,6 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,8 | 6,5 |
| E | | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 5,0 | 5,0 |
| F | | 6,0 | 6,5 | 7,5 | 10,0 | 14,0 | 17,0 | 19,0 | 22,0 | 25,0 | 29,0 |
| G | SHG-2A | 1,4 | 1,6 | 1,5 | 3,5 | 4,2 | 5,6 | 6,3 | 7,0 | 8,2 | 9,5 |
| | HFUS-2A | 0,4 | 0,3 | 0,1 | 2,1 | 2,5 | - | - | 4,2 | 4,8 | - |
| H1 | SHG-2A | 18,5 $^{0}_{-0,1}$ | 20,7 $^{0}_{-0,1}$ | 21,5 $^{0}_{-0,1}$ | 21,6 $^{0}_{-0,1}$ | 23,6 $^{0}_{-0,1}$ | 29,7 $^{0}_{-0,1}$ | 30,5 $^{0}_{-0,1}$ | 34,8 $^{0}_{-0,1}$ | 38,3 $^{0}_{-0,1}$ | 44,6 $^{0}_{-0,1}$ |
| | HFUS-2A | 17,6 $^{0}_{-0,1}$ | 19,5 $^{0}_{-0,1}$ | 20,1 $^{0}_{-0,1}$ | 20,2 $^{0}_{-0,1}$ | 22,0 $^{0}_{-0,1}$ | - | - | 32,0 $^{0}_{-0,1}$ | 34,9 $^{0}_{-0,1}$ | - |
| H2 | | - | - | - | - | - | 0,4 | - | 0,8 | - | 2,2 |
| øI h6 | SHG-2A | 60 | 72 | 82 | 104 | 134 | 164 | 190 | 214 | 240 | 276 |
| | HFUS-2A | 60 | 72 | 82 | 104 | 134 | - | - | 205 | 233 | - |
| øJ H6 | | 48 | 60 | 70 | 88 | 114 | 140 | 158 | 175 | 203 | 232 |
| øK h6 | Untersetzung ≥50 | 38 | 48 | 54 | 67 | 90 | 110 | 124 | 135 | 156 | 177 |
| | HFUS-2A Untersetzung =30 | 38 | 48 | 55 | 68 | 90 | - | - | - | - | - |
| L | | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 18 | 12 | 16 | 16 |
| øM | | 3,5 | 3,4 | 3,5 | 4,5 | 5,5 | 6,6 | 6,6 | 9,0 | 9,0 | 11,0 |
| N | | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M6 | M8 | M8 | M10 | M10 |
| O | | 6,0 | 6,5 | 4,0 | 6,0 | 7,0 | 9,0 | 12,0 | 13,0 | 15,0 | 15,0 |
| øP | | - | - | 3,5 | 4,5 | 5,5 | 6,6 | 9,0 | 9,0 | 11,0 | 11,0 |
| øQ | | 44 | 54 | 62 | 75 | 100 | 120 | 140 | 150 | 175 | 195 |
| R | SHG-2A | 8 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| | HFUS-2A | 6 | 12 | 12 | 12 | 12 | - | - | 12 | 12 | - |
| øS | | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 4,5 | 5,5 | 6,6 | 9,0 | 9,0 | 11,0 | 11,0 |
| øT | SHG-2A | 54 | 66 | 76 | 96 | 124 | 152 | 180 | 200 | 226 | 258 |
| | HFUS-2A | 54 | 66 | 76 | 96 | 124 | - | - | 190 | 218 | - |
| øU1 | | 14 | 18 | 21 | 26 | 26 | 32 | 32 | 32 | 40 | 48 |
| øU2 | | - | - | - | - | - | 32 | - | 32 | - | 48 |
| øV | Standard (H7) | 6 | 8 | 9 | 11 | 14 | 14 | 19 | 19 | 22 | 24 |
| | Max. | 8 | 10 | 13 | 15 | 16 | 20 | 20 | 20 | 25 | 30 |
| WJs9 | | - | - | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 8 |
| X | | - | - | 10,4 $^{+0,1}_{0}$ | 12,8 $^{+0,1}_{0}$ | 16,3 $^{+0,1}_{0}$ | 16,3 $^{+0,1}_{0}$ | 21,8 $^{+0,1}_{0}$ | 21,8 $^{+0,1}_{0}$ | 24,8 $^{+0,1}_{0}$ | 27,3 $^{+0,2}_{0}$ |
| Y Fase | | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| øZ1 | | 0,25 | 0,20 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,30 | 0,30 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| øZ2 | | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,30 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| øa | Minimaler Gehäuse-abstand | 38 | 45 | 53 | 66 | 86 | 106 | 119 | 133 | 154 | 172 |
| b | | 14,6 | 16,4 | 17,8 | 19,8 | 23,2 | 28,6 | 31,9 | 34,2 | 40,1 | 43,0 |
| c | | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,5 | 2,5 |
| ød | | 31 | 38 | 45 | 56 | 73 | 90 | 101 | 113 | 131 | 150 |
| e | | 1,7 | 2,1 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,3 | 2,5 | 2,9 | 3,5 |

## • Genauigkeit

Tabelle 1.4.8

**SHG-/HFUS-2A [arcmin]**

| | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | | 17 | | ≥20 | |
| Untersetzung | 30 | ≥50 | 30 | ≥50 | 30 | ≥50 |
| Übertragungsgenauigkeit | <2,0 | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <1,0 |
| Hystereseverlust | <3,0 | <1,0 | <3,0 | <1,0 | <3,0 | <1,0 |
| Lost Motion | <1,0 | | | | | |
| Wiederholgenauigkeit | < ± 0,1 | | | | | |

Tabelle 1.4.9

**TriSHG-2A [arcmin]**

| | Baugröße |
|---|---|
| | 25 ... 32 |
| Untersetzung | ≥100 |
| Übertragungsgenauigkeit | <0,5 |
| Hystereseverlust | <1,0 |
| Lost Motion | <1,0 |
| Wiederholgenauigkeit | < ±0,1 |

## • Genauigkeit der Oldham-Kupplung

Harmonic Drive® Getriebe sind spielfrei. Wird eine Oldham-Kupplung eingesetzt, entsteht außerhalb des Zahneingriffes ein geringes Spiel in Bereich von wenigen Winkelsekunden, siehe Tabelle 1.4.10. Dieses geringe Spiel tritt bei einem Solid Wave Generator nicht auf.

Tabelle 1.4.10

**[arcsec]**

| Untersetzung | Baureihe | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| 30 | HFUS | 60 | 33 | 28 | 28 | 23 | - | - | - | - | - |
| 50 | SHG | 36 | 20 | 17 | 17 | 14 | 14 | 12 | - | - | - |
| | HFUS | - | - | - | - | - | - | - | 12 | 10 | - |
| 80 | SHG | 23 | 13 | 11 | 11 | 9 | 9 | 8 | 8 | 6 | 6 |
| | HFUS | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 100 | SHG | 18 | 10 | 9 | 9 | 7 | 7 | 6 | 6 | 5 | 5 |
| | HFUS | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 120 | SHG | - | 8 | 8 | 8 | 6 | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| | HFUS | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 160 | SHG | - | - | 6 | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| | HFUS | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Torsionssteifigkeit

Tabelle 1.4.11

**SHG-/HFUS-2A**

| | Symbol [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| Grenzdrehmomente | T1 [Nm] | 2,0 | 3,9 | 7,0 | 14,0 | 29,0 | 54,0 | 76,0 | 108,0 | 168,0 | 235,0 |
| | T2 [Nm] | 6,9 | 12,0 | 25,0 | 48,0 | 108,0 | 196,0 | 275,0 | 382,0 | 598,0 | 843,0 |
| i=30 | $K_3$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,34 | 0,67 | 1,10 | 2,10 | 4,90 | - | - | - | - | - |
| | $K_2$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,24 | 0,44 | 0,71 | 1,30 | 3,00 | - | - | - | - | - |
| | $K_1$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,19 | 0,34 | 0,57 | 1,00 | 2,40 | - | - | - | - | - |
| i=50 | $K_3$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,57 | 1,30 | 2,30 | 4,40 | 9,80 | 18,00 | 26,00 | 34,00 | 54,00 | 78,00 |
| | $K_2$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,47 | 1,10 | 1,80 | 3,40 | 7,80 | 14,00 | 20,00 | 28,00 | 44,00 | 61,00 |
| | $K_1$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,34 | 0,81 | 1,30 | 2,50 | 5,40 | 10,00 | 15,00 | 20,00 | 31,00 | 44,00 |
| i≥80 | $K_3$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,71 | 1,60 | 2,90 | 5,70 | 12,00 | 23,00 | 33,00 | 44,00 | 71,00 | 98,00 |
| | $K_2$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,61 | 1,40 | 2,50 | 5,00 | 11,00 | 20,00 | 29,00 | 40,00 | 61,00 | 88,00 |
| | $K_1$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,47 | 1,00 | 1,60 | 3,10 | 6,70 | 13,00 | 18,00 | 25,00 | 40,00 | 54,00 |

Tabelle 1.4.12

**TriSHG-2A**

| | Symbol [Einheit] | Baugröße | |
|---|---|---|---|
| | | 25 | 32 |
| Grenzdrehmomente | T1 [Nm] | 14 | 29 |
| | T2 [Nm] | 48 | 108 |
| i≥100 | $K_3$ [x $10^4$ Nm/rad] | 7,4 | 20,6 |
| | $K_2$ [x $10^4$ Nm/rad] | 6,5 | 16,9 |
| | $K_1$ [x $10^4$ Nm/rad] | 5,0 | 13,5 |

## • Lastfreies Anlaufdrehmoment

Tabelle 1.4.13

**SHG-/HFUS-2A [Ncm]**

| Untersetzung | Baureihe | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| 30 | HFUS | 4,8 | 7,2 | 12,0 | 18,0 | 50,0 | - | - | - | - | - |
| 50 | SHG | 3,7 | 5,7 | 7,3 | 14,0 | 28,0 | 50,0 | 70,0 | - | - | - |
| | HFUS | - | - | - | - | - | - | - | 94 | 140 | - |
| 80 | SHG | 2,8 | 3,8 | 4,8 | 8,9 | 19,0 | 33,0 | 47,0 | 63,0 | 94,0 | 128,0 |
| 100 | SHG | 2,4 | 3,3 | 4,3 | 7,9 | 18,0 | 29,0 | 41,0 | 56,0 | 83,0 | 114,0 |
| 120 | SHG | - | 3,1 | 3,9 | 7,3 | 15,0 | 27,0 | 37,0 | 51,0 | 76,0 | 104,0 |
| 160 | SHG | - | - | 3,4 | 6,4 | 14,0 | 24,0 | 33,0 | 44,0 | 68,0 | 94,0 |

Tabelle 1.4.14

**TriSHG-2A [Ncm]**

| Untersetzung | Baureihe | Baugröße | |
|---|---|---|---|
| | | 25 | 32 |
| 100 | TriSHG | 12 | - |
| 160 | | - | 12 |

## • Lastfreies Rückdrehmoment

Tabelle 1.4.15

**SHG-/HFUS-2A [Nm]**

| Untersetzung | Baureihe | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| 30 | HFUS | 2,3 | 3,5 | 6,1 | 11,0 | 23,0 | - | - | - | - | - |
| 50 | SHG | 2,2 | 3,4 | 4,4 | 8,2 | 17,0 | 30,0 | 42,0 | - | - | - |
| | HFUS | - | - | - | - | - | - | - | 56 | 84 | - |
| 80 | SHG | 2,7 | 3,7 | 4,6 | 8,6 | 18,0 | 32,0 | 45,0 | 60,0 | 90,0 | 123,0 |
| 100 | SHG | 2,8 | 4,0 | 5,2 | 9,5 | 21,0 | 35,0 | 49,0 | 67,0 | 100,0 | 137,0 |
| 120 | SHG | - | 4,5 | 5,6 | 10,0 | 21,0 | 40,0 | 54,0 | 73,0 | 110,0 | 151,0 |
| 160 | SHG | - | - | 6,6 | 12,0 | 26,0 | 45,0 | 64,0 | 85,0 | 130,0 | 180,0 |

Tabelle 1.4.16

**TriSHG-2A [Nm]**

| Untersetzung | Baureihe | Baugröße | |
|---|---|---|---|
| | | 25 | 32 |
| 100 | TriSHG | 17 | - |
| 160 | | - | - |

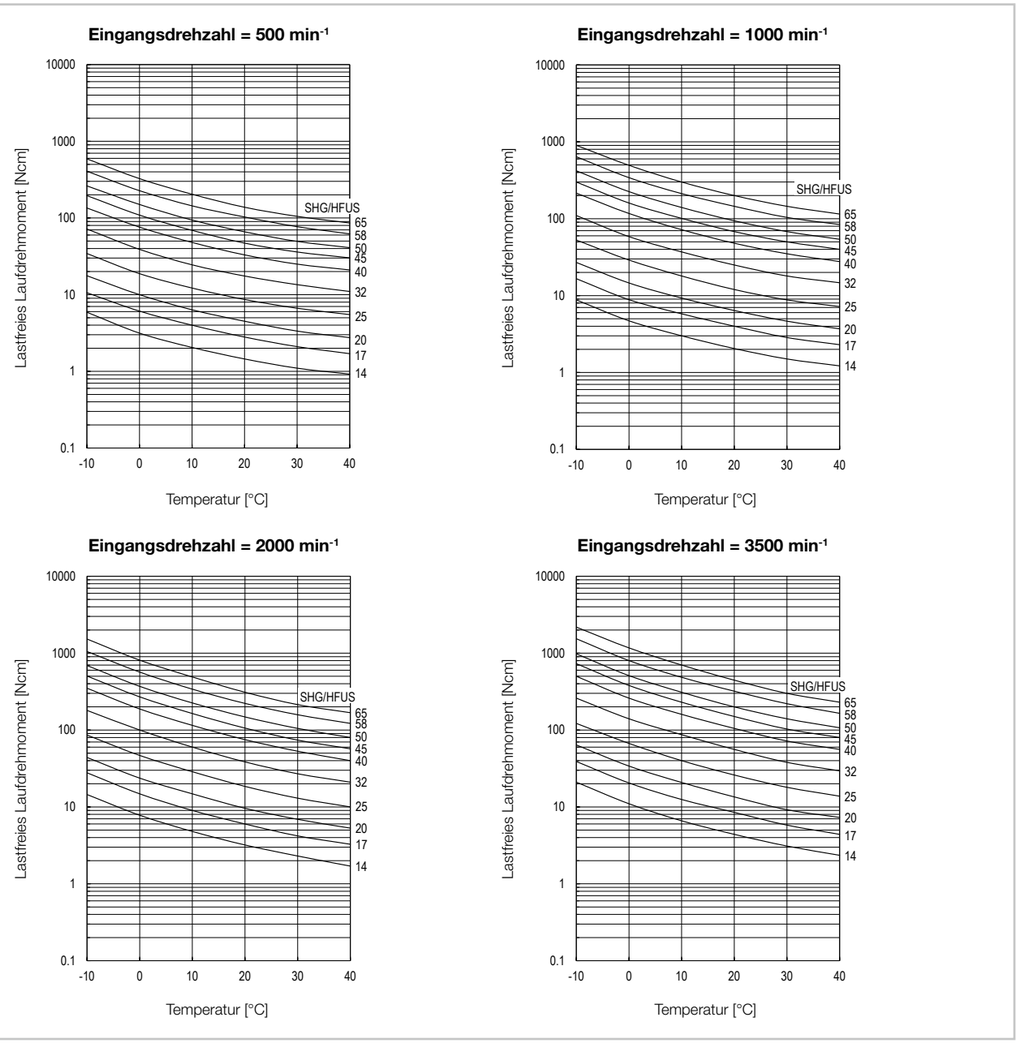
Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Lastfreies Laufdrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett SK-2 (Baugröße 14, 17) bzw. SK-1A (Baugröße ≥ 20).

Abbildung 1.4.4

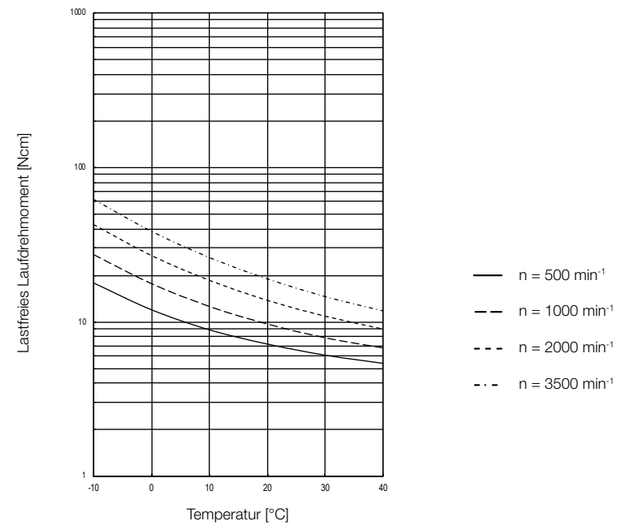
**SHG-/HFUS-2A**




Die Diagramme gelten fur Harmonic Drive® Schmierfett Flexolub®-A1 (Baugröße 25).

Abbildung 1.4.5

**TriSHG-25-100-2A**




### Korrekturwerte für lastfreies Laufdrehmoment

Beim Einsatz von Getrieben mit Untersetzungen i ≠ 100 sind die aus den Kurven abgelesenen Daten um die folgenden Werte zu korrigieren.

Tabelle 1.4.17

**[Ncm]**

| Untersetzung | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| 30 | 1,2 | 2,1 | 3,1 | 5,7 | 11,7 | - | - | - | - | - |
| 50 | 0,5 | 0,9 | 1,4 | 2,5 | 5,2 | 9,2 | 12,7 | 17,0 | 25,8 | — |
| 80 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,8 | 1,4 | 2,0 | 2,6 | 4,0 | 5,4 |
| 120 | – | -0,1 | -0,2 | -0,3 | -0,6 | -1,0 | -1,4 | -1,9 | -2,9 | -4,0 |
| 160 | – | – | -0,4 | -0,7 | -1,4 | -2,5 | -3,5 | -4,6 | -7,0 | -9,7 |

- Wirkungsgrad

## Wirkungsgrad für Fettschmierung bei Nenndrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett SK-2 (Baugröße 14, 17) bzw. SK-1A (Baugröße ≥ 20).

Abbildung 1.4.6

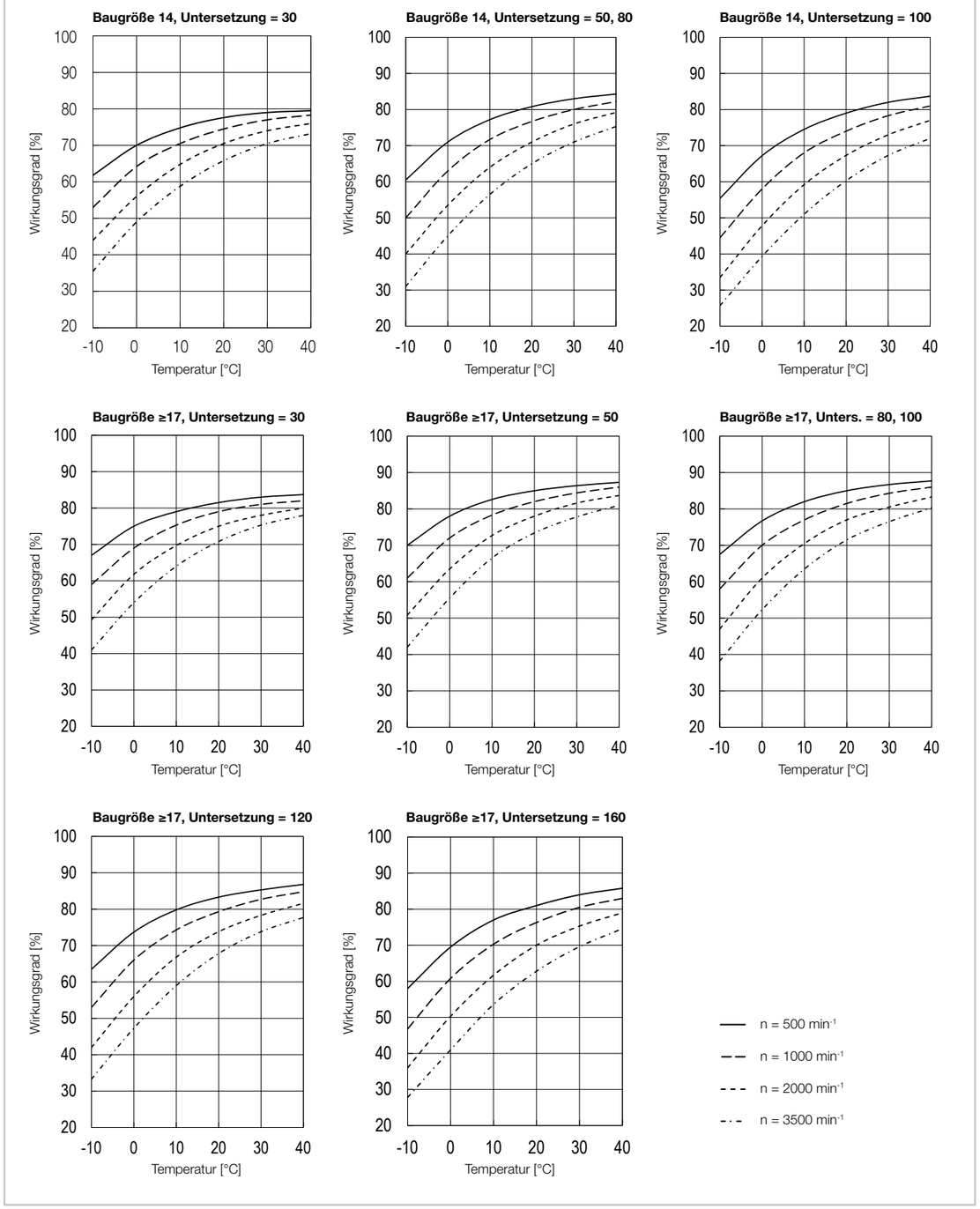
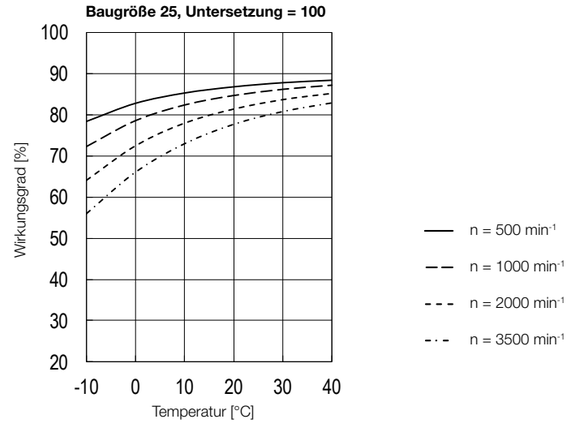



Abbildung 1.4.7

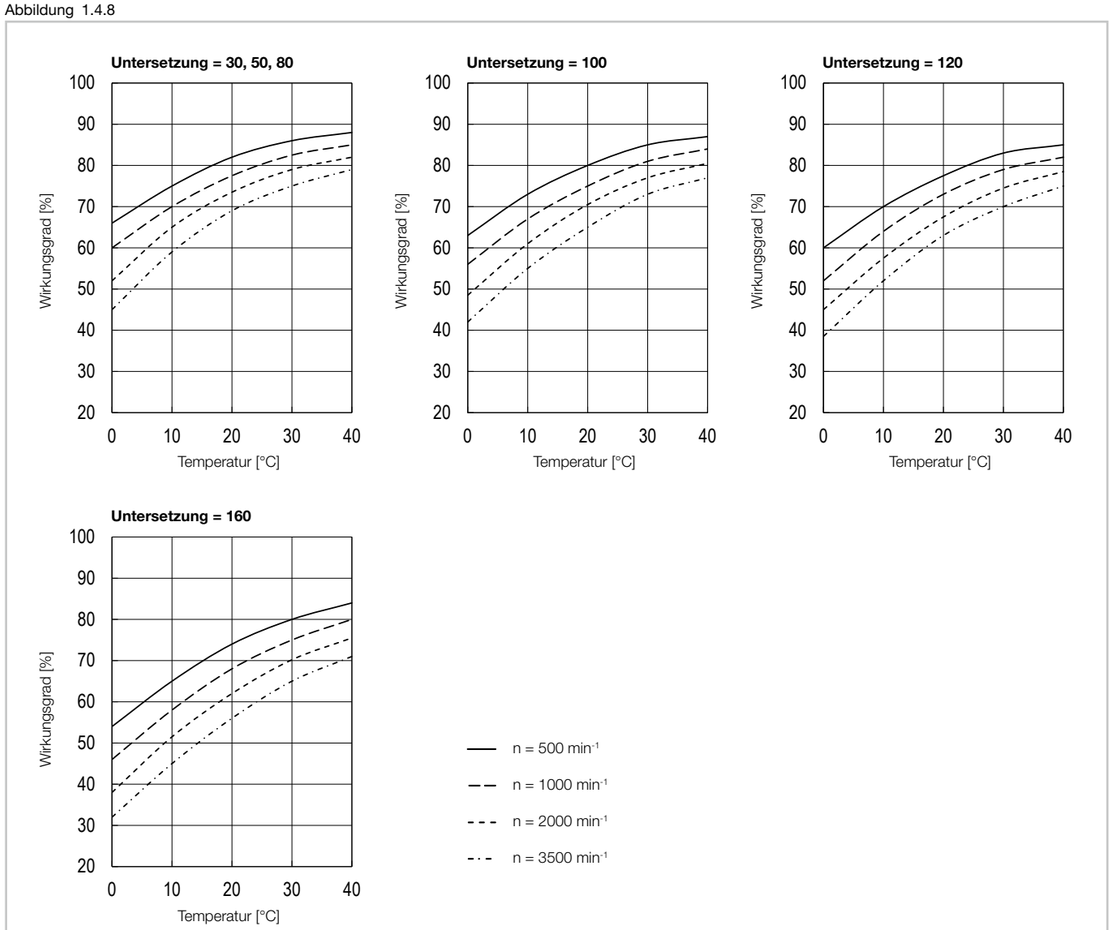
**TriSHG-2A**



## Wirkungsgrad für Ölschmierung bei Nenndrehmoment

Die Diagramme gelten für Mineralöl DEA CLP 68.

Abbildung 1.4.8




Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## Wirkungsgradberechnung

Der Wirkungsgrad hängt von folgenden Parametern ab: Untersetzung, Eingangsdrehzahl, Lastmoment, Temperatur, Schmierstoff und Schmierstoffmenge. Wenn das Lastmoment kleiner als das Nennmoment ist, ergibt sich ein kleinerer Wirkungsgrad als in den Wirkungsgradkennlinien angegeben. Der drehmomentspezifische Wirkungsgrad wird mittels des Berechnungsfaktors K ermittelt.

### Berechnungsbeispiel

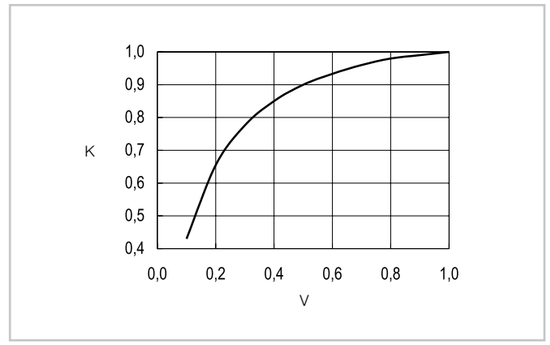
Produkt: SHG-20-80-2A-GR

- Eingangsdrehzahl: 1000 $min^{-1}$
- (Durchschnittliches) Lastmoment $T_{av}$: 20 Nm
- Nenndrehmoment $T_N$ (Katalogangabe): 44 Nm
- Fettschmierung mit Harmonic Drive® Schmierfett SK-1A, Schmiermitteltemperatur: 20 °C.

1. Berechnung des Drehmomentfaktors
   $V = T_{av}/T_N = 20/44 = 0,45$ (Für $V > 1$ ist $K = 1$)
2. Ablesen des Berechnungsfaktors K aus Diagramm Abbildung 1.4.9: K = 0,87
3. Ablesen des Wirkungsgrads aus Wirkungsgrad-kennlinie Abbildung 1.4.6: η = 82 %
4. Berechnung des lastabhängigen Wirkungsgrads
   ηL = 82 % · 0,87 = 71 %

Abbildung 1.4.9

**Berechnungsfaktor K**




# Konstruktionshinweise

## • Fettschmierung

Zur Sicherstellung einer optimalen Schmierung sollte der Getrieberaum kompakt gehalten werden, Beispiel siehe Abbildung 1.4.10 und Tabelle 1.4.18.

Bei Füllung des Getrieberaums mit mehr als 50 % Schmierfett steigt die Leckagegefahr. Darum sollte die Relation Fettvolumen/Getrieberaum kleiner als 0,5 sein. Beim Einbau mit vorwiegend oben oder unten liegendem Wave Generator sollte der Spalt c mit einer zusätzlichen Fettmenge gemäß Tabelle 1.4.18 gefüllt werden.

Verwendete Materialien:
- Circular Spline: Grauguss, blank
- Wave Generator, Flexspline: Stahl, blank

Abbildung 1.4.10

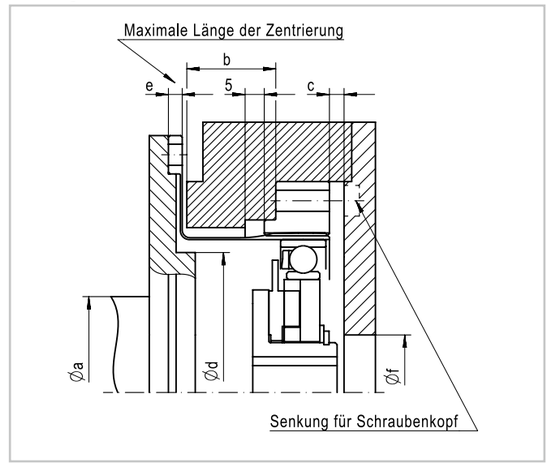



Tabelle 1.4.18

**[mm]**

| Symbol | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| øa | 38 | 45 | 53 | 66 | 86 | 106 | 119 | 133 | 154 | 172 |
| b | 14,6 | 16,4 | 17,8 | 19,8 | 23,2 | 28,6 | 31,9 | 34,2 | 40,1 | 43 |
| c[1)] | 1 | 1 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2 | 2 | 2 | 2,5 | 2,5 |
| c[2)] | 3 | 3 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 6 | 6 | 6 | 7,5 | 7,5 |
| ød | 31 | 38 | 45 | 56 | 73 | 90 | 101 | 113 | 131 | 150 |
| e | 1,7 | 2,1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2,3 | 2,5 | 2,9 | 3,5 |
| øf | 16 | 26 | 30 | 37 | 37 | 45 | 45 | 45 | 56 | 62 |

[1)] Achse horizontal oder vertikal, Wave Generator unten
[2)] Achse vertikal, Wave Generator oben

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

# Schmierung

Harmonic Drive® Getriebe-Einbausätze werden standardmäßig ohne Schmierstoff geliefert. Sie müssen vor Inbetriebnahme gemäß der folgenden Darstellungen geschmiert werden.

## • Fettschmierung

Wir empfehlen den Einsatz der in Tabelle 1.4.19 genannten Schmierfette.

Tabelle 1.4.19 **SHG-/HFUS-2A**

| Untersetzung | Harmonic Drive® Schmierfett | Baugröße | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 … 58 | 65 |
| 30 | Flexolub®-A1 | O | O | O | O | O | - | - | - |
| | SK-1A | - | - | Δ | Δ | Δ | - | - | - |
| | SK-2 | Δ | Δ | - | - | - | - | - | - |
| | 4BNo.2 | □ | □ | □ | □ | □ | - | - | - |
| ≥50 | SK-1A | - | - | O | O | O | O | O | O |
| | SK-2 | O | O | Δ | Δ | Δ | Δ | - | - |
| | 4BNo.2 | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| | Flexolub®-A1 | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | - |

Tabelle 1.4.20 **TriSHG-2A**

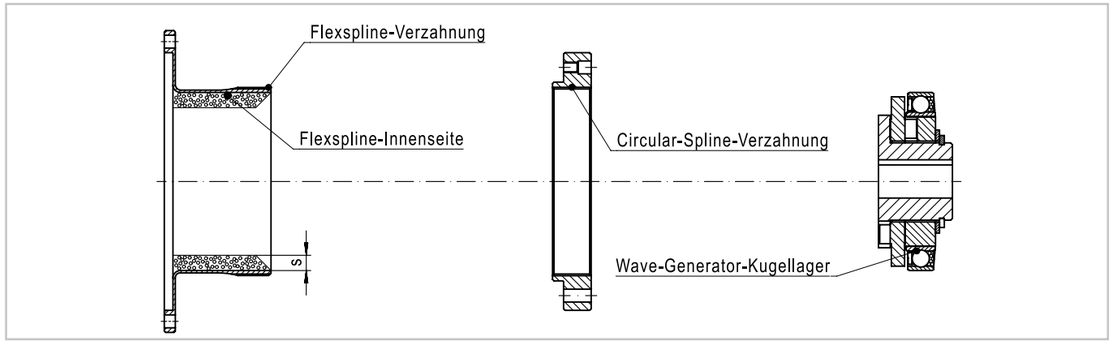
| Untersetzung | Harmonic Drive® Schmierfett | Baugröße |
|---|---|---|
| | | 25 … 32 |
| 100 … 160 | Flexolub®-A1[1)] | O |
| | SK-1A | - |
| | SK-2 | Δ |
| | 4BNo.2 | Δ |

[1)] nur für Baureihe HFUS-2A

O Standard-Schmierfett
□ Empfohlen bei sehr hoher Last bzw. sehr hohen Anforderungen an die Lebensdauer des Schmierfetts
Δ Optionales Schmierfett, bitte Rücksprache

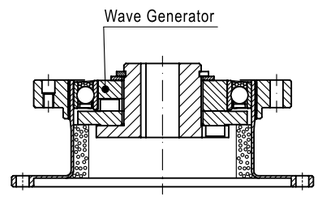
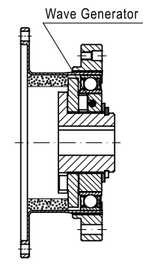
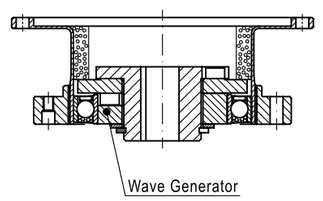
Die Getriebe-Einbausätze müssen vor Inbetriebnahme in vier Bereichen geschmiert werden, siehe Abbildung 1.4.11.
- Flexspline: An der Innenwandung des Flexsplines umlaufend ein Fettreservoir anlegen. Das Maß „s“ soll ungefähr der Höhe des Wave-Generator-Kugellagers entsprechen.
- Verzahnungen: Jeweils die Zahnlücken mit Fett auffüllen
- Wave-Generator-Kugellager: Den Bereich Lagerkugeln und Lagerkäfig großzügig mit Fett einstreichen.

Abbildung 1.4.11




Die erforderliche Fettmenge ist neben der Baugröße auch von der Betriebsposition des Getriebes abhängig. Die im folgenden Text definierten Betriebspositionen „Wave Generator oben“ bzw. „Wave Generator unten“ beziehen sich auf die relative Lage des Wave Generators zum Flexspline-Flansch, siehe Abbildung 1.4.12.

Abbildung 1.4.12 **Betriebspositionen**

| Wave Generator oben | Wave Generator senkrecht | Wave Generator unten |
|---|---|---|
|  |  |  |



Bei überwiegendem Einsatz mit oben liegendem Wave Generator ist eine zusätzliche Fettmenge oberhalb des Wave Generators zu platzieren, siehe Abbildung 1.4.13 und Tabelle 1.4.21.

Abbildung 1.4.13

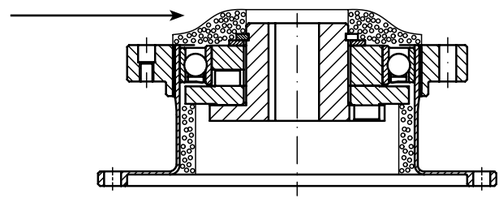


Tabelle 1.4.21 **Fettmenge [g]**

| | | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| Einbaulage | Wave Generator senkrecht | 5,8 | 11,0 | 18,0 | 32,0 | 64,0 | 120,0 | 185,0 | 235,0 | 385,0 | 495,0 |
| | Wave Generator unten | 7,5 | 13,0 | 19,0 | 37,0 | 74,0 | 130,0 | 200,0 | 255,0 | 400,0 | 530,0 |
| | Wave Generator oben | 8,9 | 15,0 | 22,0 | 42,0 | 84,0 | 150,0 | 230,0 | 290,0 | 480,0 | 630,0 |

## • Ölschmierung

Für Harmonic Drive® SHG-2A/HFUS-2A Getriebe-Einbausätze ist Ölschmierung möglich. Es muss ein eigenständiger Schmierraum vorgesehen sein. In Abbildung 1.4.14 und Tabelle 1.4.22 sind empfohlene Ölstände für horizontale und vertikale Einbaulagen angegeben.

Abbildung 1.4.14

**Betriebspositionen**

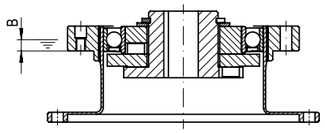
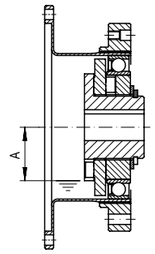
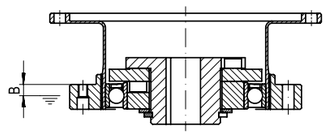
| Wave Generator oben | Wave Generator senkrecht | Wave Generator unten |
|---|---|---|
|  |  |  |
| B = Ölstand | A = Ölstand | B = Ölstand |

Tabelle 1.4.22

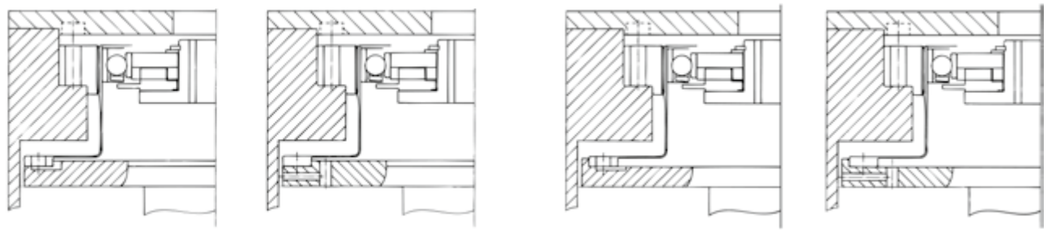
**Ölstände [mm]**

| | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| A | 10 | 12 | 14 | 17 | 24 | 31 | 35 | 38 | 44 | 50 |
| B | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 5,0 | 7,0 | 9,0 | 10,0 | 12,0 | 13,0 | 15,0 |

### Ölbohrungen

Bei vertikaler Achse mit obenliegendem Wave Generator muss durch konstruktive Maßnahmen sichergestellt werden, dass das vom Wave Generator aus dem Flexspline herausgeschleuderte Öl wieder zurücklaufen kann. Dies kann durch eine Verbindung der beiden Ölräume mittels Bohrungen oder Nuten im Flexspline-Befestigungsflansch erfolgen. Beispielhafte Konstruktionen siehe Abbildung 1.4.15. Bitte Rücksprache mit der Harmonic Drive SE.

Abbildung 1.4.15



## Montagetoleranzen

Wir empfehlen bei der Montage die Einhaltung der folgenden Toleranzen:

Abbildung 1.4.16

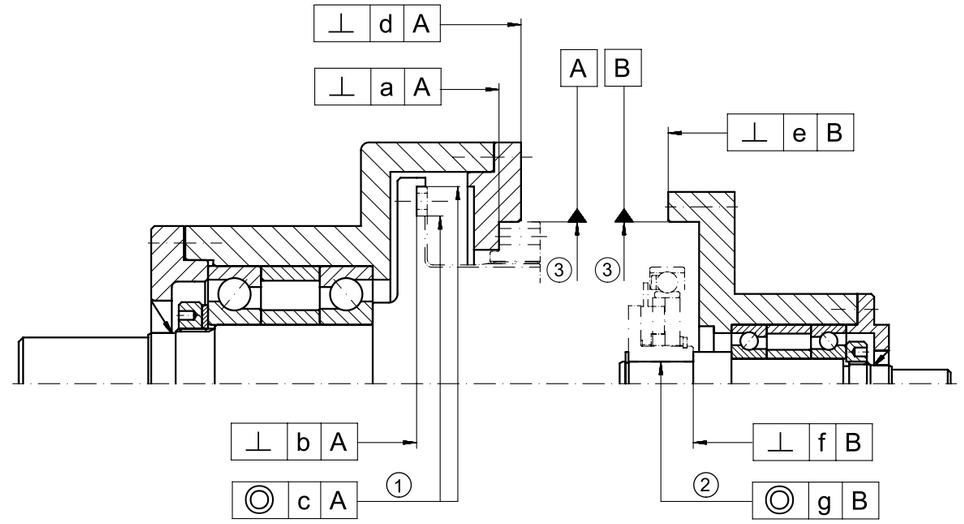



Tabelle 1.4.23

**[mm]**

| Symbol | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| a | 0,011 | 0,012 | 0,013 | 0,014 | 0,016 | 0,016 | 0,017 | 0,018 | 0,020 | 0,023 |
| b | 0,016 | 0,021 | 0,024 | 0,035 | 0,042 | 0,048 | 0,053 | 0,057 | 0,062 | 0,035 |
| c | 0,015 | 0,018 | 0,019 | 0,022 | 0,022 | 0,024 | 0,027 | 0,030 | 0,032 | 0,035 |
| d | 0,011 | 0,015 | 0,017 | 0,024 | 0,026 | 0,026 | 0,027 | 0,028 | 0,031 | 0,034 |
| e | 0,011 | 0,015 | 0,017 | 0,024 | 0,026 | 0,026 | 0,027 | 0,028 | 0,031 | 0,034 |
| f | 0,017 (0,008) | 0,020 (0,010) | 0,024 (0,012) | 0,024 (0,012) | 0,024 (0,012) | 0,032 (0,012) | 0,032 (0,013) | 0,032 (0,015) | 0,032 (0,015) | 0,032 (0,015) |
| g | 0,030 (0,016) | 0,034 (0,018) | 0,044 (0,019) | 0,047 (0,022) | 0,050 (0,022) | 0,063 (0,024) | 0,065 (0,027) | 0,066 (0,030) | 0,068 (0,033) | 0,070 (0,035) |

Die in Klammern angegebenen Werte sind empfohlene Toleranzen für einen Wave Generator ohne Oldham-Kupplung. Diese Kupplung wird zum Ausgleich von Exzentrizitätsfehlern der Motorwelle eingesetzt und ist im Standardgetriebe eingebaut. Bei einer direkten Befestigung des Wave Generators auf der Motorwelle ohne Oldham-Kupplung (Option) sollten die Motorwellentoleranzen der DIN 42955 R entsprechen.

# Montage

## • Montage des Flexsplines

Bei der Montage des Flexsplines muss darauf geachtet werden, dass Schraubenköpfe, Unterlegscheiben, Stifte oder Schraubenmuttern die Verformung des Flexsplines nicht behindern, da ansonsten die einwandfreie Funktion des Getriebes nicht gewährleistet ist und es zum Ausfall kommen kann.

Daher dürfen die Befestigungselemente nicht in den durch das Maß ø D gekennzeichneten Bereich hineinragen, siehe Abbildung 1.4.17, Abbildung 1.4.18 und Tabelle 1.4.24.

Abbildung 1.4.17

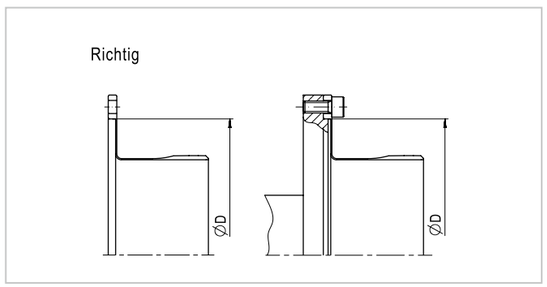



Abbildung 1.4.18

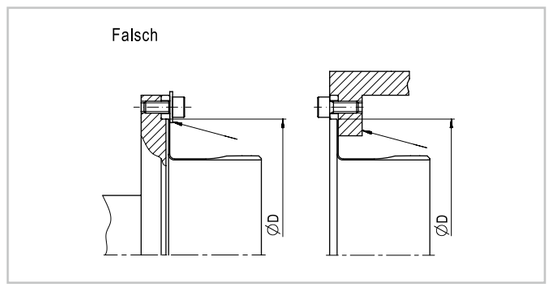



Tabelle 1.4.24

| Symbol | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| ø D | 48 | 60 | 70 | 88 | 114 | 140 | 158 | 175 | 203 | 232 |

### Verschraubung Flexspline (Baureihe SHG-2A)

Tabelle 1.4.25

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| Anzahl der Schrauben | | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 18 | 12 | 16 | 16 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M6 | M6 | M8 | M8 | M10 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 54 | 66 | 76 | 96 | 124 | 152 | 180 | 200 | 226 | 258 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 5,4 | 10,8 | 18,4 | 18,4 | 44,0 | 44,0 | 74,0 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 108 | 198 | 228 | 486 | 1000 | 1740 | 3098 | 4163 | 6272 | 9546 |

Schraubenqualität: 12.9, Reibungskoeffizient μ=0,15.

### Verschraubung Flexspline (Baureihe HFUS-2A)

Tabelle 1.4.26

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 50 | 58 |
| Anzahl der Schrauben | | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 16 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M8 | M8 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 54 | 66 | 76 | 96 | 124 | 190 | 218 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 4,5 | 9,0 | 37,0 | 37,0 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 88 | 157 | 186 | 402 | 843 | 3312 | 5076 |

Schraubenqualität: 12.9, Reibungskoeffizient μ=0,15.

## • Montage des Circular Splines

### Verschraubung Circular Spline (Baureihe SHG-2A)

Tabelle 1.4.27

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| Anzahl der Schrauben | | 8 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M6 | M8 | M8 | M10 | M10 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 44 | 54 | 62 | 75 | 100 | 120 | 140 | 150 | 175 | 195 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 4,5 | 9,0 | 15,3 | 37,0 | 37,0 | 74,0 | 74,0 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 72 | 175 | 196 | 419 | 901 | 1530 | 3238 | 3469 | 6475 | 7215 |

### Verschraubung Circular Spline (Baureihe HFUS-2A)

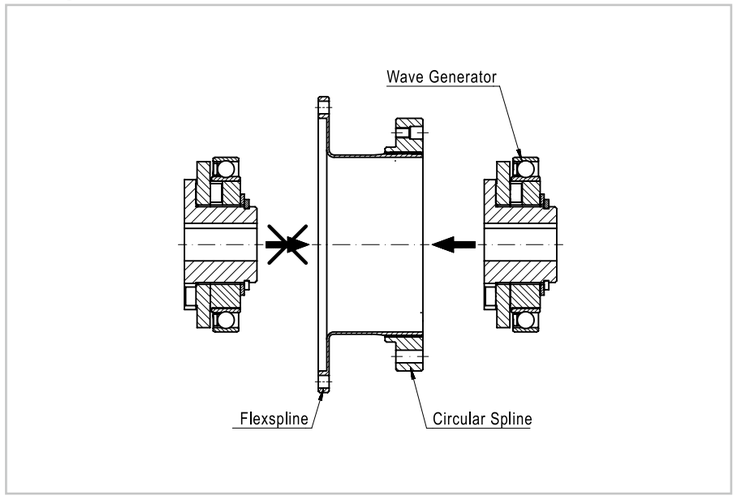
Tabelle 1.4.28

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 50 | 58 |
| Anzahl der Schrauben | | 6 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M8 | M10 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 44 | 54 | 62 | 75 | 100 | 150 | 175 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 4,5 | 9,0 | 37,0 | 74,0 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 54 | 131 | 147 | 314 | 676 | 2620 | 4820 |

## • Montage des Wave Generators

Die Montage des Wave Generators muss in Pfeilrichtung erfolgen, siehe Abbildung 1.4.19. Bei der Montage ist das im Katalog/Bestätigungszeichnung angegebene axiale Montagemaß (relative axiale Position zum Flexspline-Flansch „B“, Tabelle 1.4.7) einzuhalten.

Abbildung 1.4.19




Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

# Harmonic Drive® Getriebe mit Abtriebslager



| Baureihe | CSG-2UH/ HFUC-2UH | CPU-M | CPU-H | CPU-S | | CSG-CPM | CSG-CPH | CSG-CPS | SHG-/HFUS-/TriSHG-2UH/(2UH-LW) | SHG-/HFUS-/ TriSHG-2SH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |
| Bauform | M | M | CH | S | | M | CH | S | CH | OH |
| Drehmomentkapazität und Lebensdauer | ●●●/●● | ●● | ●● | ●● | | ●●● | ●●● | ●●● | ●●●/●● | ●●●/●● |
| Übertragungsgenauigkeit | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● |
| Kleiner Außendurchmesser | ●● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● |
| Kurze Baulänge | ●● | ●● | ● | ● | | ●● | ● | ● | ● | ●● |
| Kippmoment Abtriebslager | ●● | ●●● | ●●● | ●●● | | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● |
| Geringes Gewicht | ●● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ●● |
| Kapitel / Seite | 2.1 /104 | 2.3 / 136 | 2.3 / 136 | 2.3 / 136 | | 2.4 / 166 | 2.4 / 166 | 2.4 / 166 | 2.6 / 216 | 2.6 / 216 |
| **Eckdaten** | | | | | | | | | | |
| Maximales Drehmoment [Nm] | 9 … 6840 | 9 … 1840 | 9 … 1840 | 9 … 1840 | | 34 … 586 | 34 … 586 | 34 … 586 | 9 … 3419 | 9 … 3419 |
| Kippmoment Abtriebslager [Nm] | 41 … 4210 | 73 … 2222 | 73 … 2222 | 73 … 2222 | | 114 … 886 | 114 … 886 | 114 … 886 | 74 … 2740 | 74 … 2740 |
| Hohlwellendurchmesser [mm] | - | - | 14 … 70 | - | | - | 19 … 46 | - | 14 … 80 | 14 … 80 |
| **Konfigurationen** | | | | | | | | | | |
| Baugrößen (BG) | 14 … 90 | 14 … 58 | 14 … 58 | 14 … 58 | | 17 … 40 | 17 … 40 | 17 … 40 | 14 … 65 | 14 … 65 |
| Untersetzung | 30 … 160 | 30 … 160 | 30 … 160 | 30 … 160 | | 50 … 160 | 50 … 160 | 50 … 160 | 30 … 160 | 30 … 160 |

| Baureihe | SHG-/HFUS-/ TriSHG-2SO | FBS-2UH | CSD-2UH | CSD-2UF | | SHD-2SH | CSF-ULW | CSF Mini (versch. Versionen) | PMG | CSF-2UP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |
| Bauform | M | CH | M | M | | M | M | M/S | M/S | M |
| Drehmomentkapazität und Lebensdauer | ●●●/●● | ● | ● | ● | | ● | ●● | ●● | ● | ●● |
| Übertragungsgenauigkeit | ●●● | ●● | ●●● | ●●● | | ●●● | ●●● | ●●● | ●● | ●●● |
| Kleiner Außendurchmesser | ● | ●● | ●● | ● | | ●● | ●● | ●●● | ●●● | ●● |
| Kurze Baulänge | ●● | ● | ●●● | ●●● | | ●●● | ●●● | ●●● | ● | ●●● |
| Kippmoment Abtriebslager | ●●● | ●● | ●● | ●●● | | ●● | ●● | ● | ● | ●●● |
| Geringes Gewicht | ●● | ● | ●●● | ●●● | | ●●● | ●●● | ●●● | ●●● | ●● |
| Kapitel / Seite | 2.6 / 216 | 2.11 / 304 | 2.5 / 198 | 2.5 / 198 | | 2.7 / 246 | 2.2 / 124 | 2.8 / 260 | 2.9 / 282 | 2.10 / 292 |
| **Eckdaten** | | | | | | | | | | |
| Maximales Drehmoment [Nm] | 9 … 3419 | 25 … 106 | 12 … 823 | 12 … 453 | | 12 … 453 | 1,8 … 92 | 0,09 … 28 | 0,3 … 14,7 | 1,8 … 28 |
| Kippmoment Abtriebslager [Nm] | 74 … 2740 | 93 … 129 | 41 … 759 | 91 … 849 | | 37 … 424 | 2,9 … 18,9 | 0,27 … 13,2 | - | 15 … 75 |
| Hohlwellendurchmesser [mm] | - | 41,0 … 55,1 | - | 9 … 37 | | 11 … 40 | 3 … 19 | - | - | - |
| **Konfigurationen** | | | | | | | | | | |
| Baugrößen (BG) | 14 … 65 | 25, 32 | 14 … 50 | 14 … 40 | | 14 … 40 | 8 … 20 | 3 … 14 | 5 … 14 | 8 … 14 |
| Untersetzung | 30 … 160 | 30 … 100 | 50 … 160 | 50 … 160 | | 50 … 160 | 30 … 160 | 30 … 100 | 50 … 110 | 30 … 100 |

Legende:
Bauform: Getriebe mit Abtriebslager
M Motoranbaugetriebe
OH Offenes Hohlwellengetriebe
CH Geschlossenes Hohlwellengetriebe
S Eingangswellengetriebe

●●● perfekt ●● optimal ● gut

# Inhalt

**2.1 CSG-2UH/HFUC-2UH ..... 104**

Produktbeschreibung ..... 104
Bestellbezeichnung ..... 105
Kombinationen ..... 106
Technische Daten ..... 107
- Leistungsdaten ..... 107
- Abmessungen ..... 108
- Genauigkeit ..... 112
- Genauigkeit der Oldham-Kupplung ..... 112
- Torsionssteifigkeit ..... 113
- Lastfreies Anlaufdrehmoment ..... 113
- Lastfreies Rückdrehmoment ..... 113
- Lastfreies Laufdrehmoment ..... 114
- Wirkungsgrad ..... 115
Abtriebslager ..... 117
- Leistungsdaten ..... 117
- Abtriebslager- und Gehäusetoleranzen ..... 118
Montage ..... 119
- Montagetoleranzen ..... 119
- Empfohlene Gehäuseabmessungen ..... 119
- Verschraubung ..... 120
- Verwendete Materialien und Beschichtungen ..... 122
Schmierung ..... 122
- Fettschmierung ..... 122
- Ölschmierung ..... 122

**2.2 CSF-ULW ..... 124**

Produktbeschreibung ..... 124
Bestellbezeichnung ..... 125
Kombinationen ..... 125
Technische Daten ..... 126
- Leistungsdaten ..... 126
- Abmessungen ..... 126
- Genauigkeit ..... 128
- Torsionssteifigkeit ..... 128
- Lastfreies Anlaufdrehmoment ..... 128
- Lastfreies Rückdrehmoment ..... 128
- Lastfreies Laufdrehmoment ..... 129
- Wirkungsgrad ..... 130
Abtriebslager ..... 132
- Abtriebslager- und Gehäusetoleranzen ..... 133
Montage ..... 133
- Montagetoleranzen ..... 133
- Verschraubung ..... 134
- Verschraubung an der Abtriebsseite ..... 134
- Verschraubung an der Gehäuseseite ..... 134
- Verschraubung am Wave Generator ..... 134
- Verwendete Materialien und Beschichtungen ..... 135
Schmierung ..... 135

**2.3 CPU-M/H/S ..... 136**

Produktbeschreibung ..... 136
Bestellbezeichnung ..... 137
Kombinationen ..... 137
Technische Daten ..... 138
- Leistungsdaten ..... 138
Genauigkeit ..... 139
- Torsionssteifigkeit ..... 139
Abtriebslager ..... 139
- Leistungsdaten ..... 139
- Abtriebslager- und Gehäusetoleranzen ..... 140
Montage ..... 141
- Verschraubung ..... 141
Technische Daten CPU-M ..... 142
- Abmessungen ..... 142
- Lastfreies Anlaufdrehmoment ..... 144
- Lastfreies Rückdrehmoment ..... 144
- Genauigkeit der Oldham-Kupplung ..... 144
- Lastfreies Laufdrehmoment ..... 145
- Wirkungsgrad ..... 146
Montagetoleranzen ..... 147
Adapterflansch ..... 148
Montage ..... 150
Fettreservoir ..... 150
Adaptionsbeispiele ..... 151
- Gehäuse ..... 151
- Motor ..... 151
- Individuelle Adaption für Gehäuse und Motor ..... 151
Technische Daten CPU-H ..... 152
- Abmessungen ..... 152
- Lastfreies Anlaufdrehmoment ..... 154
- Lastfreies Rückdrehmoment ..... 154
- Eingangslagerung ..... 154
- Lastfreies Laufdrehmoment ..... 156
- Wirkungsgrad ..... 157
- Kontinuierlicher Betrieb ..... 158
- Maximal zulässige Betriebszeit bei kontinuierlichem Betrieb ..... 158
- Montage der Eingangswelle CPU-H ..... 159
Technische Daten CPU-S ..... 160
- Abmessungen ..... 160
- Lastfreies Anlaufdrehmoment ..... 162
- Lastfreies Rückdrehmoment ..... 162
- Eingangslagerung ..... 162
- Lastfreies Laufdrehmoment ..... 163
- Wirkungsgrad ..... 164
- Verwendete Materialien und Beschichtungen ..... 165
Schmierung ..... 165
- Fettschmierung ..... 165
- Ölschmierung ..... 165

**2.4 CSG-CPM/CPH/CPS ..... 166**

Produktbeschreibung ..... 166
Bestellbezeichnung ..... 167
Kombinationen ..... 167
Technische Daten ..... 168
- Leistungsdaten ..... 168
Genauigkeit ..... 169
- Torsionssteifigkeit ..... 169
Abtriebslager ..... 169
- Leistungsdaten ..... 169
- Abtriebslager- und Gehäusetoleranzen ..... 170
Montage ..... 171
- Verschraubung ..... 171
Technische Daten CSG-CPM ..... 172
- Abmessungen ..... 172
- Lastfreies Anlaufdrehmoment ..... 174
- Lastfreies Rückdrehmoment ..... 174
- Genauigkeit der Oldham-Kupplung ..... 174
- Lastfreies Laufdrehmoment ..... 175
- Wirkungsgrad ..... 176
Montagetoleranzen ..... 177
Adapterflansch ..... 178
Montage ..... 180
Fettreservoir ..... 180
Adaptionsbeispiele ..... 181
- Gehäuse ..... 181
- Motor ..... 181
- Individuelle Adaption für Gehäuse und Motor ..... 181
Technische Daten CSG-CPH ..... 182
- Abmessungen ..... 182
- Lastfreies Anlaufdrehmoment ..... 184
- Lastfreies Rückdrehmoment ..... 184
- Eingangslagerung ..... 184
- Lastfreies Laufdrehmoment ..... 186
- Wirkungsgrad ..... 187
- Kontinuierlicher Betrieb ..... 189
- Maximal zulässige Betriebszeit bei kontinuierlichem Betrieb ..... 189
- Montage der Eingangswelle CSG-CPH ..... 189
Technische Daten CSG-CPS ..... 190
- Abmessungen ..... 190
- Lastfreies Anlaufdrehmoment ..... 192
- Lastfreies Rückdrehmoment ..... 192
- Eingangslagerung ..... 192
- Lastfreies Laufdrehmoment ..... 193
- Wirkungsgrad ..... 194
- Verwendete Materialien und Beschichtungen ..... 195
Schmierung ..... 196
- Fettschmierung ..... 196
- Ölschmierung ..... 196

**2.5 CSD-2UH/2UF ..... 198**

Produktbeschreibung ..... 198
Bestellbezeichnung ..... 199
Kombinationen ..... 199
Technische Daten ..... 200
- Leistungsdaten ..... 200
- Abmessungen ..... 201
- Genauigkeit ..... 203
- Torsionssteifigkeit ..... 203
- Lastfreies Anlaufdrehmoment ..... 203
- Lastfreies Rückdrehmoment ..... 204
- Lastfreies Laufdrehmoment ..... 205
- Wirkungsgrad ..... 207
Abtriebslager ..... 210
- Leistungsdaten ..... 210
- Abtriebslager- und Gehäusetoleranzen ..... 211
Montagetoleranzen ..... 212
Montage ..... 212
Konstruktionshinweise ..... 214
- Empfohlene Gehäuseabmessungen ..... 214
- Verwendete Materialien und Beschichtungen ..... 214
Schmierung ..... 215
Anwendungsbeispiel ..... 215

# Inhalt

**2.6 SHG-/HFUS-/TriSHG-2UH/2SO/2SH/(2UH-LW) ..... 216**

Produktbeschreibung ..... 216
Bestellbezeichnung ..... 217
Kombinationen ..... 218
Technische Daten ..... 219
- Leistungsdaten ..... 219
- Genauigkeit ..... 220
- Torsionssteifigkeit ..... 221
Abtriebslager ..... 221
- Leistungsdaten ..... 221
- Abtriebslager- und Gehäusetoleranzen ..... 222
Montage ..... 223
- Verschraubung ..... 223
- Verschraubung an Seite A ..... 223
- Verschraubung an Seite B ..... 224
- Verschraubung an der Eingangswelle ..... 224
- Gehäusedetail ..... 224
Technische Daten SHG-/HFUS-/TriSHG-/2UH ..... 226
- Abmessungen ..... 226
- Lastfreies Anlaufdrehmoment ..... 228
- Lastfreies Rückdrehmoment ..... 228
- Lastfreies Laufdrehmoment ..... 229
- Korrekturwerte lastfreies Laufdrehmoment ..... 229
- Wirkungsgrad ..... 231
- Kontinuierlicher Betrieb Hohlwellengetriebe SHG-/HFUS-/TriSHG-2UH ..... 234
- Maximal zulässige Betriebszeit bei kontinuierlichem Betrieb ..... 234
Technische Daten SHG-/HFUS-/TriSHG-2SO ..... 236
- Abmessungen ..... 236
- Genauigkeit der Oldham-Kupplung ..... 236
Technische Daten SHG-/HFUS-/TriSHG-2SH ..... 238
- Abmessungen ..... 238
Montage SHG-/HFUS-/TriSHG-2SO/2SH ..... 240
- Montagetoleranzen ..... 240
- Einbau des Wave Generators ..... 241
- Anwendungsbeispiel ..... 241
Konstruktionshinweise ..... 242
- Verwendete Materialien und Beschichtungen ..... 242
Schmierung ..... 242
- Fettschmierung SHG-/HFUS/TriSHG-2UH/(2UH-LW) ..... 242
- Fettschmierung SHG-/HFUS/TriSHG-2SO und SHG-/HFUS/TriSHG-2SH ..... 242
- Fettmenge SHG-/HFUS/TriSHG-2SO und SHG-/HFUS/TriSHG-2SH ..... 244
- Fettmenge bei Einbauten in den Getrieberaum ..... 244
- Ölschmierung ..... 245

**2.7 SHD-2SH ..... 246**

Produktbeschreibung ..... 246
Bestellbezeichnung ..... 247
Kombinationen ..... 247
Technische Daten ..... 248
- Leistungsdaten ..... 248
- Vergleich SHG-2SH zu SHD-2SH ..... 248
- Abmessungen ..... 249
- Genauigkeit ..... 250
- Torsionssteifigkeit ..... 250
- Lastfreies Anlaufdrehmoment ..... 250
- Lastfreies Rückdrehmoment ..... 250
- Lastfreies Laufdrehmoment ..... 251
- Wirkungsgrad ..... 252
Abtriebslager ..... 254
- Leistungsdaten ..... 254
Montagetoleranzen ..... 254
- O-Ring-Nut am Flexspline ..... 255
Montage ..... 256
- Montage an der A-Seite (Flexspline) ..... 256
- Montage an der B-Seite (Circular Spline) ..... 256
- Montage am Wave Generator ..... 256
- Einbau des Wave Generators ..... 257
Konstruktionshinweise ..... 257
- Empfohlene Gehäuseabmessungen ..... 257
- Gehäusedetail ..... 258
- Verwendete Materialien und Beschichtungen ..... 258
Schmierung ..... 258
- Fettschmierung ..... 259
Anwendungsbeispiel ..... 259

**2.8 CSF Mini ..... 260**

Produktbeschreibung ..... 260
Bestellbezeichnung ..... 261
Kombinationen ..... 261
- Versionen ..... 262
Technische Daten ..... 262
- Leistungsdaten ..... 262
- Abmessungen ..... 263
- Genauigkeit ..... 270
- Torsionssteifigkeit ..... 270
- Lastfreies Anlaufdrehmoment ..... 270
- Lastfreies Rückdrehmoment ..... 270
- Lastfreies Laufdrehmoment ..... 271
- Wirkungsgrad ..... 273
Abtriebslager ..... 277
- Abtriebslager- und Gehäusetoleranzen ..... 277
- Eingangslagerung ..... 278
Montagetoleranzen ..... 279
- Bohrungsdurchmesser Wave Generator ..... 279
Montage ..... 280
- Montage des Gehäuseflansches ..... 280
- Montage des Abtriebsflansches ..... 280
- Montage an der Eingangswelle ..... 280
Schmierung ..... 281

**2.9 PMG ..... 282**

Produktbeschreibung ..... 282
Bestellbezeichnung ..... 283
Kombinationen ..... 283
Technische Daten ..... 284
- Leistungsdaten ..... 284
- Abmessungen ..... 285
- Genauigkeit ..... 287
- Torsionssteifigkeit ..... 287
- Lastfreies Anlaufdrehmoment ..... 287
- Lastfreies Rückdrehmoment ..... 287
- Wirkungsgrad ..... 288
Abtriebslager ..... 289
- Abtriebslager- und Gehäusetoleranzen ..... 289
- Verwendete Materialien und Beschichtungen ..... 289
Montage ..... 290
- Montagetoleranzen ..... 290
- Montage des Abtriebs- und Gehäuseflansches ..... 290
- Montage am Circular Spline ..... 291
- Montage am Gehäuse ..... 291
- Montage am Wave Generator ..... 291
Schmierung ..... 291
- Fettschmierung ..... 291

**2.10 CSF-2UP ..... 292**

Produktbeschreibung ..... 292
Bestellbezeichnung ..... 293
Kombinationen ..... 293
Technische Daten ..... 294
- Leistungsdaten ..... 294
- Abmessungen ..... 295
- Genauigkeit ..... 296
- Torsionssteifigkeit ..... 296
- Lastfreies Anlaufdrehmoment ..... 296
- Lastfreies Rückdrehmoment ..... 296
- Lastfreies Laufdrehmoment ..... 297
- Wirkungsgrad ..... 298
Abtriebslager ..... 299
- Leistungsdaten ..... 299
- Abtriebslager- und Gehäusetoleranzen ..... 300
Montage ..... 300
- Montagetoleranzen ..... 300
- Bohrungsdurchmesser Wave Generator ..... 301
- Verschraubung ..... 301
- Verwendete Materialien und Beschichtungen ..... 301
Schmierung ..... 302
Anwendungsbeispiel ..... 302

**2.11 FBS-2UH ..... 304**

Produktbeschreibung ..... 304
Bestellbezeichnung ..... 305
Kombinationen ..... 305
Technische Daten ..... 306
- Leistungsdaten ..... 306
- Abmessungen ..... 307
- Genauigkeit ..... 308
- Torsionssteifigkeit ..... 308
- Lastfreies Anlaufdrehmoment ..... 308
- Lastfreies Rückdrehmoment ..... 308
- Lastfreies Laufdrehmoment ..... 309
- Wirkungsgrad ..... 310
Abtriebslager ..... 311
- Leistungsdaten ..... 311
- Abtriebslager- und Gehäusetoleranzen ..... 312
Eingangslagerung ..... 312
- Axiales Lagerspiel der Eingangswelle ..... 312
Konstruktionshinweise ..... 313
- Belastbarkeit der Eingangswelle ..... 313
- Gehäusedetail ..... 313
- Verwendete Materialien und Beschichtungen ..... 314
Montage ..... 314
- Verschraubung ..... 314
Schmierung ..... 315
Anwendungsbeispiel ..... 315

## Produktbeschreibung

# Höchste Drehmomentkapazität und lebenslange Präzision

Die Getriebe mit Abtriebslager der Baureihe CSG-2UH zeichnen sich durch höchste Drehmomentkapazität und Lebensdauer bei kleinem Außendurchmesser sowie lebenslanger Präzision und Spielfreiheit aus.

Die Getriebe mit Abtriebslager der Baureihe HFUC-2UH ergänzen die verfügbaren CSG-Baugrößen und -Untersetzungen bei im Vergleich etwas geringerer Lebensdauer. Durch Verwendung von Aluminium im Bereich des Getriebegehäuses weist die Version Lightweight (LW) ein um 30 % reduziertes Gewicht auf und eignet sich somit hervorragend für gewichtsoptimierte Anwendungen. Sie ist verfügbar in den Baureihen CSG und HFUC bei unveränderten Leistungsdaten. Neben der bewährten Wellgetriebetechnologie ist die Baureihe CSG-2UH auch in der Triangle-Technologie erhältlich. Diese setzt neue Maßstäbe in Torsionssteifigkeit, Übertragungsgenauigkeit und Dynamik.

## Merkmale:

- Höchste Drehmomentkapazität
- Hervorragende, lebenslange Präzision und Spielfreiheit
- Höchste Lebensdauer
- Großer Drehmomentbereich
- Integriertes präzises Kreuzrollenlager



## Bestellbezeichnung

Tabelle 2.1.1

| Bestellbezeichnung | CSG | - | 20 | - | 100 | - | 2UH | - | LW | - | SP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baureihe** | CSG<br>HFUC | | | | | | | | | | |
| **Baugröße**<br>(entspricht dem Teilkreisdurchmesser der Flexspline-Verzahnung in Zoll x 10) | | | 14<br>17<br>20<br>25<br>32<br>40<br>45<br>50<br>58<br>65<br>80<br>90 | | | | | | | | |
| **Untersetzung**<br>(in der Antriebskonfiguration:<br>Circular Spline (CS) fixiert, Wave Generator (WG) Antrieb, Flexspline (FS) Abtrieb) | | | | | 30<br>50<br>80<br>100<br>120<br>160 | | | | | | |
| **Version**<br>Getriebe für Motoranbau | | | | | | | 2UH | | | | |
| **Option Leichbauweise**<br>Standardausführung (Feld bleibt leer)<br>Leichtbauausführung | | | | | | | | | [ ]<br>LW | | |
| **Kundenspezifische Ausführung**<br>Standardausführung (Feld bleibt leer)<br>Sonderausführung (auf Anfrage) | | | | | | | | | | | [ ]<br>SP |

Bitte beachten Sie die Tabelle der möglichen Kombinationen.

# Kombinationen

Tabelle 2.1.2

**CSG-2UH/2UH-LW**

| | | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| Untersetzung | 30 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 50 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | - | - | - |
| | 80 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 100 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 120 | - | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 160 | - | - | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |

Tabelle 2.1.3

**HFUC-2UH/CSF-2UH-LW**

| | | Baugröße | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80[1)] | 90[1)] |
| Untersetzung | 30 | ● | ● | ● | ● | ● | - | - | - | - | - | - | - |
| | 50 | - | - | - | - | - | - | - | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 80 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ● | ● |
| | 100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ● | ● |
| | 120 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ● | ● |
| | 160 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ● | ● |

● verfügbar o auf Anfrage - nicht verfügbar
1) Nur in der Standardvariante HFUC-2UH verfügbar.

# Technische Daten

## • Leistungsdaten

Tabelle 2.1.4

| Baureihe | Baugröße | Untersetzung | Grenze für wiederholbares Spitzendrehmoment $T_R$ [Nm] | Grenze für Durchschnittsdrehmoment $T_A$ [Nm] | Nenndrehmoment bei 2000 min$^{-1}$ $T_N$ [Nm] | Grenze für Kollisionsdrehmoment $T_M$ [Nm] | Max. Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] Fettschmierung | Grenze für mittlere Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] Fettschmierung | Massenträgheitsmoment [kgm$^2$] | Gewicht [kg] 2UH | Gewicht [kg] 2UH-LW |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HFUC | 14 | 30 | 9,0 | 6,8 | 4,0 | 17,0 | 8500 | 3500 | 0,033x10$^{-4}$ | 0,52 | 0,32 |
| CSG | 14 | 50 | 23 | 9 | 7 | 46 | | | | | |
| | 14 | 80 | 30 | 14 | 10 | 58[2)] | | | | | |
| | 14 | 100 | 36 | 14 | 10 | 58[2)] | | | | | |
| HFUC | 17 | 30 | 16,0 | 12,0 | 8,8 | 30,0 | 7300 | 3500 | 0,079x10$^{-4}$ | 0,68 | 0,46 |
| CSG | 17 | 50 | 44 | 34 | 21 | 91 | | | | | |
| | 17 | 80 | 56 | 35 | 29 | 109[2)] | | | | | |
| | 17 | 100 | 70 | 51 | 31 | 109[2)] | | | | | |
| | 17 | 120 | 70 | 51 | 31 | 109[2)] | | | | | |
| HFUC | 20 | 30 | 27 | 20 | 15 | 50 | 6500 | 3500 | 0,193x10$^{-4}$ | 0,98 | 0,64 |
| CSG | 20 | 50 | 73 | 44 | 33 | 127 | | | | | |
| | 20 | 80 | 96 | 61 | 44 | 165 | | | | | |
| | 20 | 100 | 107 | 64 | 52 | 191 | | | | | |
| | 20 | 120 | 113 | 64 | 52 | 191 | | | | | |
| | 20 | 160 | 120 | 64 | 52 | 191 | | | | | |
| HFUC | 25 | 30 | 50 | 38 | 27 | 95 | 5600 | 3500 | 0,413x10$^{-4}$ | 1,50 | 1,10 |
| CSG | 25 | 50 | 127 | 72 | 51 | 242 | | | | | |
| | 25 | 80 | 178 | 113 | 82 | 332 | | | | | |
| | 25 | 100 | 204 | 140 | 87 | 369 | | | | | |
| | 25 | 120 | 217 | 140 | 87 | 395 (382)[3)] | | | | | |
| | 25 | 160 | 229 | 140 | 87 | 408 (382)[3)] | | | | | |
| HFUC | 32 | 30 | 100 | 75 | 54 | 200 | 4800 | 3500 | 1,690x10$^{-4}$ | 3,20 | 2,20 |
| CSG | 32 | 50 | 281 | 140 | 99 | 497 | | | | | |
| | 32 | 80 | 395 | 217 | 153 | 738 | | | | | |
| | 32 | 100 | 433 | 281 | 178 | 841 | | | | | |
| | 32 | 120 | 459 | 281 | 178 | 892 | | | | | |
| | 32 | 160 | 484 | 281 | 178 | 892 | | | | | |
| CSG | 40 | 50 | 523 | 255 | 178 | 892 | 4000 | 3000 | 4,500x10$^{-4}$ | 5,00 | 3,50 |
| | 40 | 80 | 675 | 369 | 268 | 1270 | | | | | |
| | 40 | 100 | 738 | 484 | 345 | 1400 | | | | | |
| | 40 | 120 | 802 | 586 | 382 | 1530 (1488)[3)] | | | | | |
| | 40 | 160 | 841 | 586 | 382 | 1530 (1488)[3)] | | | | | |
| CSG | 45 | 50 | 650 | 345 | 229 | 1235 | 3800 | 3000 | 8,680x10$^{-4}$ | 7,00 | 5,10 |
| | 45 | 80 | 918 | 507 | 407 | 1651 | | | | | |
| | 45 | 100 | 982 | 650 | 459 | 2041 | | | | | |
| | 45 | 120 | 1070 | 806 | 523 | 2288 | | | | | |
| | 45 | 160 | 1147 | 819 | 523 | 2483 | | | | | |
| HFUC | 50 | 50[1)] | 715 | 175 | 122 | 1430 | 3500 | 2500 | 12,50x10$^{-4}$ | 8,90 | 7,00 |
| CSG | 50 | 80 | 1223 | 675 | 484 | 2418 | | | | | |
| | 50 | 100 | 1274 | 866 | 611 | 2678 | | | | | |
| | 50 | 120 | 1404 | 1057 | 688 | 2678 | | | | | |
| | 50 | 160 | 1534 | 1096 | 688 | 3185 | | | | | |
| HFUC | 58 | 50[1)] | 1020 | 260 | 176 | 1960 | 3000 | 2200 | 27,30x10$^{-4}$ | 14,60 | 11,30 |
| CSG | 58 | 80 | 1924 | 1001 | 714 | 3185 | | | | | |
| | 58 | 100 | 2067 | 1378 | 905 | 4134 | | | | | |
| | 58 | 120 | 2236 | 1547 | 969 | 4329 | | | | | |
| | 58 | 160 | 2392 | 1573 | 969 | 4459 | | | | | |
| HFUC | 65 | 50[1)] | 1420 | 360 | 245 | 2830 | 2800 | 1900 | 46,80x10$^{-4}$ | 20,90 | 16,20 |
| CSG | 65 | 80 | 2743 | 1352 | 969 | 4836 | | | | | |
| | 65 | 100 | 2990 | 1976 | 1236 | 6175 | | | | | |
| | 65 | 120 | 3263 | 2041 | 1236 | 6175 | | | | | |
| | 65 | 160 | 3419 | 2041 | 1236 | 6175 | | | | | |
| HFUC | 80 | 50[1)] | 2440 | 630 | 436 | 4870 | 2300 | 1500 | 122,0x10$^{-4}$ | 30,80 | - |
| | 80 | 80 | 3430 | 1830 | 1320 | 6590 | | | | | |
| | 80 | 100 | 4220 | 2360 | 1700 | 7910 | | | | | |
| | 80 | 120 | 4590 | 3130 | 1990 | 7910 | | | | | |
| | 80 | 160 | 4910 | 3130 | 1990 | 7910 | | | | | |
| HFUC | 90 | 50[1)] | 3530 | 860 | 590 | 6660 | 2000 | 1300 | 214,0x10$^{-4}$ | 42,50 | - |
| | 90 | 80 | 3990 | 2510 | 1550 | 7250 | | | | | |
| | 90 | 100 | 5680 | 3360 | 2270 | 9020 | | | | | |
| | 90 | 120 | 6160 | 4300 | 2570 | 9800 | | | | | |
| | 90 | 160 | 6840 | 4300 | 2700 | 11300 | | | | | |

1) Bei Sonderausführung des Getriebes mit Ölschmierung ist ein höheres Durchschnittsdrehmoment $T_{av}$ und Nenndrehmoment $T_N$ möglich.
2) Das Kollisionsdrehmoment wird begrenzt durch das übertragbare Drehmoment der Verschraubung.
3) Die Werte in Klammern sind gültig für die Version CSG-LW. Das Kollisionsdrehmoment wird begrenzt durch das übertragbare Drehmoment der Verschraubung.

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Abmessungen

Abbildung 2.1.1

### CSG-14-2UH/2UH-LW ... CSG-58-2UH/2UH-LW [mm]

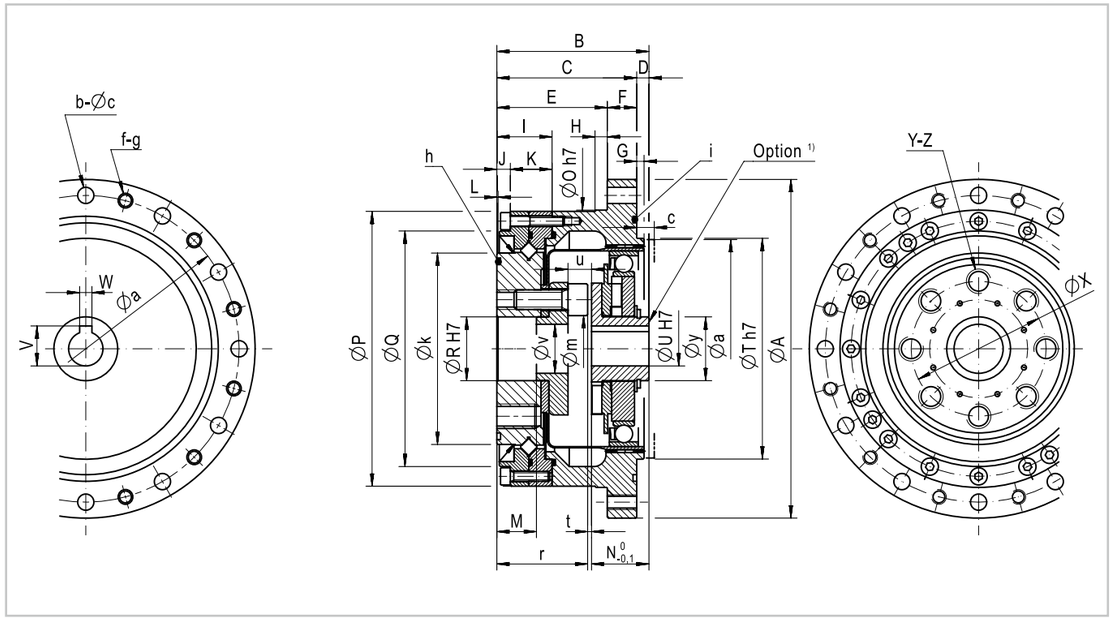
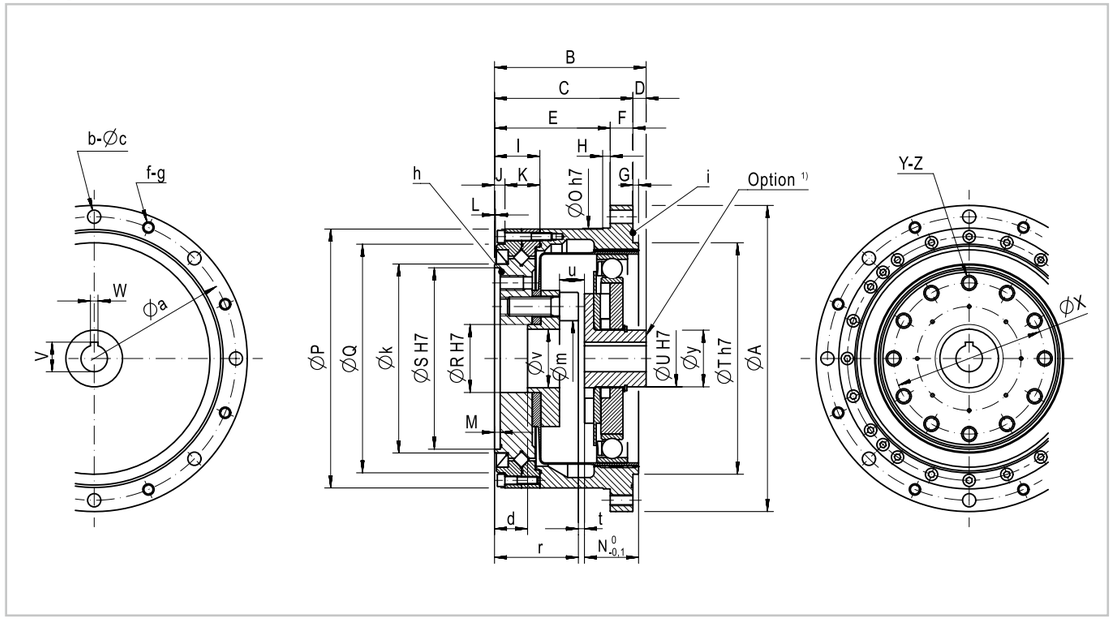



Abbildung 2.1.2

### CSG-65-2UH/2UH-LW [mm]




1) Nabe ohne Passfeder bzw. mit anderem Durchmesser siehe Kapitel „Projektierung“.

CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

Tabelle 2.1.5

### CSG-2UH/2UH-LW [mm]

| Symbol | | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| ØA | | 73 | 79 | 93 | 107 | 138 | 160 | 180 | 190 | 226 | 260 |
| B | | 41,0 0 -0,4 | 45,0 0 -0,4 | 45,5 0 -0,4 | 52,0 0 -0,5 | 62,0 0 -0,6 | 72,5 0 -0,6 | 79,5 0 -0,6 | 90,0 0 -0,6 | 104,5 0 -0,6 | 115,0 0 -0,6 |
| C | | 34,0 | 37,0 | 38,0 | 46,0 | 57,0 | 66,5 | 74,0 | 85,0 | 97,0 | 108,5 |
| D | | 7,0 | 8,0 | 7,5 | 6,0 | 5,0 | 6,0 | 5,5 | 5,0 | 7,5 | 6,5 |
| E | | 27,0 | 29,0 | 28,0 | 36,0 | 45,0 | 50,5 | 58,0 | 69,0 | 77,0 | 84,5 |
| F | | 7 | 8 | 10 | 10 | 12 | 16 | 16 | 16 | 20 | 24 |
| G | | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| H | CSG | 3,5 | 4,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 |
| | CSG-LW | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| I | | 16,5 | 16,5 | 16,5 | 18,5 | 22,5 | 24,0 | 27,0 | 31,0 | 35,0 | 39,0 |
| J | | 4,5 | 4,5 | 4,0 | 4,5 | 5,5 | 7,5 | 7,0 | 8,0 | 8,5 | 8,5 |
| K | | 12,0 | 12,0 | 12,5 | 14,0 | 17,0 | 16,5 | 20,0 | 23,0 | 26,5 | 30,5 |
| L | CSG | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 1,5 |
| | CSG-LW | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,6 | 1,6 | 1,0 | 1,5 | 1,5 |
| M | | 9,4 | 9,5 | 9,0 | 12,0 | 15,0 | 5,0 | 6,0 | 8,0 | 10,0 | 4,0 |
| N 0 -0,1 | | 18,5 | 20,7 | 21,5 | 21,6 | 23,6 | 29,7 | 30,5 | 34,8 | 38,3 | 44,6 |
| ØO h7 | | 56 | 63 | 72 | 86 | 113 | 127 | 148 | 158 | 186 | 212 |
| ØP | CSG | 56 | 62 | 70 | 85 | 112 | 123 | 147 | 157 | 185 | 210 |
| | CSG-LW | 54,6 | 61,6 | 69,6 | 85,0 | 110,0 | 124,5 | 143,0 | 155,0 | 183,4 | 208,4 |
| ØQ | CSG | 42,5 | 49,5 | 58,0 | 73,0 | 96,0 | 109,0 | 127,0 | 137,0 | 161,0 | 186,0 |
| | CSG-LW | 40,5 | 47,5 | 55,5 | 71,0 | 91,1 | 103 | 123 | 130 | 155 | 180 |
| ØR H7 | | 11 | 10 | 14 | 20 | 26 | 32 | 32 | 40 | 46 | 52 |
| ØS H7 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 142 |
| ØT h7 | | 38 | 48 | 56 | 67 | 90 | 110 | 124 | 135 | 156 | 177 |
| ØU H7 | | 6 | 8 | 12 | 14 | 14 | 14 | 19 | 19 | 22 | 24 |
| V | | - | - | 13,8 0 +0,1 | 16,3 0 +0,1 | 16,3 0 +0,1 | 16,3 0 +0,1 | 21,8 0 +0,1 | 21,8 0 +0,1 | 24,8 0 +0,1 | 27,3 0 +0,2 |
| W JS9 | | - | - | 4 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 8 |
| ØX | | 23 | 27 | 32 | 42 | 55 | 68 | 82 | 84 | 100 | 110 |
| Y | | 6 | 6 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Z | | M4x8 | M5x10 | M6x9 | M8x12 | M10x15 | M10x15 | M12x18 | M14x21 | M16x24 | M16x24 |
| Øa | | 65 | 71 | 82 | 96 | 125 | 144 | 164 | 174 | 206 | 236 |
| b | CSG | 8 | 8 | 8 | 10 | 12 | 10 | 12 | 14 | 12 | 8 |
| | CSG-LW | 6 | 8 | 8 | 10 | 12 | 10 | 16 | 18 | 16 | 12 |
| Øc | | 4,5 | 4,5 | 5,5 | 5,5 | 6,6 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 11,0 | 14,0 |
| d | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10 |
| f | CSG | 8 | 8 | 8 | 10 | 12 | 10 | 12 | 14 | 12 | 8 |
| | CSG-LW | 6 | 8 | 8 | 10 | 12 | 10 | 16 | 18 | 16 | 12 |
| g | | M4 | M4 | M5 | M5 | M6 | M8 | M8 | M8 | M10 | M12 |
| h (O-Ring) | | 29,00x0,50 | 34,50x0,80 | 40,64x1,14 | 53,28x0,99 | 70,50x2,00 | 82,27x1,78 | 99,50x2,00 | 104,5x2,00 | 124,5x2,00 | 134,5x2,00 |
| i (O-Ring) | | 49,5x2,0 | 55,5x2,0 | 66,5x2,0 | 79,5x2,0 | 104,5x2,0 | 124,5x2,0 | 144,5x2,0 | 154,5x2,0 | 179,5x2,0 | 204,5x2,0 |
| Øk | | 31 | 38 | 45 | 58 | 78 | 90 | 107 | 112 | 135 | 155 |
| Øm | | 10,0 | 10,5 | 15,5 | 20,0 | 27,0 | 34,0 | 36,0 | 39,0 | 46,0 | 56,0 |
| r | | 21,4 | 23,5 | 23,0 | 29,0 | 37,0 | 39,5 | 45,5 | 53,0 | 62,8 | 66,5 |
| t | | 1,1 | 0,8 | 1,0 | 1,4 | 1,4 | 3,3 | 3,5 | 2,2 | 3,4 | 3,9 |
| u | | 5,1 | 5,8 | 6,0 | 7,4 | 9,4 | 13,3 | 15,5 | 16,2 | 19,4 | 19,9 |
| Øv | | 8 | 7 | 10 | 15 | 20 | 24 | 25 | 32 | 38 | 44 |
| Øy | | 14 | 18 | 21 | 26 | 26 | 32 | 32 | 32 | 40 | 48 |

## Details Wave Generator

Abbildung 2.1.3

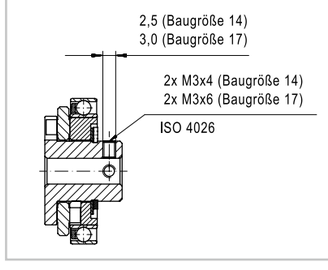



Abbildung 2.1.4

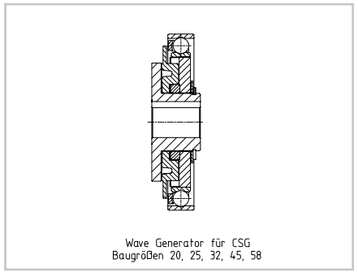



Abbildung 2.1.5

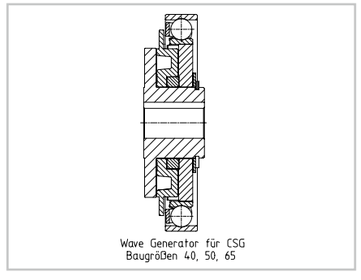


Abbildung 2.1.6

## HFUC-14-2UH/CSF-2UH-LW ... HFUC-58-2UH/CSF-2UH-LW

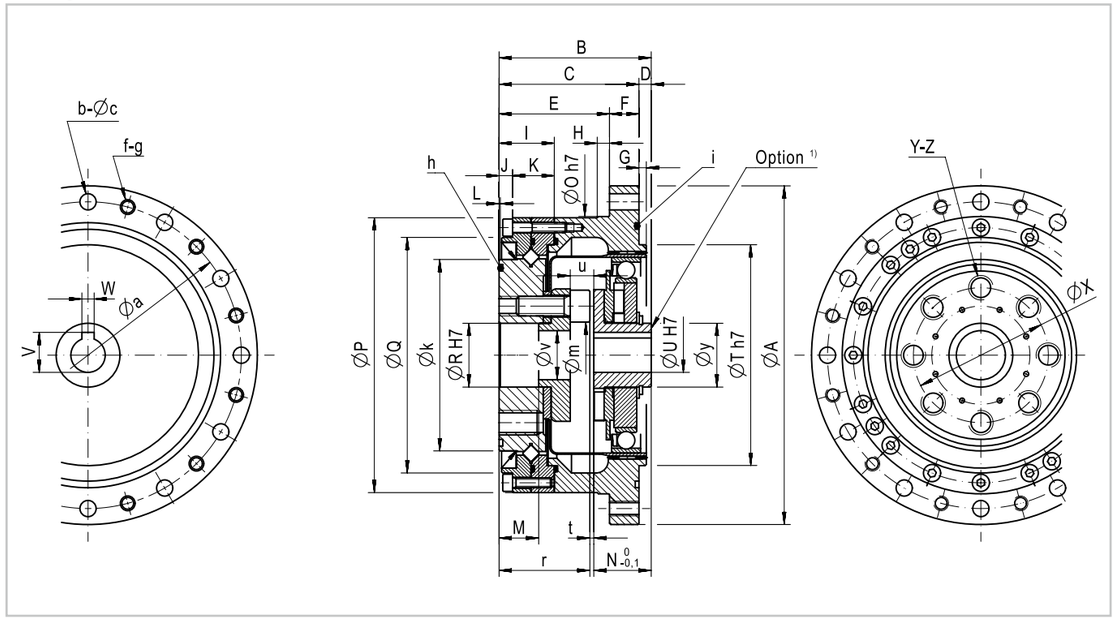
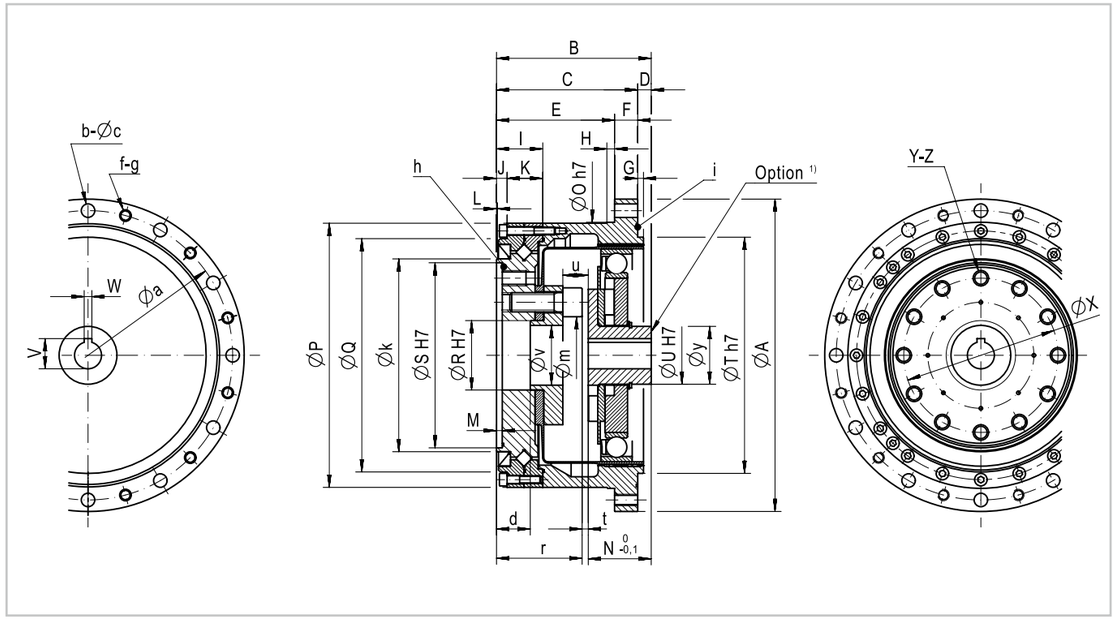



Abbildung 2.1.7

## HFUC-65-2UH/CSF-65-2UH-LW ... HFUC-90-2UH




1) Nabe ohne Passfeder bzw. mit anderem Durchmesser siehe Kapitel „Projektierung“.

CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

Tabelle 2.1.6

## HFUC-2UH/CSF-2UH-LW [mm]

| Symbol | | Baugröße | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| ØA | | 73 | 79 | 93 | 107 | 138 | - | - | 190 | 226 | 260 | 294 | 324 |
| B | | 41,0 $^{0}_{-0,9}$ | 45,0 $^{0}_{-0,9}$ | 45,5 $^{0}_{-1,0}$ | 52,0 $^{0}_{-1,0}$ | 62,0 $^{0}_{-1,1}$ | - | - | 90,0 $^{0}_{-1,3}$ | 104,5 $^{0}_{-1,3}$ | 115,0 $^{0}_{-1,3}$ | 137,0 $^{0}_{-1,3}$ | 152,5 $^{0}_{-1,3}$ |
| C | | 34,0 | 37,0 | 38,0 | 46,0 | 57,0 | - | - | 85,0 | 97,0 | 108,5 | 130,0 | 146,5 |
| D | | 7,0 | 8,0 | 7,5 | 6,0 | 5,0 | - | - | 5,0 | 7,5 | 6,5 | 7,0 | 6,0 |
| E | | 27,0 | 29,0 | 28,0 | 36,0 | 45,0 | - | - | 69,0 | 77,0 | 84,5 | 106,0 | 122,5 |
| F | | 7 | 8 | 10 | 10 | 12 | - | - | 16 | 20 | 24 | 24 | 24 |
| G | | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | - | - | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 |
| H | HFUC | 3,5 | 4,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | - | - | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 8,0 | 8,0 |
| | HFUC-LW | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | - | - | 6 | 6 | 6 | - | - |
| I | | 16,5 | 16,5 | 16,5 | 18,5 | 22,5 | - | - | 31,0 | 35,0 | 39,0 | 45,0 | 48,0 |
| J | | 4,5 | 4,5 | 4,0 | 4,5 | 5,5 | - | - | 8,0 | 8,5 | 8,5 | 12,0 | 11,0 |
| K | | 12,0 | 12,0 | 12,5 | 14,0 | 17,0 | - | - | 23,0 | 26,5 | 30,5 | 33,0 | 37,0 |
| L | HFUC | 0,5 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | - | - | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 2,0 |
| | HFUC-LW | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | - | - | 1,0 | 1,5 | 1,5 | - | - |
| M | | 9,4 | 9,5 | 9,0 | 12,0 | 15,0 | - | - | 8,0 | 10,0 | 4,0 | 6,0 | 6,0 |
| N $^{0}_{-0,1}$ | | 17,6 | 19,5 | 20,1 | 20,2 | 22,0 | - | - | 32,0 | 34,9 | 40,9 | 49,1 | 48,2 |
| ØO h7 | | 56 | 63 | 72 | 86 | 113 | - | - | 158 | 186 | 212 | 248 | 276 |
| ØP | HFUC | 55 | 62 | 70 | 85 | 112 | - | - | 157 | 185 | 210 | 246 | 274 |
| | HFUC-LW | 54,6 | 61,6 | 69,6 | 85,0 | 110,0 | - | - | 155,0 | 183,4 | 208,4 | - | - |
| ØQ | HFUC | 42,5 | 49,5 | 58,0 | 73,0 | 96,0 | - | - | 137,0 | 161,0 | 186,0 | 212,0 | 242,0 |
| | HFUC-LW | 40,5 | 47,5 | 55,5 | 71,0 | 91,1 | - | - | 130,0 | 155,0 | 180,0 | - | - |
| ØR H7 | | 11 | 10 | 14 | 20 | 26 | - | - | 40 | 46 | 52 | 80 | 72 |
| ØS H7 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 142 | 168 | 192 |
| ØT h7 | i ≥ 50 | 38 | 48 | 56 | 67 | 90 | - | - | 135 | 156 | 177 | 218 | 245 |
| | i = 30 | 38 | 48 | 56 | 68 | 90 | - | - | - | - | - | - | - |
| ØU H7 | | 6 | 8 | 12 | 14 | 14 | - | - | 19 | 22 | 24 | 28 | 28 |
| V | | - | - | 13,8 $^{+0,1}_{0}$ | 16,3 $^{+0,1}_{0}$ | 16,3 $^{+0,1}_{0}$ | - | - | 21,8 $^{+0,1}_{0}$ | 24,8 $^{+0,1}_{0}$ | 27,3 $^{+0,2}_{0}$ | 31,3 $^{+0,2}_{0}$ | 31,3 $^{+0,2}_{0}$ |
| W JS9 | | - | - | 4 | 5 | 5 | - | - | 6 | 6 | 8 | 8 | 8 |
| ØX | | 23 | 27 | 32 | 42 | 55 | - | - | 84 | 100 | 110 | 135 | 160 |
| Y | | 6 | 6 | 8 | 8 | 8 | - | - | 8 | 8 | 8 | 12 | 12 |
| Z | | M4x8 | M5x10 | M6x9 | M8x12 | M10x15 | - | - | M14x21 | M16x24 | M16x24 | M16x24 | M16x24 |
| Øa | | 65 | 71 | 82 | 96 | 125 | - | - | 174 | 206 | 236 | 270 | 300 |
| b | HFUC | 6 | 6 | 6 | 8 | 12 | - | - | 12 | 12 | 8 | 12 | 12 |
| | HFUC-LW | 6 | 8 | 8 | 10 | 12 | - | - | 18 | 16 | 12 | - | - |
| Øc | | 4,5 | 4,5 | 5,5 | 5,5 | 6,6 | - | - | 9,0 | 11,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 |
| d | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10 | 12 | 35 |
| f | HFUC | 6 | 6 | 6 | 8 | 12 | - | - | 12 | 12 | 8 | 12 | 12 |
| | HFUC-LW | 6 | 8 | 8 | 10 | 12 | - | - | 18 | 16 | 12 | - | - |
| g | | M4 | M4 | M5 | M5 | M6 | - | - | M8 | M10 | M12 | M12 | M12 |
| h (O-Ring) | | 29,00x0,50 | 34,50x0,80 | 40,64x1,14 | 53,28x0,99 | 70,50x2,00 | - | - | 104,5x2,00 | 124,5x2,00 | 134,5x2,00 | 159,5x2,70 | 184,5x2,70 |
| i (O-Ring) | | 49,5x2,0 | 55,5x2,0 | 66,5x2,0 | 79,5x2,0 | 104,5x2,0 | - | - | 154,5x2,0 | 179,5x2,0 | 204,5x2,0 | 234,5x2,7 | 267,5x2,7 |
| Øk | | 31 | 38 | 45 | 58 | 78 | - | - | 112 | 135 | 155 | 180 | 200 |
| Øm | | 10,0 | 10,5 | 15,5 | 20,0 | 27,0 | - | - | 39,0 | 46,0 | 56,0 | 81,0 | 80,0 |
| r | | 21,4 | 23,5 | 23,0 | 29,0 | 37,0 | - | - | 53,0 | 62,8 | 66,5 | 75,0 | 89,0 |
| t | | 2,0 | 2,0 | 2,4 | 2,8 | 3,0 | - | - | 5,0 | 6,8 | 7,6 | 12,9 | 15,3 |
| u | | 6,0 | 7,0 | 7,4 | 8,8 | 11,0 | - | - | 19,0 | 22,8 | 23,6 | 28,9 | 35,3 |
| Øv | | 8 | 7 | 10 | 15 | 20 | - | - | 32 | 38 | 44 | 55 | 62 |
| Øy | | 14 | 18 | 21 | 26 | 26 | - | - | 32 | 40 | 48 | 55 | 60 |

## Details Wave Generator

Abbildung 2.1.8

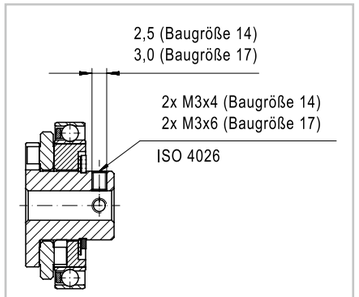
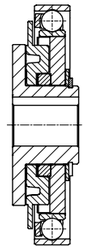
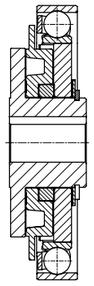



Abbildung 2.1.9



Wave Generator für HFUC
Baugrößen 20, 25, 32, 45, 58

Abbildung 2.1.10



Wave Generator für HFUC
Baugrößen 40, 50, 65

## • Genauigkeit

Tabelle 2.1.7

**[arcmin]**

| | Baugröße | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | | | 17 | | | 20 | | | 25 | | | 32 | | | 40 ... 90 | |
| Untersetzung | 30 | 50 | ≥80 | 30 | 50 | ≥80 | 30 | 50 | ≥80 | 30 | 50 | ≥80 | 30 | 50 | ≥80 | 50 | ≥80 |
| Übertragungsgenauigkeit | <2,0 | <1,5 | | <1,5 | | | <1,5 | <1,0 | | <1,5 | <1,0 | | <1,5 | <1,0 | | <1,0 | |
| Hystereseverlust | <3,0 | <2,0 | <1,0 | <3,0 | <2,0 | <1,0 | <3,0 | <2,0 | <1,0 | <3,0 | <2,0 | <1,0 | <3,0 | <2,0 | <1,0 | <2,0 | <1,0 |
| Lost Motion | < 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wiederholgenauigkeit | < ± 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | |

## • Genauigkeit der Oldham-Kupplung

Harmonic Drive® Getriebe sind spielfrei. Wird eine Oldham-Kupplung eingesetzt, entsteht außerhalb des Zahneingriffes ein geringes Spiel in Bereich von wenigen Winkelsekunden, siehe Tabelle 2.1.8. Dieses geringe Spiel tritt bei einem Solid Wave Generator nicht auf.

Tabelle 2.1.8

**[arcsec]**

| Untersetzung | Baureihe | Baugröße | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| 30 | HFUC | 59 | 49 | 60 | 33 | 28 | 28 | 23 | - | - | - | - | - | - | - |
| 50 | CSG | - | - | 36 | 20 | 17 | 17 | 14 | 14 | 12 | - | - | - | - | - |
| | HFUC | 35 | 24 | - | - | - | - | - | - | - | 12 | 10 | 10 | 10 | 8 |
| 80 | CSG | - | - | 23 | 13 | 11 | 11 | 9 | 9 | 8 | 8 | 6 | 6 | - | - |
| | HFUC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5 | 5 |
| 100 | CSG | - | - | 18 | 10 | 9 | 9 | 7 | 7 | 6 | 6 | 5 | 5 | - | - |
| | HFUC | 18 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5 | 4 |
| 120 | CSG | - | - | - | 8 | 8 | 8 | 6 | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 | - | - |
| | HFUC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4 | 3 |
| 160 | CSG | - | - | - | - | 6 | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | - | - |
| | HFUC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 | 2 |

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Torsionssteifigkeit

Tabelle 2.1.9

| | Symbol [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| Grenzdrehmoment | $T_1$ [Nm] | 2,0 | 3,9 | 7,0 | 14 | 29 | 54 | 76 | 108 | 168 | 235 | 430 | 618 |
| | $T_2$ [Nm] | 6,9 | 12,0 | 25 | 48 | 108 | 196 | 275 | 382 | 598 | 843 | 1570 | 2260 |
| i = 30 | $K_3$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,34 | 0,67 | 1,10 | 2,10 | 4,90 | - | - | - | - | - | - | - |
| | $K_2$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,24 | 0,44 | 0,71 | 1,30 | 3,00 | - | - | - | - | - | - | - |
| | $K_1$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,19 | 0,34 | 0,57 | 1,00 | 2,40 | - | - | - | - | - | - | - |
| i = 50 | $K_3$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,57 | 1,30 | 2,30 | 4,40 | 9,80 | 18 | 26 | 34 | 54 | 78 | 145 | 206 |
| | $K_2$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,47 | 1,10 | 1,80 | 3,40 | 7,80 | 14 | 20 | 28 | 44 | 61 | 115 | 162 |
| | $K_1$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,34 | 0,81 | 1,30 | 2,50 | 5,40 | 10 | 15 | 20 | 31 | 44 | 81 | 118 |
| i ≥ 80 | $K_3$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,71 | 1,60 | 2,90 | 5,70 | 12,00 | 23 | 33 | 44 | 71 | 98 | 185 | 263 |
| | $K_2$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,61 | 1,40 | 2,50 | 5,00 | 11,00 | 20 | 29 | 40 | 61 | 88 | 162 | 230 |
| | $K_1$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,47 | 1,00 | 1,60 | 3,10 | 6,70 | 13 | 18 | 25 | 40 | 54 | 100 | 145 |

## • Lastfreies Anlaufdrehmoment

Abbildung 2.1.11

**[Ncm]**

| Untersetzung | Baureihe | Baugröße | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| 30 | HFUC | 6,4 | 9,3 | 15 | 25 | 54 | - | - | - | - | - | - | - |
| 50 | CSG | 4,5 | 6,7 | 8,6 | 17 | 34 | 61 | 85 | - | - | - | - | - |
| | HFUC | - | - | - | - | - | - | - | 110 | 160 | 220 | 360 | 500 |
| 80 | CSG | 3,1 | 4,4 | 5,4 | 10 | 21 | 39 | 54 | 73 | 108 | 154 | - | - |
| | HFUC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 230 | 320 |
| 100 | CSG | 2,8 | 3,7 | 4,7 | 8,8 | 20 | 34 | 47 | 64 | 97 | 132 | - | - |
| | HFUC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 200 | 280 |
| 120 | CSG | - | 3,4 | 4,2 | 8,0 | 17 | 31 | 43 | 57 | 88 | 121 | - | - |
| | HFUC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 190 | 250 |
| 160 | CSG | - | - | 3,6 | 6,9 | 15 | 26 | 36 | 50 | 75 | 102 | - | - |
| | HFUC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 155 | 220 |

## • Lastfreies Rückdrehmoment

Abbildung 2.1.12

**[Nm]**

| Untersetzung | Baureihe | Baugröße | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| 30 | HFUC | 2,4 | 3,8 | 6,2 | 11 | 23 | - | - | - | - | - | - | - |
| 50 | CSG | 1,8 | 3,3 | 5,2 | 9,9 | 20 | 36 | 52 | - | - | - | - | - |
| | HFUC | - | - | - | - | - | - | - | 62 | 95 | 130 | 220 | 300 |
| 80 | CSG | 1,8 | 3,3 | 5,3 | 10 | 21 | 36 | 53 | 69 | 106 | 154 | - | - |
| | HFUC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 220 | 300 |
| 100 | CSG | 2,0 | 3,6 | 5,6 | 11 | 22 | 40 | 56 | 75 | 121 | 165 | - | - |
| | HFUC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 230 | 330 |
| 120 | CSG | - | 3,9 | 6,1 | 12 | 24 | 43 | 61 | 80 | 121 | 176 | - | - |
| | HFUC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 250 | 350 |
| 160 | CSG | - | - | 7,0 | 14 | 29 | 51 | 70 | 94 | 143 | 198 | - | - |
| | HFUC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 300 | 410 |

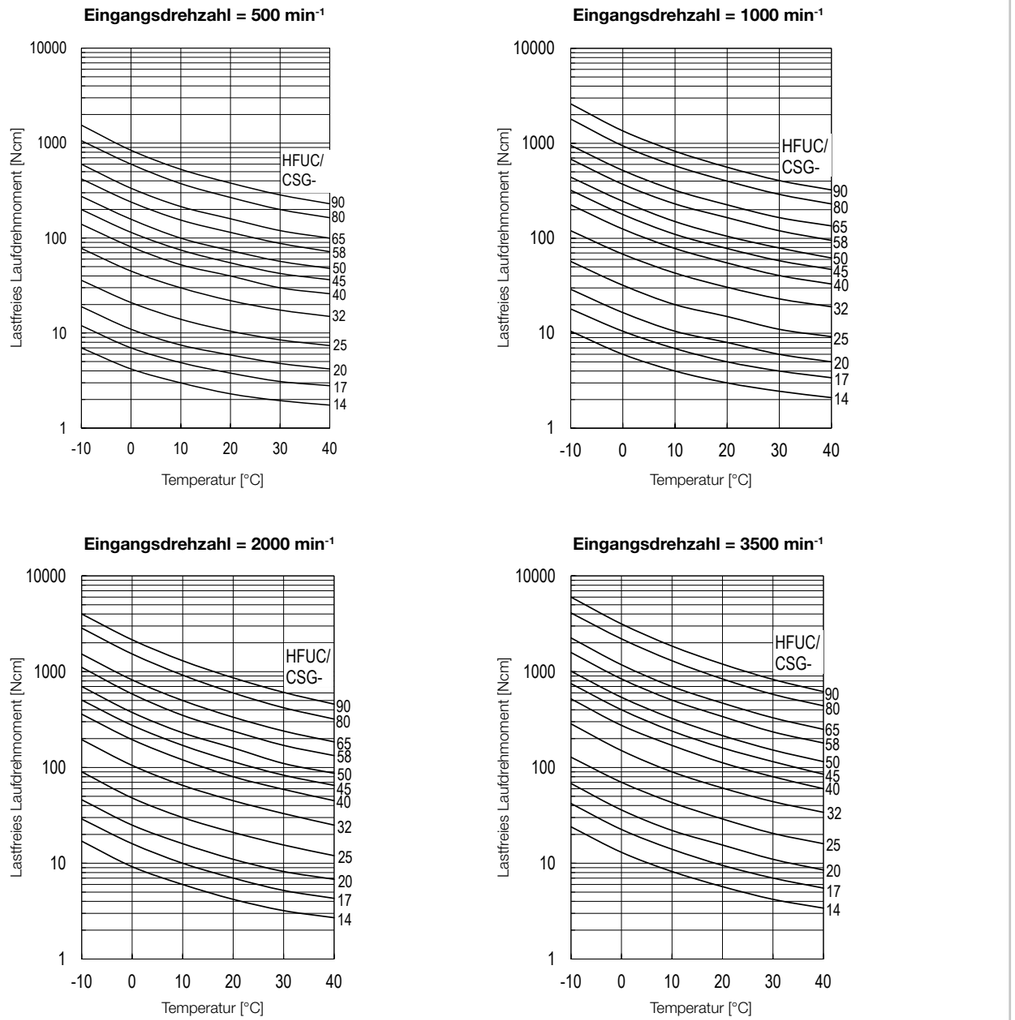
Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Lastfreies Laufdrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett SK-2 (Baugröße 14, 17) bzw. SK-1A (Baugröße ≥ 20).

Abbildung 2.1.13

**CSG-2UH/HFUC-2UH/CSF-2UH-LW**




## Korrekturwerte für lastfreies Laufdrehmoment

Tabelle 2.1.10

**[Ncm]**

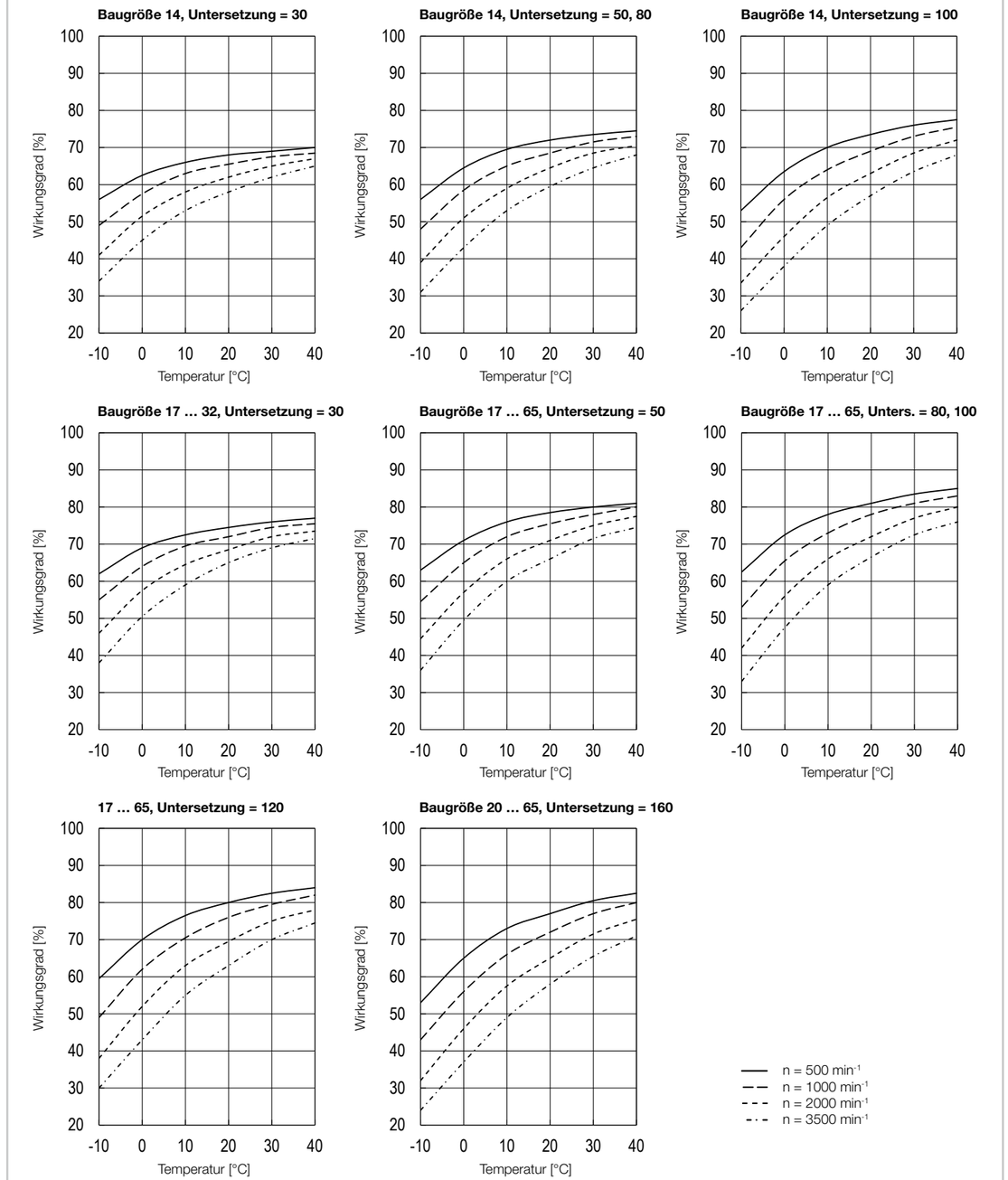
| Untersetzung | Baugröße | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| 30 | 2,5 | 3,8 | 5,4 | 8,8 | 16,0 | - | - | - | - | - | - | - |
| 50 | 1,1 | 1,6 | 2,3 | 3,8 | 7,1 | 12,0 | 16,0 | 21,0 | 30,0 | 41,0 | 67,0 | 91,0 |
| 80 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 1,3 | 2,1 | 2,9 | 3,7 | 5,3 | 7,2 | 12,0 | 17,0 |
| 120 | - | -0,2 | -0,3 | -0,5 | -0,9 | -1,5 | -2,1 | -2,6 | -3,8 | -5,1 | -8,0 | -12,0 |
| 160 | - | - | -0,8 | -1,2 | -2,2 | -3,5 | -4,9 | -6,2 | -8,9 | -12,0 | -21,0 | -30,0 |

## • Wirkungsgrad

### Wirkungsgrad für Fettschmierung bei Nenndrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett SK-2 (Baugröße 14, 17) bzw. SK-1A (Baugröße ≥ 20).

Abbildung 2.1.14

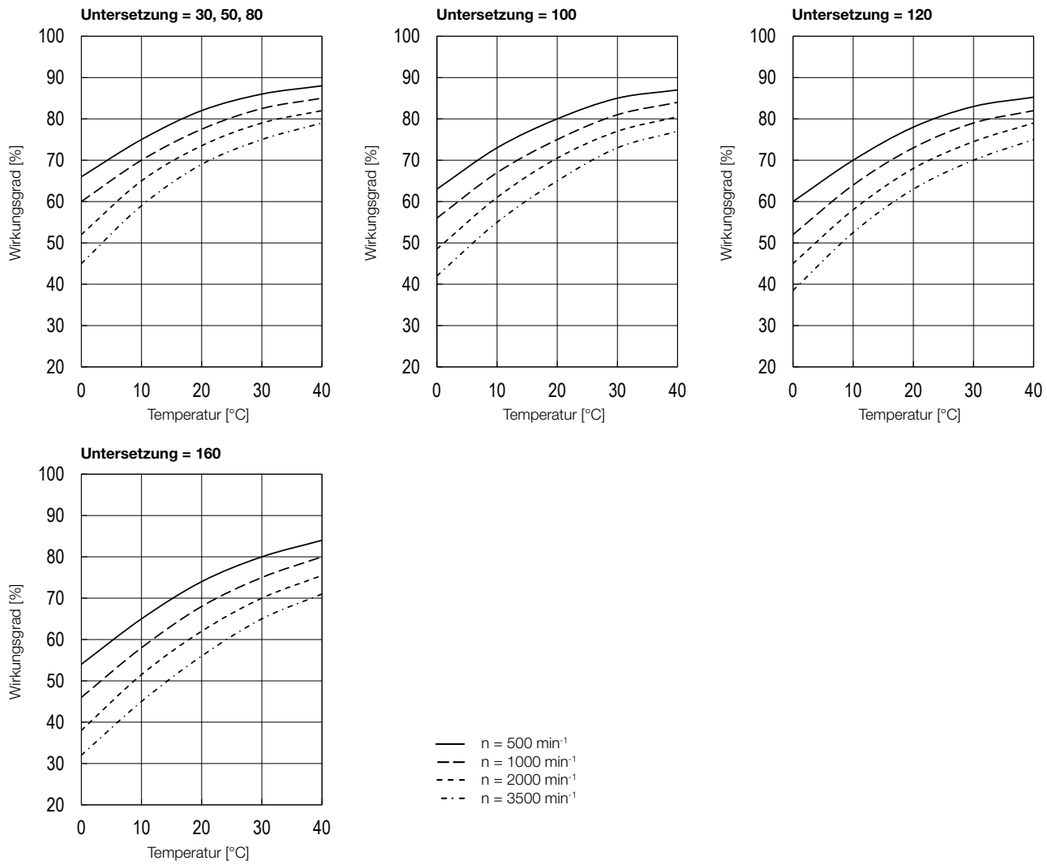



Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## Wirkungsgrad für Ölschmierung bei Nenndrehmoment

Die Diagramme gelten für Mineralöl DEA CLP 68.

Abbildung 2.1.15




Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## Wirkungsgradberechnung

Der Wirkungsgrad hängt von folgenden Parametern ab: Untersetzung, Eingangsdrehzahl, Lastmoment, Temperatur, Schmierstoff und Schmierstoffmenge. Wenn das Lastmoment kleiner als das Nennmoment ist, ergibt sich ein kleinerer Wirkungsgrad als in den Wirkungsgradkennlinien angegeben. Der drehmomentspezifische Wirkungsgrad wird mittels des Berechnungsfaktors K ermittelt.

### Berechnungsbeispiel

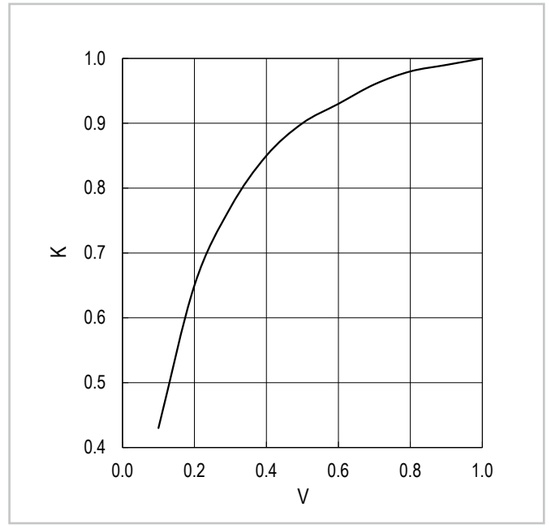
Produkt: CSG-20-80-2UH

- Eingangsdrehzahl: 1000 $min^{-1}$
- (Durchschnittliches) Lastmoment $T_{av}$: 36 Nm
- Nenndrehmoment $T_N$ (Katalogangabe): 44 Nm
- Fettschmierung mit Harmonic Drive® Schmierfett SK-1A, Schmiermitteltemperatur: 20 °C.

1. Berechnung des Drehmomentfaktors
   $V = T_{av}/T_N = 36/44 = 0,82$ (Für V > 1 ist K = 1)
2. Ablesen des Berechnungsfaktors K aus Diagramm Abbildung 2.1.16: K = 0,97
3. Ablesen des Wirkungsgrads aus Wirkungsgrad-kennlinie Abbildung 2.1.14: η = 79 %
4. Berechnung des lastabhängigen Wirkungsgrads
   $\eta_L = 79\ \% \cdot 0,97 = 77\ \%$

Abbildung 2.1.16

**Berechnungsfaktor K**




# Abtriebslager

- Leistungsdaten

Tabelle 2.1.11

**CSG-2UH/HFUC-2UH**

| | Symbol [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| Lagertyp[1] | | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| Teilkreisdurchmesser | $d_p$ [m] | 0,035 | 0,0425 | 0,050 | 0,062 | 0,080 | 0,096 | 0,111 | 0,119 | 0,141 | 0,160 | 0,185 | 0,214 |
| Abstand[2] | R [m] | 0,0095 | 0,0095 | 0,0095 | 0,0115 | 0,0130 | 0,0145 | 0,0155 | 0,0180 | 0,0205 | 0,0225 | 0,0260 | 0,0285 |
| Dynamische Tragzahl | C [N] | 4700 | 5290 | 5780 | 9600 | 15000 | 21300 | 23000 | 34800 | 51800 | 55600 | 76400 | 83200 |
| Statische Tragzahl | $C_0$ [N] | 6070 | 7550 | 9000 | 15100 | 25000 | 36500 | 42600 | 60200 | 90400 | 103000 | 143000 | 168000 |
| Zulässiges dynamisches Kippmoment[3][4] | M [Nm] | 41 | 64 | 91 | 156 | 313 | 450 | 686 | 759 | 1180 | 1860 | 2740 | 4210 |
| Kippsteifigkeit[5] | $K_B$ [Nm/arcmin] | 13 | 22,5 | 37 | 70 | 157 | 265 | 410 | 497 | 823 | 1175 | 1900 | 2943 |
| Zulässige Axiallast[4] | $F_a$ [N] | 1004 | 1130 | 1235 | 2051 | 3205 | 4550 | 4914 | 7435 | 11066 | 11878 | 16322 | 17582 |
| Zulässige Radiallast[4] | $F_r$ [N] | 673 | 757 | 827 | 1374 | 2147 | 3049 | 3292 | 4981 | 7414 | 7958 | 10936 | 11780 |

1) Lagertyp C = Kreuzrollenlager; F = Vierpunktlager
2) Abstand Wälzlagermitte zur abtriebsseitigen Anschraubfläche, siehe Kapitel Getriebeauslegung.
3) Diese Daten gelten für drehende Getriebe. Sie basieren entweder auf der Lebensdauergleichung des Abtriebslagers oder auf der maximal zulässigen Verkippung des Harmonic Drive® Getriebe-Einbausatzes. Die angegebenen Daten dürfen auch dann nicht überschritten werden, wenn die Lebensdauergleichung des Lagers höhere Werte zulässt.
4) Die Daten gelten für M: $F_a = 0$, $F_r = 0$ I $F_a$: M = 0, $F_r = 0$ I $F_r$: M = 0, $F_a = 0$
5) Der Wert der Kippsteifigkeit ist der Mittelwert (± 20 %).

Tabelle 2.1.12

## CSG-2UH-LW/CSF-2UH-LW

| | Symbol [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| Lagertyp[1] | | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| Teilkreisdurchmesser | $d_p$ [m] | 0,035 | 0,043 | 0,050 | 0,064 | 0,083 | 0,096 | 0,111 | 0,119 | 0,141 | 0,160 |
| Abstand[2] | R [m] | 0,0093 | 0,0091 | 0,0098 | 0,0118 | 0,0133 | 0,0148 | 0,0158 | 0,0180 | 0,0205 | 0,0185 |
| Dynamische Tragzahl | C [N] | 4700 | 5290 | 5780 | 9600 | 15000 | 21300 | 23000 | 34800 | 51800 | 55600 |
| Statische Tragzahl | $C_0$ [N] | 6070 | 7550 | 9000 | 15100 | 25000 | 36500 | 42600 | 60200 | 90400 | 103000 |
| Zulässiges dynamisches Kippmoment[3][4] | M [Nm] | 33,6 | 52,5 | 74,6 | 127,9 | 256,7 | 369,0 | 562,5 | 622 | 838 | 1525 |
| Kippsteifigkeit[5] | $K_B$ [Nm/arcmin] | 10,5 | 18,6 | 30,5 | 57,6 | 128,6 | 217 | 336 | 407 | 585 | 963 |
| Zulässige Axiallast[4] | $F_a$ [N] | 1004 | 1130 | 1235 | 2051 | 3205 | 4550 | 4914 | 7435 | 11066 | 11878 |
| Zulässige Radiallast[4] | $F_r$ [N] | 673 | 757 | 827 | 1374 | 2147 | 3049 | 3292 | 4981 | 7414 | 7958 |

1) Lagertyp C = Kreuzrollenlager; F = Vierpunktlager
2) Abstand Wälzlagermitte zur abtriebsseitigen Anschraubfläche, siehe Kapitel Getriebeauslegung.
3) Diese Daten gelten für drehende Getriebe. Sie basieren entweder auf der Lebensdauergleichung des Abtriebslagers oder auf der maximal zulässigen Verkippung des Harmonic Drive® Getriebe-Einbausatzes. Die angegebenen Daten dürfen auch dann nicht überschritten werden, wenn die Lebensdauergleichung des Lagers höhere Werte zulässt.
4) Die Daten gelten für M: $F_a = 0$, $F_r = 0$ I $F_a$: $M = 0$, $F_r = 0$ I $F_r$: $M = 0$, $F_a = 0$
5) Der Wert der Kippsteifigkeit ist der Mittelwert (± 20 %).

## • Abtriebslager- und Gehäusetoleranzen

Daten gelten für drehenden Abtriebsflansch.

Abbildung 2.1.17

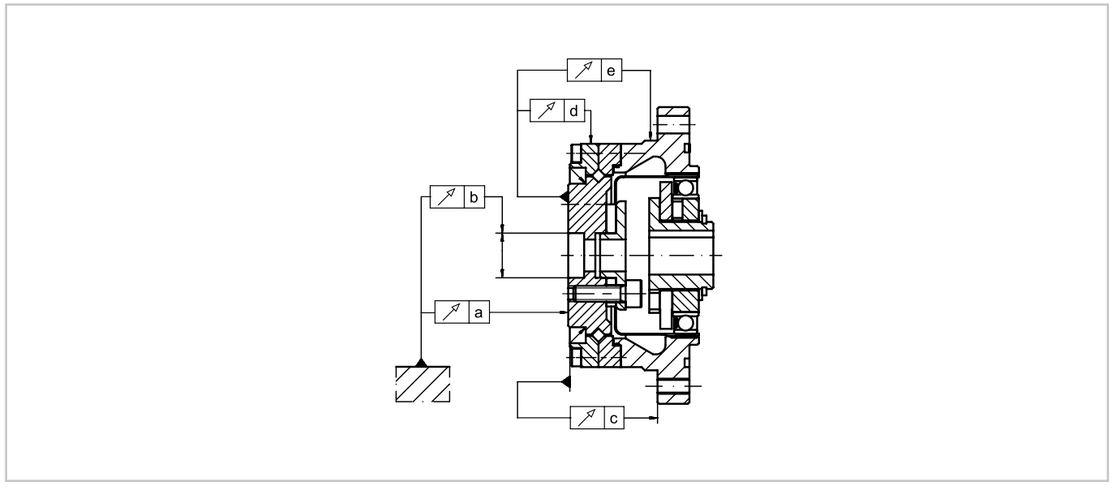



Tabelle 2.1.13

[mm]

| Symbol | Baugröße | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| a (Planlauf) | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,022 | 0,022 |
| b (Rundlauf) | 0,010 | 0,012 | 0,012 | 0,013 | 0,013 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,017 | 0,017 | 0,020 | 0,020 |
| c | 0,024 | 0,026 | 0,038 | 0,045 | 0,056 | 0,060 | 0,068 | 0,069 | 0,076 | 0,085 | 0,090 | 0,090 |
| d | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,020 | 0,020 |
| e | 0,038 | 0,038 | 0,047 | 0,049 | 0,054 | 0,060 | 0,065 | 0,067 | 0,070 | 0,075 | 0,080 | 0,090 |

# Montage

## • Montagetoleranzen

Abbildung 2.1.18

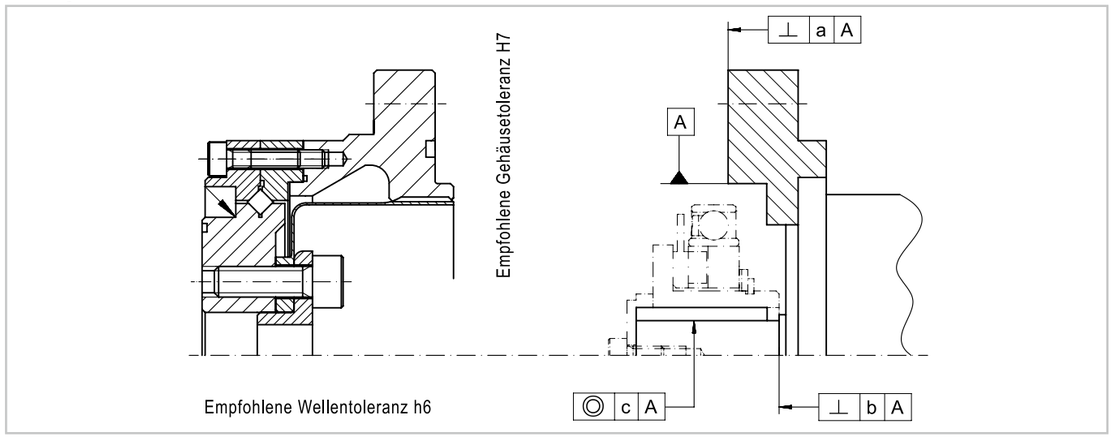



Tabelle 2.1.14

[mm]

| Symbol | Empfohlene Toleranz Welle/Bohrung der Anschlusskomponenten | Baugröße | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| a | | 0,011 | 0,015 | 0,017 | 0,024 | 0,026 | 0,026 | 0,027 | 0,028 | 0,031 | 0,034 | 0,043 | 0,050 |
| b | | 0,017 | 0,020 | 0,020 | 0,024 | 0,024 | 0,032 | 0,032 | 0,032 | 0,032 | 0,032 | 0,036 | 0,036 |
| | | (0,008) | (0,010) | (0,010) | (0,012) | (0,012) | (0,012) | (0,013) | (0,015) | (0,015) | (0,015) | (0,015) | (0,015) |
| Øc | h6 | 0,030 | 0,034 | 0,044 | 0,047 | 0,050 | 0,063 | 0,065 | 0,066 | 0,068 | 0,070 | 0,090 | 0,091 |
| | | (0,016) | (0,018) | (0,019) | (0,022) | (0,022) | (0,024) | (0,027) | (0,030) | (0,033) | (0,035) | (0,043) | (0,046) |

Die in Klammern angegebenen Werte sind empfohlene Toleranzen für einen Wave Generator ohne Oldham-Kupplung. Diese Kupplung wird zum Ausgleich von Exzentrizitätsfehlern der Motorwelle eingesetzt und ist im Standardgetriebe eingebaut. Bei einer direkten Kupplung des Wave Generator mit der Motorwelle ohne Oldham-Kupplung (Option) sollten die Motorwellentoleranzen der DIN 42955 R entsprechen.

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Empfohlene Gehäuseabmessungen

Die Getriebe werden mit einer Lebensdauerfettschmierung geliefert. Ein zusätzliches Schmieren der Getriebe bei der Montage ist nicht notwendig. Beim Einbau sollten die Abmessungen gemäß Tabelle 2.1.15 berücksichtigt werden.

Abbildung 2.1.19

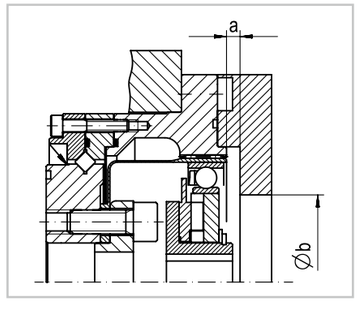



Tabelle 2.1.15

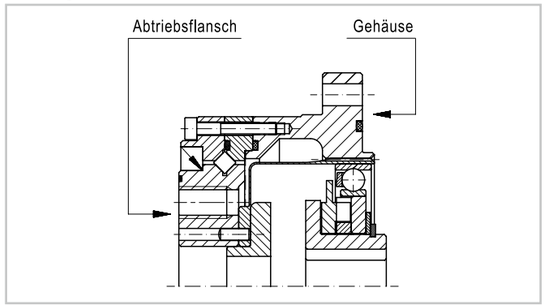
[mm]

| Symbol | Baugröße | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| a* | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 3,0 | 3,0 |
| a** | 3,0 | 3,0 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 7,5 | 7,5 | 9,0 | 9,0 |
| Øb | 16 | 26 | 30 | 37 | 37 | 45 | 45 | 45 | 56 | 62 | 67 | 73 |

*Wave Generator senkrecht oder nach unten angeordnet
**Wave Generator nach oben angeordnet

- Verschraubung

Abbildung 2.1.20




## Verschraubung an der Abtriebsseite

Tabelle 2.1.16

**CSG-2UH**

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| Anzahl der Schrauben | | 6 | 6 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Größe der Schrauben | | M4 | M5 | M6 | M8 | M10 | M10 | M12 | M14 | M16 | M16 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 23 | 27 | 32 | 42 | 55 | 68 | 82 | 84 | 100 | 110 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 5,4 | 10,8 | 18,4 | 45 | 89 | 89 | 154 | 246 | 383 | 383 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 58 | 109 | 245 | 580 | 1220 | 1510 | 2624 | 3690 | 5981 | 6579 |

Schraubenqualität: 12.9, Reibungskoeffizient μ = 0,15

Tabelle 2.1.17

**CSG-2UH-LW**

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| Anzahl der Schrauben | | 6 | 6 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Größe der Schrauben | | M4 | M5 | M6 | M8 | M10 | M10 | M12 | M14 | M16 | M16 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 23 | 27 | 32 | 42 | 55 | 68 | 82 | 84 | 100 | 110 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 5,4 | 10,8 | 18,4 | 45 | 89 | 89 | 154 | 246 | 383 | 383 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 58 | 109 | 245 | 580 | 1220 | 1510 | 2624 | 3690 | 5981 | 6579 |

Schraubenqualität: 12.9, Reibungskoeffizient μ = 0,15

Tabelle 2.1.18

**HFUC-2UH**

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| Anzahl der Schrauben | | 6 | 6 | 8 | 8 | 8 | - | - | 8 | 8 | 8 | 12 | 12 |
| Größe der Schrauben | | M4 | M5 | M6 | M8 | M10 | - | - | M14 | M16 | M16 | M16 | M16 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 23 | 27 | 32 | 42 | 55 | - | - | 84 | 100 | 110 | 135 | 160 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 4,5 | 9,0 | 15,3 | 37 | 74 | - | - | 205 | 319 | 319 | 319 | 319 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 49 | 91 | 204 | 486 | 1108 | - | - | 3070 | 4980 | 5480 | 10200 | 12100 |

Schraubenqualität: 12.9, Reibungskoeffizient μ = 0,15

Tabelle 2.1.19

**CSF-2UH-LW**

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| Anzahl der Schrauben | | 6 | 6 | 8 | 8 | 8 | - | - | 8 | 8 | 8 |
| Größe der Schrauben | | M4 | M5 | M6 | M8 | M10 | - | - | M14 | M16 | M16 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 23 | 27 | 32 | 42 | 55 | - | - | 84 | 100 | 110 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 4,5 | 9,0 | 15,3 | 37 | 74 | - | - | 205 | 319 | 319 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 49 | 91 | 204 | 486 | 1019 | - | - | 3070 | 4980 | 5480 |

Schraubenqualität: 12.9, Reibungskoeffizient μ = 0,15



## Verschraubung an der Gehäuseseite

Tabelle 2.1.20

**CSG-2UH**

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| Anzahl der Schrauben | | 8 | 8 | 8 | 10 | 12 | 10 | 12 | 14 | 12 | 8 |
| Größe der Schrauben | | M4 | M4 | M5 | M5 | M6 | M8 | M8 | M8 | M10 | M12 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 65 | 71 | 82 | 96 | 125 | 144 | 164 | 174 | 206 | 236 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 4,5 | 4,5 | 9,0 | 9,0 | 15,3 | 37 | 37 | 37 | 74 | 128 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 182 | 196 | 365 | 538 | 1200 | 2100 | 2844 | 3251 | 5717 | 6293 |

Schraubenqualität: 12.9, Reibungskoeffizient μ = 0,15

Tabelle 2.1.21

**CSG-2UH-LW**

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| Anzahl der Schrauben | | 6 | 8 | 8 | 10 | 12 | 10 | 16 | 18 | 16 | 12 |
| Größe der Schrauben | | M4 | M4 | M5 | M5 | M6 | M8 | M8 | M8 | M10 | M12 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 65 | 71 | 82 | 96 | 125 | 144 | 164 | 174 | 206 | 236 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 3,2 | 3,2 | 6,4 | 6,4 | 10,8 | 26,5 | 26,5 | 26,5 | 51,9 | 90,0 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 98 | 143 | 261 | 382 | 842 | 1488 | 2712 | 3237 | 5350 | 6649 |

Schraubenqualität: 12.9, Reibungskoeffizient μ = 0,15

Tabelle 2.1.22

**HFUC-2UH**

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| Anzahl der Schrauben | | 6 | 6 | 6 | 8 | 12 | - | - | 12 | 12 | 8 | 12 | 12 |
| Größe der Schrauben | | M4 | M4 | M5 | M5 | M6 | - | - | M8 | M10 | M12 | M12 | M12 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 65 | 71 | 82 | 96 | 125 | - | - | 174 | 206 | 236 | 270 | 300 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 4,5 | 4,5 | 9,0 | 9,0 | 15,3 | - | - | 37 | 74 | 128 | 128 | 128 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 137 | 147 | 274 | 431 | 1200 | - | - | 3040 | 5717 | 6293 | 10025 | 11245 |

Schraubenqualität: 12.9, Reibungskoeffizient μ = 0,15

Tabelle 2.1.23

**CSF-2UH-LW**

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| Anzahl der Schrauben | | 6 | 8 | 8 | 10 | 12 | - | - | 18 | 16 | 12 |
| Größe der Schrauben | | M4 | M4 | M5 | M5 | M6 | - | - | M8 | M10 | M12 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 65 | 71 | 82 | 96 | 125 | - | - | 174 | 206 | 236 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 3,2 | 3,2 | 6,4 | 6,4 | 10,8 | - | - | 26,5 | 51,9 | 90,0 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 9,8 | 143 | 261 | 382 | 842 | - | - | 3237 | 5350 | 6649 |

Schraubenqualität: 12.9, Reibungskoeffizient μ = 0,15

## • Verwendete Materialien und Beschichtungen

Material:
Abtriebslager: blanker Stahl
Circular Spline: blanker Grauguss
- CSG/HFUC-2UH: blanker Grauguss (einteilig mit integriertem Circular Spline)
- CSG/CSF-2UH-LW: blankes Aluminium

Flexspline: blanker Stahl
Wave Generator: blanker Stahl

Optionale Materialien und Beschichtungen sind bei Harmonic Drive SE anzufragen.

# Schmierung

## • Fettschmierung

Die Getriebe mit Abtriebslager HFUC-/CSG-2UH werden vollständig gefettet geliefert. Sie sind werkseitig mit einer Lebensdauerfettschmierung versehen. Wir empfehlen den Einsatz der in Tabelle 2.1.24 genannten Schmierfette. Das Abtriebslager ist mit Harmonic Drive® Schmierfett 4BNo.2 gefettet.

Tabelle 2.1.24

| Untersetzung | Harmonic Drive® Schmierfett | Baugröße | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 ... 58 | 65 ... 90 |
| 30 (HFUC) | Flexolub®-A1 | O | O | O | O | O | - | - | - |
| | SK-1A | - | - | Δ | Δ | Δ | - | - | - |
| | SK-2 | Δ | Δ | - | - | - | - | - | - |
| | 4BNo.2 | Δ | Δ | □ | □ | □ | - | - | - |
| ≥50 | SK-1A | - | - | O | O | O | O | O | O |
| | SK-2 | O | O | Δ | Δ | Δ | Δ | - | - |
| | 4BNo.2 | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| | Flexolub®-A1 | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | - |

1) Nur für Baureihe HFUC
O Standard-Schmierfett
□ Empfohlen bei sehr hoher Last bzw. sehr hohen Anforderungen an die Lebensdauer des Schmierfetts
Δ Optionales Schmierfett, bitte Rücksprache

## • Ölschmierung

Harmonic Drive® Getriebe mit Abtriebslager inklusive Ölschmierung sind kundenspezifische Sonderanfertigungen. Schmierung und Nachschmierung werden individuell festgelegt.

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.



## Produktbeschreibung

# Unübertroffen geringes Gewicht kombiniert mit einer kurzen Bauform

Die Getriebe der Baureihe CSF-ULW zeichnen sich durch geringstes Gewicht kombiniert mit einer kurzen Baulänge aus. Die ULW-Baureihe erreicht die gleichen Leistungsdaten wie die Baureihe HFUC-2UH bei einer Gewichtseinsparung von ca. 50 % und einer Baulängenreduktion von ca. 30 %. Diese Präzisionsgetriebe eignen sich ideal für den Einsatz in Handachsen kleiner und kollaborierender Roboter sowie auch für Industrieanwendungen, bei denen ein geringes Gewicht gefordert wird.

## Merkmale:

- Unübertroffen geringes Gewicht
- Kurze Baulänge
- Integriertes Abtriebslager
- Hohe Präzision



## Bestellbezeichnung

Tabelle 2.2.1

| Bestellbezeichnung | CSF | - | 14 | - | 80 | - | 2UH | - | ULW | - | SP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baureihe** | | | | | | | | | | | |
| **Baugröße**<br>(entspricht dem Teilkreisdurchmesser der Flexspline-Verzahnung in Zoll x 10) | | | 8<br>11<br>14<br>17<br>20 | | | | | | | | |
| **Untersetzung**<br>(in der Antriebskonfiguration:<br>Circular Spline (CS) fixiert, Wave Generator (WG) Antrieb,<br>Flexspline (FS) Abtrieb) | | | | | 30<br>50<br>80<br>100<br>120<br>160 | | | | | | |
| **Version**<br>Getriebe für Motoranbau | | | | | | | 2UH | | | | |
| **Spezifikation**<br>Ultra-light-weight-Typ (Leichtbauausführung) | | | | | | | | | ULW | | |
| **Kundenspezifische Ausführung**<br>Standardausführung (Feld bleibt leer)<br>Sonderausführung (auf Anfrage) | | | | | | | | | | | [ ]<br>SP |

## Kombinationen

Tabelle 2.2.2

| | | Baugröße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 |
| Untersetzung | 30 | ● | ● | - | - | - |
| | 50 | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 80 | - | - | ● | ● | ● |
| | 100 | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 120 | - | - | - | ● | ● |
| | 160 | - | - | - | - | ● |

● verfügbar o auf Anfrage - nicht verfügbar

# Technische Daten

## • Leistungsdaten

Tabelle 2.2.3

| Baugröße | Untersetzung | Grenze für wiederholbares Spitzendrehmoment | Grenze für Durchschnittsdrehmoment | Nenndrehmoment bei Nenndrehzahl 2000 min$^{-1}$ | Grenze für Kollisionsdrehmoment | Max. Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] | Grenze für mittlere Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] | Massenträgheitsmoment | Gewicht |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | i | $T_R$ [Nm] | $T_A$ [Nm] | $T_N$ [Nm] | $T_M$ [Nm] | Fettschmierung | Fettschmierung | [kgm$^2$] | [kg] |
| 8 | 30 | 1,8 | 1,4 | 0,9 | 3,3 | 8500 | 3500 | 1,7 x10$^{-7}$ | 0,090 |
| | 50 | 3,3 | 2,3 | 1,8 | 6,6 | | | | |
| | 100 | 4,8 | 3,3 | 2,4 | 9,0 | | | | |
| 11 | 30 | 4,5 | 3,4 | 2,2 | 8,5 | 8500 | 3500 | 8,6 x10$^{-7}$ | 0,150 |
| | 50 | 8,3 | 5,5 | 3,5 | 17,0 | | | | |
| | 100 | 11,0 | 8,9 | 5,0 | 25,0 | | | | |
| 14 | 50 | 18,0 | 6,9 | 5,4 | 35,0 | 8500 | 3500 | 2,2 x10$^{-6}$ | 0,230 |
| | 80 | 23,0 | 11,0 | 7,8 | 47,0 | | | | |
| | 100 | 28,0 | 11,0 | 7,8 | 54,0 | | | | |
| 17 | 50 | 34 | 26 | 16 | 70 | 7300 | 3500 | 5,5 x10$^{-6}$ | 0,320 |
| | 80 | 43 | 27 | 22 | 87 | | | | |
| | 100 | 54 | 39 | 24 | 108 | | | | |
| | 120 | 54 | 39 | 24 | 86 | | | | |
| 20 | 50 | 56 | 34 | 25 | 98 | 6500 | 3500 | 1,1 x10$^{-5}$ | 0,450 |
| | 80 | 74 | 47 | 34 | 127 | | | | |
| | 100 | 82 | 49 | 40 | 147 | | | | |
| | 120 | 87 | 49 | 40 | 147 | | | | |
| | 160 | 92 | 49 | 40 | 147 | | | | |

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Abmessungen

Abbildung 2.2.1

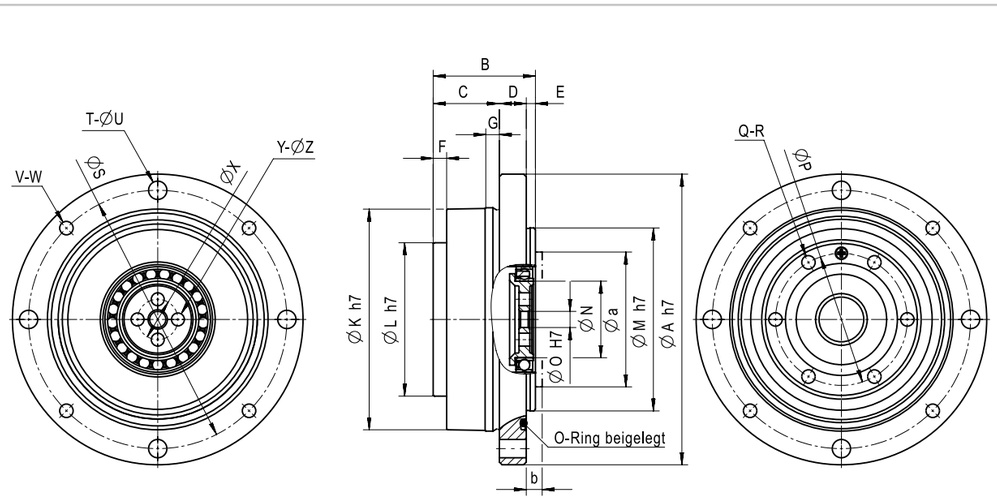



Abbildung 2.2.2

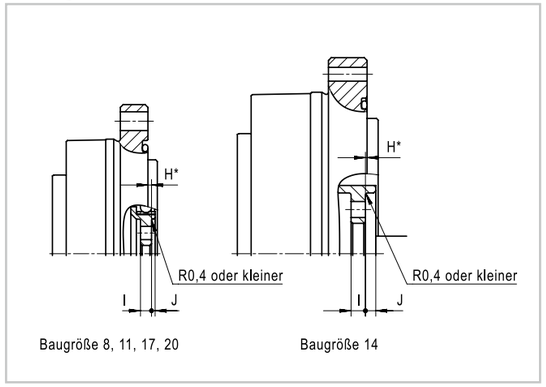



Tabelle 2.2.4 **[mm]**

| Symbol | Baugröße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 |
| ø A h7 | 54 | 63 | 71 | 81 | 93 |
| B | 19,0 | 21,5 | 25,5 | 28,5 | 31,5 |
| C | 12,3 | 13,0 | 16,5 | 18,0 | 20,5 |
| D | 5,0 | 6,5 | 7,0 | 8,0 | 8,0 |
| E | 1,7 | 2,0 | 2,0 | 2,5 | 3,0 |
| F | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| G | 2,5 | 3,3 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| H* | 0,65 $^{0}_{-0,3}$ | 0,35 $^{0}_{-0,7}$ | 0,30 $^{+0,8}_{0}$ | 0,20 $^{0}_{-0,9}$ | 0,30 $^{0}_{-1,0}$ |
| I | 2,0 | 2,4 | 2,6 | 2,7 | 3,1 |
| J | 0,70 | 1,30 | 1,88 | 2,00 | 2,60 |
| ø K h7 | 41,5 | 50,5 | 58,5 | 67,5 | 77,0 |
| ø L h7 | 28,5 | 36,5 | 43,5 | 52,0 | 60,5 |
| ø M h7 | 34 | 42 | 49 | 57 | 63 |
| ø N | 12,5 | 18,2 | 22,0 | 26,5 | 31,5 |
| ø O H7 | 3 | 7 | 11 | 13 | 19 |
| ø P | 24,5 | 32,0 | 39,0 | 47,5 | 56,0 |
| Q | 6 | 8 | 10 | 16 | 18 |
| R | M3x4,0 | M3x4,5 | M3x4,5 | M3x4,5 | M3x4,5 |
| ø S | 48,0 | 57,0 | 65,0 | 74,5 | 84,5 |
| T | 4 | 4 | 6 | 10 | 12 |
| ø U | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 |
| V | 4 | 4 | 6 | 10 | 12 |
| W | M3 | M3 | M3 | M3 | M3 |
| ø X | 7,5 | 12,0 | 16,0 | 19,5 | 25,5 |
| Y | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| ø Z | 2,4 | 2,9 | 2,9 | 3,4 | 3,4 |
| Øa | 21,5 | 30,0 | 38,0 | 45,0 | 53,0 |
| b | 2,2 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,5 |

*Das Maß H ist das Wave-Generator-Einstellmaß. Beachten Sie die in der Tabelle angegebenen Toleranzen.

CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

## • Genauigkeit

Tabelle 2.2.5 **[arcmin]**

| | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 | | 11 | | 14 | | 17 | | 20 | |
| Untersetzung | 30 | ≥50 | 30 | ≥50 | 50 | ≥80 | 50 | ≥80 | 50 | ≥80 |
| Übertragungsgenauigkeit | <2,0 | | <2,0 | <1,5 | <1,5 | | <1,5 | | <1,0 | |
| Hystereseverlust | <3,0 | <2,0 | <3,0 | <2,0 | <2,0 | <1,0 | <2,0 | <1,0 | <2,0 | <1,0 |

## • Torsionssteifigkeit

Tabelle 2.2.6

| | Symbol [Einheit] | Baugröße 8 | 11 | 14 | 17 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Grenzdrehmomente | $T_1$ [Nm] | 0,29 | 0,80 | 2,00 | 3,90 | 7,00 |
| | $T_2$ [Nm] | 0,75 | 2,00 | 6,90 | 12,00 | 25,00 |
| i = 30 | $K_3$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,054 | 0,160 | - | - | - |
| | $K_2$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,044 | 0,130 | - | - | - |
| | $K_1$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,034 | 0,084 | - | - | - |
| i = 50 | $K_3$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,084 | 0,320 | 0,570 | 1,300 | 2,300 |
| | $K_2$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,067 | 0,300 | 0,470 | 1,100 | 1,800 |
| | $K_1$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,044 | 0,220 | 0,340 | 0,810 | 1,300 |
| i ≥ 80 | $K_3$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,120 | 0,440 | 0,710 | 1,600 | 2,900 |
| | $K_2$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,100 | 0,340 | 0,610 | 1,400 | 2,500 |
| | $K_1$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,091 | 0,270 | 0,470 | 1,000 | 1,600 |

## • Lastfreies Anlaufdrehmoment

Tabelle 2.2.7 **[Ncm]**

| Untersetzung | Baugröße 8 | 11 | 14 | 17 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|
| 30 | 1,5 | 3,0 | - | - | - |
| 50 | 0,9 | 1,8 | 3,6 | 5,5 | 7,2 |
| 80 | - | - | 2,6 | 3,6 | 4,5 |
| 100 | 0,7 | 1,2 | 2,3 | 3,1 | 4,0 |
| 120 | - | - | - | 2,9 | 3,6 |
| 160 | - | - | - | - | 3,1 |

## • Lastfreies Rückdrehmoment

Tabelle 2.2.8 **[Nm]**

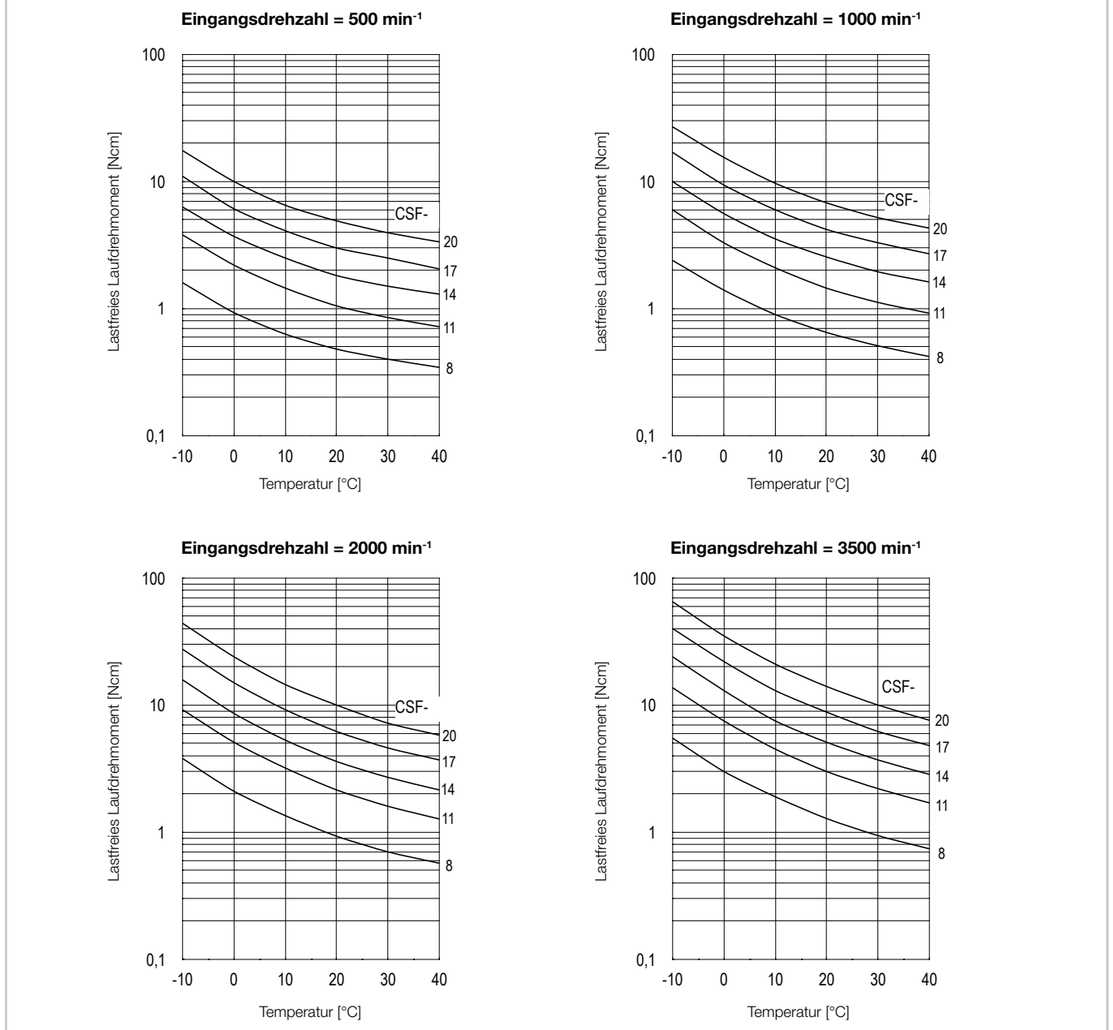
| Untersetzung | Baugröße 8 | 11 | 14 | 17 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|
| 30 | 0,70 | 1,4 | - | - | - |
| 50 | 0,55 | 1,1 | 1,6 | 2,7 | 4,3 |
| 80 | - | - | 1,6 | 2,7 | 4,5 |
| 100 | 0,75 | 1,5 | 1,9 | 3,0 | 4,8 |
| 120 | - | - | - | 3,3 | 5,2 |
| 160 | - | - | - | - | 6,1 |

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Lastfreies Laufdrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett SK-2 (Baugröße 8 … 17) bzw. SK-1A (Baugröße 20).

Abbildung 2.2.3




## Korrekturwerte für lastfreies Laufdrehmoment

Tabelle 2.2.9 **[Ncm]**

| Untersetzung | Baugröße 30 | 50 | 80 | 120 | 160 |
|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 0,54 | 0,23 | - | - | - |
| 11 | 1,05 | 0,43 | - | - | - |
| 14 | - | 0,63 | 0,11 | - | - |
| 17 | - | 1,01 | 0,17 | -0,13 | - |
| 20 | - | 1,54 | 0,27 | -0,19 | -0,45 |

- Wirkungsgrad

## Wirkungsgrad für Fettschmierung bei Nenndrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett SK-2 (Baugröße 8 … 17) bzw. SK-1A (Baugröße 20).

Abbildung 2.2.4

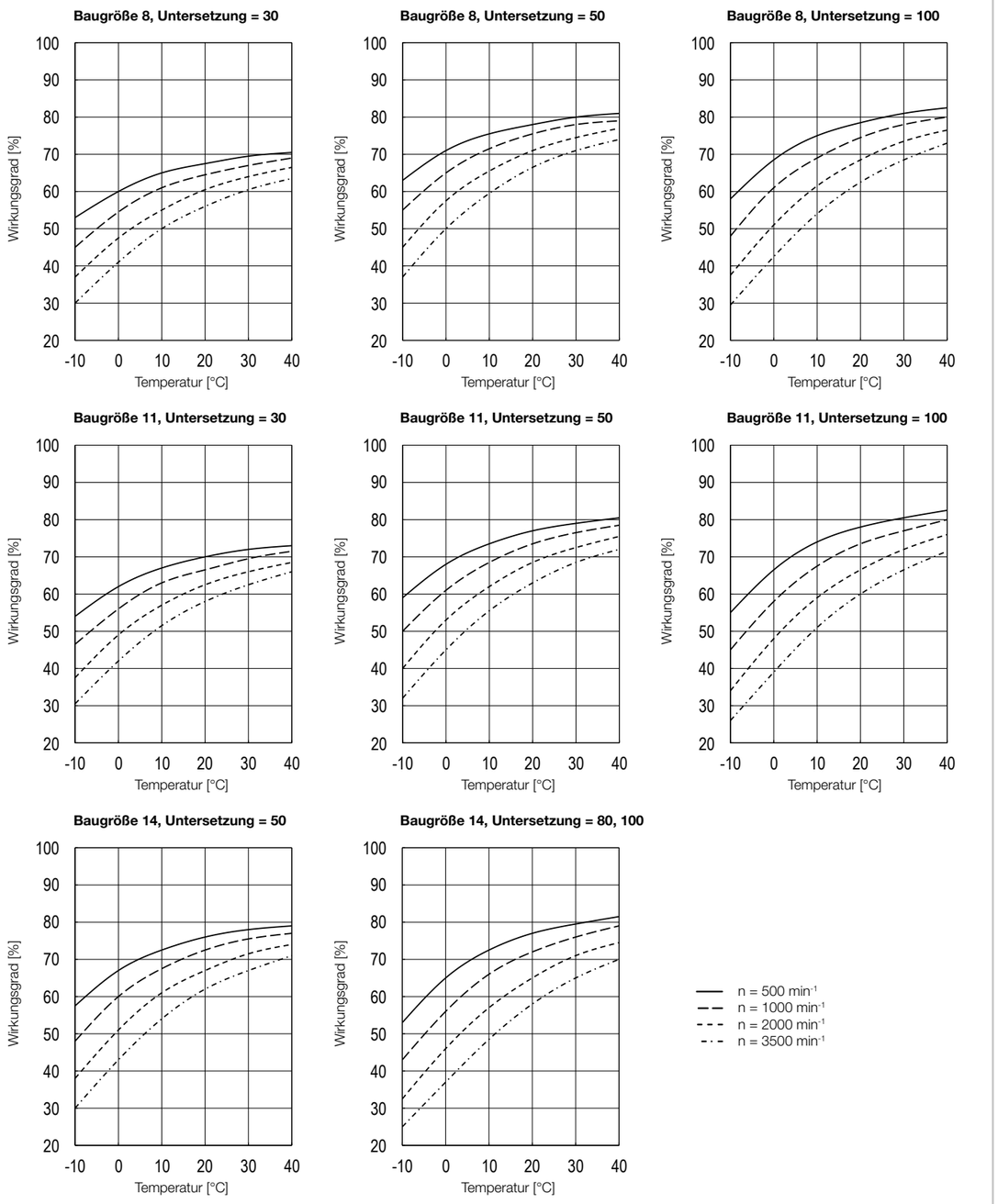
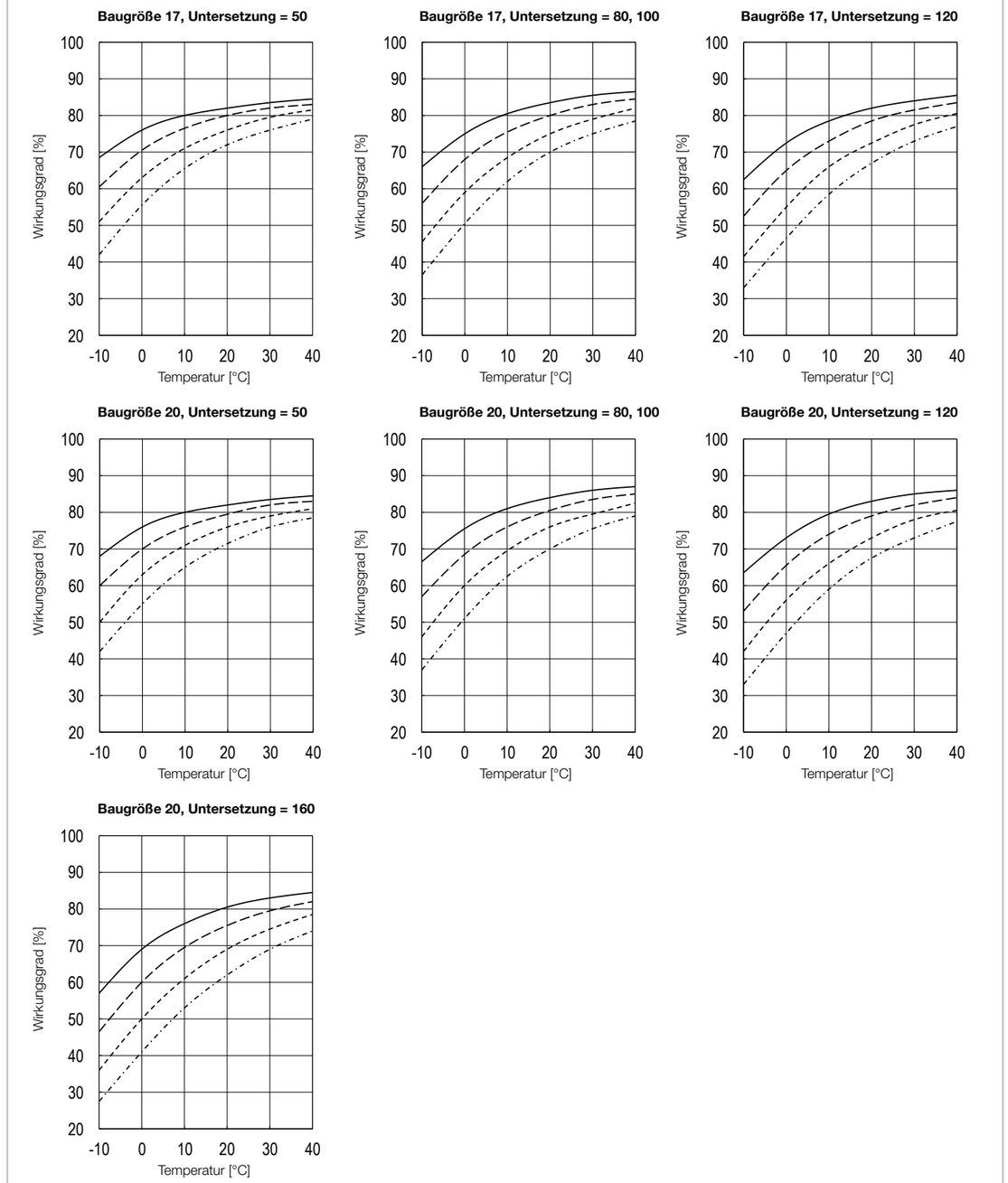



Abbildung 2.2.5




Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## Wirkungsgradberechnung

Der Wirkungsgrad hängt von folgenden Parametern ab: Untersetzung, Eingangsdrehzahl, Lastmoment, Temperatur, Schmierstoff und Schmierstoffmenge. Wenn das Lastmoment kleiner als das Nennmoment ist, ergibt sich ein kleinerer Wirkungsgrad als in den Wirkungsgradlinien angegeben. Der drehmomentspezifische Wirkungsgrad wird mittels des Berechnungsfaktors K ermittelt.

### Berechnungsbeispiel:

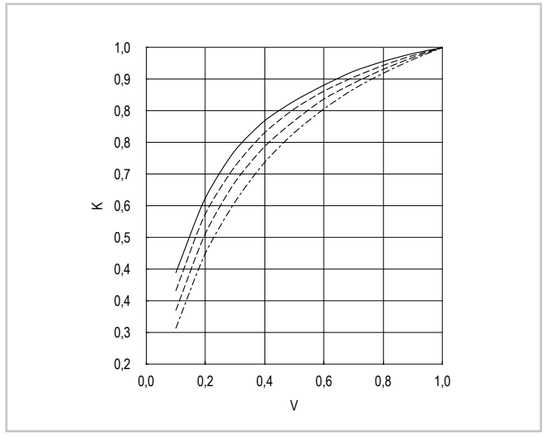
Produkt: CSF-14-80-2UH-ULW

- Eingangsdrehzahl: 1000 $min^{-1}$
- (Durchschnittliches) Lastmoment $T_{av}$: 6,0 Nm
- Nenndrehmoment $T_N$ (Katalogangabe): 7,8 Nm
- Fettschmierung mit Harmonic Drive® Schmierfett SK-2, Schmiermitteltemperatur: 20 °C

1. Berechnung des Drehmomentfaktors
   $V = T_{av}/T_N = 6,0/7,8 = 0,77$ (Für V > 1 ist K = 1)
2. Ablesen des Berechnungsfaktors K aus Diagramm Abbildung 2.2.6: K = 0,94
3. Ablesen des Wirkungsgrads aus Wirkungsgradkennlinie Abbildung 2.2.4: η = 73 %
4. Berechnung des lastabhängigen Wirkungsgrads
   $\eta_L = 73\ \% \cdot 0,94 = 69\ \%$

Abbildung 2.2.6

**Berechnungsfaktor K**




# Abtriebslager

Die CSF-ULW Getriebe sind mit einem Vierpunktlager zur direkten Aufnahme der externen Lasten ausgestattet.

Tabelle 2.2.10

| | Symbol [Einheit] | Baugröße 8 | 11 | 14 | 17 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Lagertyp [1] | | F | F | F | F | F |
| Teilkreisdurchmesser | $d_p$ [m] | 0,0290 | 0,0371 | 0,0443 | 0,0527 | 0,0614 |
| Abstand [2] | R [m] | 0,00790 | 0,00815 | 0,00840 | 0,00920 | 0,00970 |
| Dynamische Tragzahl | C [N] | 1800 | 2800 | 3900 | 5200 | 6700 |
| Statische Tragzahl | $C_0$ [N] | 2200 | 3500 | 5000 | 7000 | 9400 |
| Zulässiges dynamisches Kippmoment [3,4] | M [Nm] | 8,7 | 14,0 | 26,0 | 40,0 | 56,0 |
| Kippsteifigkeit [5] | $K_B$ [Nm/arcmin] | 2,9 | 5,0 | 8,7 | 13,4 | 18,9 |
| Zulässige Axiallast [4] | $F_a$ [N] | 353 | 548 | 764 | 1019 | 1312 |
| Zulässige Radiallast [4] | $F_r$ [N] | 236 | 367 | 512 | 682 | 879 |

[1] Lagertyp C = Kreuzrollenlager; F = Vierpunktlager
[2] Abstand Wälzlagermitte zur abtriebsseitigen Anschraubfläche, siehe Kapitel Getriebeauslegung.
[3] Diese Daten gelten für drehende Getriebe. Sie basieren entweder auf der Lebensdauergleichung des Abtriebslagers oder auf der maximal zulässigen Verkippung des Harmonic Drive® Getriebe-Einbausatzes. Die angegebenen Daten dürfen auch dann nicht überschritten werden, wenn die Lebensdauergleichung des Lagers höhere Werte zulässt.
[4] Die Daten gelten für M: $F_a = 0$, $F_r = 0$ I $F_a$: M = 0, $F_r = 0$ I $F_r$: M = 0, $F_a = 0$
[5] Der Wert der Kippsteifigkeit ist der Mittelwert (± 20 %).



## • Abtriebslager- und Gehäusetoleranzen

Daten gelten für drehenden Abtriebsflansch.

Abbildung 2.2.7

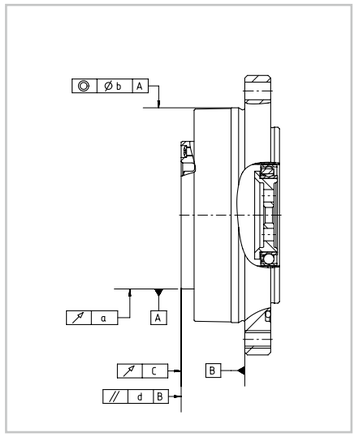



Tabelle 2.2.11 **[mm]**

| Symbol | Baugröße 8 | 11 | 14 | 17 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|
| a (Rundlauf) | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| ø b | 0,050 | 0,050 | 0,060 | 0,060 | 0,070 |
| c (Planlauf) | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| d | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 |

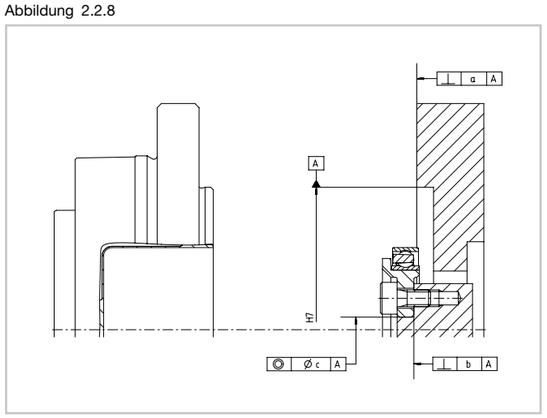
# Montage

## • Montagetoleranzen

Tabelle 2.2.12 **[mm]**

| Symbol | Empfohlene Toleranz Welle/Bohrung der Anschlusskomponenten | Baugröße 8 | 11 | 14 | 17 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| a | | 0,010 | 0,011 | 0,011 | 0,015 | 0,017 |
| b | | 0,006 | 0,007 | 0,008 | 0,010 | 0,010 |
| ø c | h6 | 0,006 | 0,007 | 0,016 | 0,018 | 0,019 |

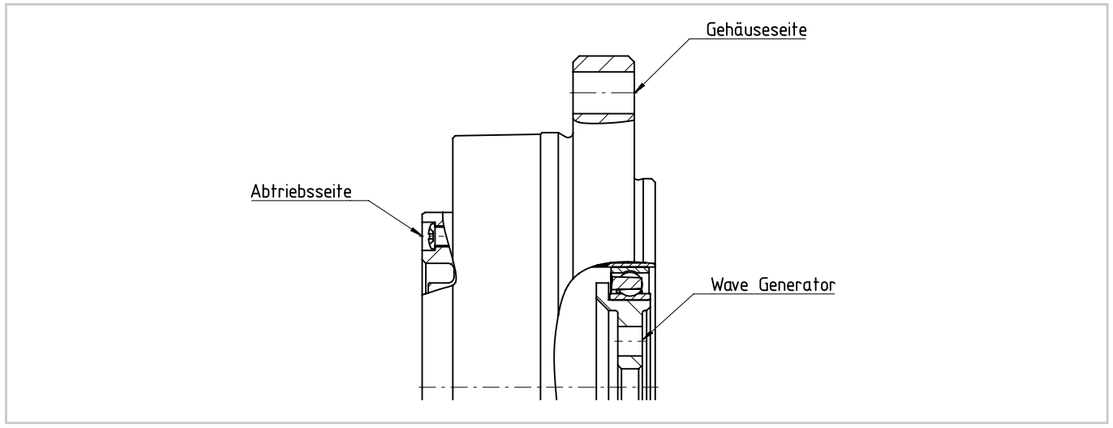
Abbildung 2.2.8




Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Verschraubung

Abbildung 2.2.9




## • Verschraubung an der Abtriebsseite

Tabelle 2.2.13

| | [Einheit] | Baugröße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 |
| Anzahl der Schrauben | | 6 | 8 | 10 | 16 | 18 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M3 | M3 | M3 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 24,54 | 32,00 | 39,00 | 47,50 | 56,00 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 30,6 | 53,3 | 81,2 | 158,0 | 210,0 |

Schraubenqualität 12.9, Reibungskoeffizient μ=0,15

## • Verschraubung an der Gehäuseseite

Tabelle 2.2.14

| | [Einheit] | Baugröße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 |
| Anzahl der Schrauben | | 4 | 4 | 6 | 10 | 12 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M3 | M3 | M3 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 48,0 | 57,0 | 65,0 | 74,5 | 84,5 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 28,0 | 33,2 | 56,8 | 108,0 | 147,0 |

Schraubenqualität 12.9, Reibungskoeffizient μ=0,15

## • Verschraubung am Wave Generator

Tabelle 2.2.15

| | [Einheit] | Baugröße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 |
| Anzahl der Schrauben | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Größe der Schrauben | | M2 | M2,5 | M2,5 | M3 | M3 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 7,5 | 12,0 | 16,0 | 19,5 | 25,5 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 0,54 | 1,08 | 1,08 | 2,00 | 2,00 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 2,53 | 6,48 | 8,64 | 16,20 | 21,20 |

Schraubenqualität 12.9, Reibungskoeffizient μ=0,15

## • Verwendete Materialien und Beschichtungen

Material:
Abtriebslager: blanker Stahl
Circular Spline: blanker Grauguss
Flexspline: blanker Stahl
Wave Generator: blanker Stahl
Gehäuse: blankes Aluminium

Optionale Materialien und Beschichtungen sind bei Harmonic Drive SE anzufragen.

# Schmierung

Fettschmierung ist für die Getriebe CSF-2UH-ULW Standard. Die Getriebe werden vollständig gefettet geliefert. Zusätzliches Fett bei der Montage wird nicht benötigt. Als Schmierstoff wird Harmonic Drive® SK-1A bzw. SK-2 verwendet. Das Abtriebslager ist mit Multemp HL-D gefettet. Wir empfehlen den Einsatz der in Tabelle 2.2.16 genannten Schmierfette.

Tabelle 2.2.16

| Harmonic Drive® Schmierfett | Baugröße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 |
| SK-1A | - | - | - | - | O |
| SK-2 | O | O | O | O | Δ |

O Standard-Schmierfett
□ Empfohlen bei sehr hoher Last bzw. sehr hohen Anforderungen an die Lebensdauer des Schmierfetts
Δ Optionales Schmierfett, bitte Rücksprache

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.



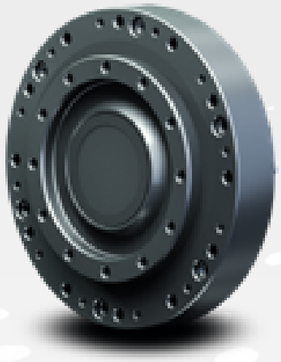
## Produktbeschreibung

# Flexible Antriebskonfiguration und verstärktes Abtriebslager

Die Getriebe der Baureihe CPU bestehen aus einem präzisen Getriebe-Einbausatz HFUC-2A sowie einem kippsteifen Abtriebslager. Sie sind mit Hohlwelle, Eingangswelle oder als Motoranbaugetriebe verfügbar.

## Merkmale

- Drei Versionen für unterschiedliche Einbausituationen
- Höchste Übertragungsgenauigkeit
- Integriertes kippsteifes Abtriebslager
- Optional mit Korrosionsschutz
- Großer Drehmomentbereich







### CPU-M
Getriebe für den direkten Motoranbau

### CPU-H
Hohlwellengetriebe zur Durchführung von Versorgungsleitungen für weiterführende Antriebssysteme

### CPU-S
Getriebe mit Eingangswelle für den Antrieb mit Riemenscheibe oder Stirnrad

## Bestellbezeichnung

Tabelle 2.3.1

| Bestellbezeichnung | CPU | - | 25 | - | 100 | - | M | - | 11.2 | - | SP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baureihe** | | | | | | | | | | | |
| **Baugröße**<br>(entspricht dem Teilkreisdurchmesser der Flexspline-Verzahnung in Zoll x 10) | | | 14<br>17<br>20<br>25<br>32<br>40<br>45<br>50<br>58 | | | | | | | | |
| **Untersetzung**<br>(in der Antriebskonfiguration: Circular Spline (CS) fixiert, Wave Generator (WG) Antrieb, Flexspline (FS) Abtrieb) | | | | | 30<br>50<br>80<br>100<br>120<br>160 | | | | | | |
| **Version**<br>Getriebe für Motoranbau<br>Geschlossenes Hohlwellengetriebe mit Eingangslagerung<br>Getriebe mit Eingangswelle | | | | | | | M<br>H<br>S | | | | |
| **Motor-Adaptionscode**<br>Nur für CPU-M, wenn mit spezifischem Motor-Adapterflansch geliefert.<br>Der Code wird von der Harmonic Drive SE festgelegt. | | | | | | | | | | | |
| **Kundenspezifische Ausführung**<br>Standardausführung (Feld bleibt leer)<br>Sonderausführung (auf Anfrage) | | | | | | | | | | | [ ]<br>SP |

Bitte beachten Sie die Tabelle der möglichen Kombinationen.

## Kombinationen

Tabelle 2.3.2

**CPU**

| | | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| Untersetzung | 30 | ● | ● | ● | ● | ● | - | - | - | - |
| | 50 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ●[1] | ●[1] |
| | 80 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 100 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 120 | - | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 160 | - | - | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Version | M | | | | | ● | | | | |
| | H | | | | | ● | | | | |
| | S | | | | | ● | | | | |

● verfügbar o auf Anfrage - nicht verfügbar

[1] Nur mit Ölschmierung. Fettschmierung kann verwendet werden, wenn das Durchschnittsdrehmoment $T_{av}$ nicht größer als das halbe Nenndrehmoment $T_N$ nach Tabelle 2.3.3 ist.

# Technische Daten

## • Leistungsdaten

Tabelle 2.3.3

| Baugröße | Untersetzung | Grenze für wiederholbares Spitzendrehmoment | Grenze für Durchschnittsdrehmoment | Nenndrehmoment bei 2000 min$^{-1}$ | Grenze für Kollisionsdrehmoment | Max. Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] | Grenze für mittlere Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] | Massenträgheitsmoment [x10$^{-4}$ kgm$^2$] | Gewicht [kg] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | i | $T_R$ [Nm] | $T_A$ [Nm] | $T_N$ [Nm] | $T_M$ [Nm] | Fettschmierung | Fettschmierung | M<br>H<br>S | M<br>H<br>S |
| 14 | 30 | 9,0 | 6,8 | 4,0 | 17,0 | 8500 | 3500[2]<br>3000[3] | 0,033<br>0,091<br>0,025 | 0,54<br>0,67<br>0,64 |
| | 50 | 18 | 6,9 | 5,4 | 35 | | | | |
| | 80 | 23 | 11 | 7,8 | 47 | | | | |
| | 100 | 28 | 11 | 7,8 | 54 | | | | |
| 17 | 30 | 16 | 12 | 8,8 | 30 | 7300 | 3500[2]<br>3000[3] | 0,079<br>0,193<br>0,059 | 0,79<br>1,00<br>0,95 |
| | 50 | 34 | 26 | 16 | 70 | | | | |
| | 80 | 43 | 27 | 22 | 87 | | | | |
| | 100 | 54 | 39 | 24 | 110 | | | | |
| | 120 | 54 | 39 | 24 | 86 | | | | |
| 20 | 30 | 27 | 20 | 15 | 50 | 6500 | 3500[2]<br>3000[3] | 0,193<br>0,404<br>0,173 | 1,30<br>1,55<br>1,49 |
| | 50 | 56 | 34 | 25 | 98 | | | | |
| | 80 | 74 | 47 | 34 | 127 | | | | |
| | 100 | 82 | 49 | 40 | 147 | | | | |
| | 120 | 87 | 49 | 40 | 147 | | | | |
| | 160 | 92 | 49 | 40 | 147 | | | | |
| 25 | 30 | 50 | 38 | 27 | 95 | 5600 | 3500[2]<br>2575[3] | 0,413<br>1,070<br>0,320 | 1,90<br>2,35<br>2,30 |
| | 50 | 98 | 55 | 39 | 186 | | | | |
| | 80 | 137 | 87 | 63 | 255 | | | | |
| | 100 | 157 | 108 | 67 | 284 | | | | |
| | 120 | 167 | 108 | 67 | 304 | | | | |
| | 160 | 176 | 108 | 67 | 314 | | | | |
| 32 | 30 | 100 | 75 | 54 | 200 | 4800 | 3500[2]<br>1980[3] | 1,69<br>2,85<br>1,20 | 3,95<br>5,00<br>4,60 |
| | 50 | 216 | 108 | 76 | 382 | | | | |
| | 80 | 304 | 167 | 118 | 568 | | | | |
| | 100 | 333 | 216 | 137 | 647 | | | | |
| | 120 | 353 | 216 | 137 | 686 | | | | |
| | 160 | 372 | 216 | 137 | 686 | | | | |
| 40 | 50 | 402 | 196 | 137 | 686 | 4000 | 3000[2]<br>1300[3] | 4,50<br>9,28<br>3,41 | 6,9<br>8,9<br>8,4 |
| | 80 | 519 | 284 | 206 | 980 | | | | |
| | 100 | 568 | 372 | 265 | 1080 | | | | |
| | 120 | 617 | 451 | 294 | 1180 | | | | |
| | 160 | 647 | 451 | 294 | 1180 | | | | |
| 45 | 50 | 500 | 265 | 176 | 950 | 3800 | 3000[2]<br>1250[3] | 8,68<br>13,80<br>5,80 | 9,4<br>12,1<br>11,8 |
| | 80 | 706 | 390 | 313 | 1270 | | | | |
| | 100 | 755 | 500 | 353 | 1570 | | | | |
| | 120 | 823 | 620 | 402 | 1760 | | | | |
| | 160 | 882 | 630 | 402 | 1910 | | | | |
| 50 | 50 | 715 | 175[1] | 122[1] | 1430 | 3500 | 2500[2]<br>1200[3] | 12,5<br>25,2<br>9,95 | 12,6<br>16,3<br>15,8 |
| | 80 | 941 | 519 | 372 | 1860 | | | | |
| | 100 | 980 | 666 | 470 | 2060 | | | | |
| | 120 | 1080 | 813 | 529 | 2060 | | | | |
| | 160 | 1180 | 843 | 529 | 2450 | | | | |
| 58 | 50 | 1020 | 260[1] | 176[1] | 1960 | 3000 | 2200[2]<br>1100[3] | 27,3<br>49,5<br>20,5 | 17,9<br>22,9<br>22,3 |
| | 80 | 1480 | 770 | 549 | 2450 | | | | |
| | 100 | 1590 | 1060 | 696 | 3180 | | | | |
| | 120 | 1720 | 1190 | 745 | 3330 | | | | |
| | 160 | 1840 | 1210 | 745 | 3430 | | | | |

[1] Bei Einsatz von Ölschmierung ist ein höheres Nenndrehmoment und Durchschnittsdrehmoment möglich. Bitte kontaktieren Sie die Harmonic Drive SE.
[2] Gültig für CPU-S und CPU-M.
[3] Gültig für CPU-H. Höhere Werte auf Anfrage.

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

# Genauigkeit

Tabelle 2.3.4

**[arcmin]**

| | | | Baugröße | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 14 … 17 | | | 20 … 32 | | | ≥ 40 | |
| Untersetzung | | | 30 | 50 | ≥ 80 | 30 | 50 | ≥ 80 | 50 | ≥ 80 |
| Übertragungsgenauigkeit | CPU-H, -S | | < 2,0 | < 1,2 | < 1,0 | < 1,5 | < 1,0 | < 0,8 | < 0,7 | < 0,5 |
| | CPU-M | Wave Generator mit Oldham-Kupplung | | | | | | | | |
| | | Solid Wave Generator [1] | < 2,0 | < 1,5 | | < 1,5 | < 1,0 | | | |
| Hystereseverlust | | | < 3 | < 2 | < 1 | < 3 | < 2 | < 1 | < 2 | < 1 |
| Lost Motion | | | < 1 | | | | | | | |
| Wiederholgenauigkeit | | | < ±0,1 | | | | | | | |

[1] Höhere Genauigkeit auf Anfrage

## • Torsionssteifigkeit

Tabelle 2.3.5

| | Symbol [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| Grenzdrehmomente | $T_1$ [Nm] | 2,0 | 3,9 | 7,0 | 14,0 | 29,0 | 54,0 | 76,0 | 108,0 | 168,0 |
| | $T_2$ [Nm] | 6,9 | 12,0 | 25,0 | 48,0 | 108,0 | 196,0 | 275,0 | 382,0 | 598,0 |
| i = 30 | $K_3$ [x 10$^4$ Nm/rad] | 0,34 | 0,67 | 1,10 | 2,10 | 4,90 | - | - | - | - |
| | $K_2$ [x 10$^4$ Nm/rad] | 0,24 | 0,44 | 0,71 | 1,30 | 3,00 | - | - | - | - |
| | $K_1$ [x 10$^4$ Nm/rad] | 0,19 | 0,34 | 0,57 | 1,00 | 2,40 | - | - | - | - |
| i = 50 | $K_3$ [x 10$^4$ Nm/rad] | 0,57 | 1,30 | 2,30 | 4,40 | 9,80 | 18,0 | 26,0 | 34,0 | 54,0 |
| | $K_2$ [x 10$^4$ Nm/rad] | 0,47 | 1,10 | 1,80 | 3,40 | 7,80 | 14,0 | 20,0 | 28,0 | 44,0 |
| | $K_1$ [x 10$^4$ Nm/rad] | 0,34 | 0,81 | 1,30 | 2,50 | 5,40 | 10,0 | 15,0 | 20,0 | 31,0 |
| i ≥ 80 | $K_3$ [x 10$^4$ Nm/rad] | 0,71 | 1,60 | 2,90 | 5,70 | 12,0 | 23,0 | 33,0 | 44,0 | 71,0 |
| | $K_2$ [x 10$^4$ Nm/rad] | 0,61 | 1,40 | 2,50 | 5,00 | 11,0 | 20,0 | 29,0 | 40,0 | 61,0 |
| | $K_1$ [x 10$^4$ Nm/rad] | 0,47 | 1,00 | 1,60 | 3,10 | 6,70 | 13,0 | 18,0 | 25,0 | 40,0 |

# Abtriebslager

## • Leistungsdaten

Tabelle 2.3.6

| | Symbol [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| Lagertyp[1] | | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| Teilkreisdurchmesser | $d_p$ [m] | 0,0465 | 0,0590 | 0,0700 | 0,0880 | 0,1140 | 0,1340 | 0,1500 | 0,1710 | 0,1920 |
| Abstand[2] | R [m] | 0,014 | 0,014 | 0,016 | 0,018 | 0,020 | 0,026 | 0,024 | 0,028 | 0,029 |
| Dynamische Tragzahl | C [N] | 8250 | 10700 | 21000 | 21800 | 34500 | 43300 | 77600 | 81600 | 87400 |
| Statische Tragzahl | $C_0$ [N] | 11400 | 14800 | 27000 | 35800 | 59000 | 81600 | 135000 | 149000 | 171000 |
| Zulässiges dynamisches Kippmoment[3,4] | M [Nm] | 73 | 114 | 172 | 254 | 578 | 886 | 1253 | 1558 | 2222 |
| Zulässiges statisches Kippmoment[4] | $M_0$ [Nm] | 155 | 276 | 603 | 1050 | 2242 | 3645 | 6750 | 8493 | 10944 |
| Kippsteifigkeit[5] | $K_B$ [Nm/arcmin] | 23 | 40 | 70 | 114 | 350 | 522 | 749 | 1020 | 1550 |
| Zulässige Axiallast[4] | $F_a$ [N] | 2030 | 2286 | 4486 | 5298 | 9357 | 10361 | 20018 | 20830 | 22218 |
| Zulässige Radiallast[4] | $F_r$ [N] | 1360 | 1532 | 3006 | 3550 | 6269 | 6942 | 13412 | 13956 | 14886 |

[1] Lagertyp C = Kreuzrollenlager; F = Vierpunktlager
[2] Abstand Wälzlagermitte zur abtriebsseitigen Anschraubfläche, siehe Kapitel Getriebeauslegung.
[3] Diese Daten gelten für drehende Getriebe. Sie basieren entweder auf der Lebensdauergleichung des Abtriebslagers oder auf der maximal zulässigen Verkippung des Harmonic Drive® Getriebe-Einbausatzes. Die angegebenen Daten dürfen auch dann nicht überschritten werden, wenn die Lebensdauergleichung des Lagers höhere Werte zulässt.
[4] Die Daten gelten für M: $F_a$ = 0, $F_r$ = 0 I $F_a$: M = 0, $F_r$ = 0 I $F_r$: M = 0, $F_a$ = 0
[5] Der Wert der Kippsteifigkeit ist der Mittelwert (±20 %).

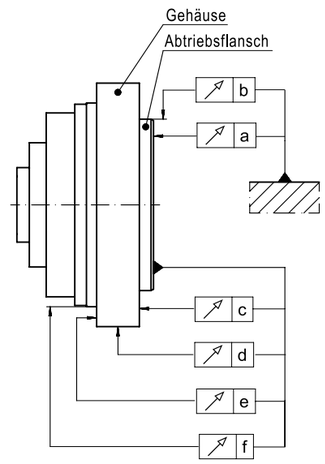
## • Abtriebslager- und Gehäusetoleranzen

Daten gelten für drehenden Abtriebsflansch.

Tabelle 2.3.7 **[mm]**

| Symbol | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| a (Planlauf) | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,012 | 0,012 | 0,012 | 0,015 | 0,015 |
| b (Rundlauf) | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| c | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,012 | 0,012 | 0,012 | 0,015 | 0,015 |
| d | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| e | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,020 |
| f | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 |

Abbildung 2.3.1




# Montage

## • Verschraubung

### Verschraubung an der Abtriebsseite

Tabelle 2.3.8

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| Anzahl der Schrauben | | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M4 | M4 | M5 | M6 | M8 | M10 | M10 | M10 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 43 | 52 | 62 | 76 | 96 | 118 | 135 | 152 | 175 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,3 | 5,1 | 5,1 | 10,0 | 17,4 | 42,2 | 83,0 | 83,0 | 83,0 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 85 | 188 | 228 | 463 | 847 | 1964 | 3621 | 4086 | 4688 |

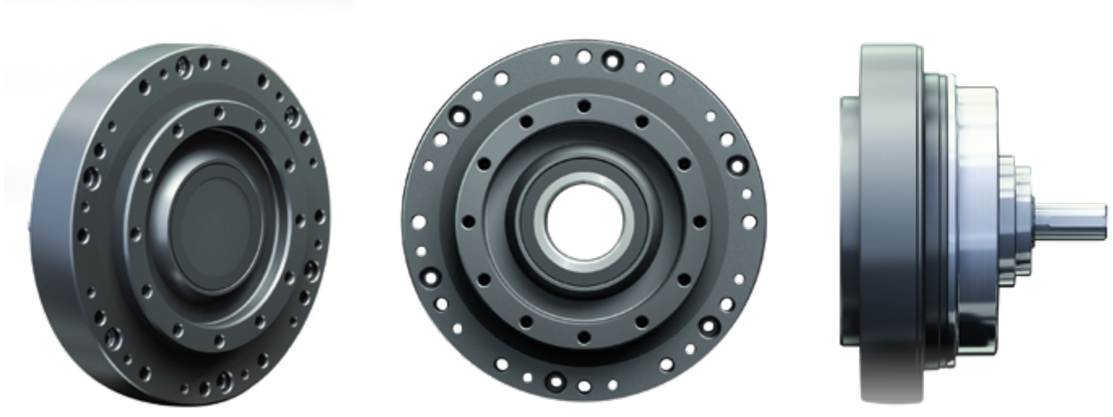
Schraubenqualität: 12.9, Reibungskoeffizient μ = 0,15

### Verschraubung an der Gehäuseseite

Tabelle 2.3.9

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| Anzahl der Schrauben | | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M6 | M8 | M8 | M10 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 68 | 80 | 89 | 105 | 135 | 168 | 190 | 206 | 236 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 5,1 | 10,0 | 17,4 | 42,2 | 42,2 | 83,0 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 89 | 158 | 177 | 378 | 805 | 1482 | 3158 | 3419 | 6317 |

Schraubenqualität: 12.9, Reibungskoeffizient μ = 0,15

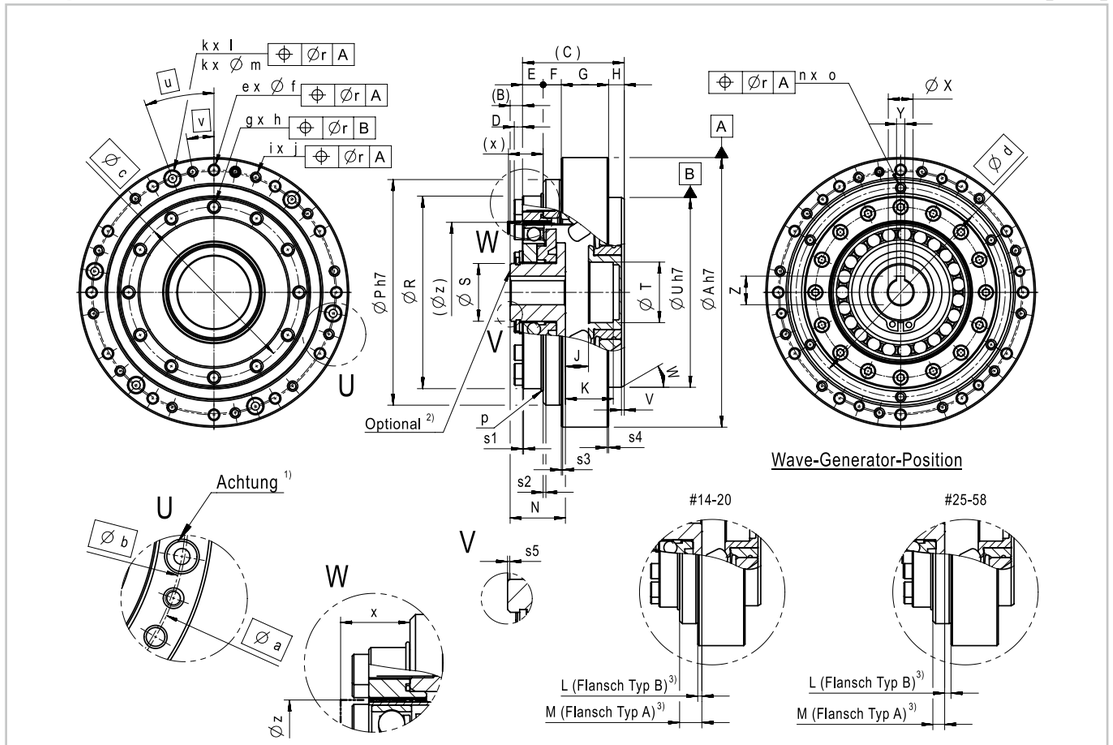


# Technische Daten CPU-M

## • Abmessungen

Abbildung 2.3.2

**CPU-M [mm]**




1) Senkbohrung nur für Motoradaption, nicht für Last nutzen!
2) Nabe ohne Passfedernut bzw. mit anderem Durchmesser siehe Kapitel „Projektierung“.
3) Erläuterungen s. Abbildung 2.3.10

Tabelle 2.3.10

**CPU-M [mm]**

| Symbol | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| ØA h7 | 78 | 88 | 98 | 116 | 148 | 180 | 206 | 222 | 255 |
| B | 5,00 | 6,00 | 4,5 | 3,00 | 2,00 | 2,00 | 1,50 | 1,05 | 2,50 |
| C | 27,0 | 31,0 | 37,0 | 43,0 | 54,0 | 63,5 | 66,5 | 77,5 | 84,0 |
| D | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 8 | 10 |
| E | 6,0 | 6,5 | 7,5 | 10,0 | 14,0 | 17,0 | 19,0 | 22,0 | 25,0 |
| F | 4,0 | 6,0 | 6,6 | 7,5 | 9,5 | 10,0 | 8,5 | 12,5 | 11,0 |
| G | 12,0 | 13,5 | 17,2 | 19,0 | 24,0 | 29,0 | 32,0 | 35,0 | 41,0 |
| H | 5,0 | 5,0 | 5,7 | 6,5 | 6,5 | 7,5 | 7,0 | 8,0 | 7,0 |
| J | 6,7 | 8,0 | 8,4 | 10,8 | 14,8 | 16,5 | 21,1 | 22,0 | 29,8 |
| K | 12,2 | 15,5 | 17,4 | 21,8 | 29,8 | 33,5 | 36,1 | 42,0 | 47,3 |
| L | 2,6 $^{+0,4}_{0}$ | 1,0 $^{+0,45}_{0}$ | 1,5 $^{+0,5}_{0}$ | 0,3 $^{0}_{-0,5}$ | 3,5 $^{0}_{-0,55}$ | 1,5 $^{0}_{-0,55}$ | 1,1 $^{0}_{-0,6}$ | 3,5 $^{0}_{-0,65}$ | 3,6 $^{0}_{-0,65}$ |
| M | 6,6 $^{+0,4}_{0}$ | 7,0 $^{+0,45}_{0}$ | 8,1 $^{+0,5}_{0}$ | 7,2 $^{+0,5}_{0}$ | 6,0 $^{+0,55}_{0}$ | 8,5 $^{+0,55}_{0}$ | 7,4 $^{+0,6}_{0}$ | 9,0 $^{+0,65}_{0}$ | 7,4 $^{+0,65}_{0}$ |
| N | 17,6 $^{0}_{-0,1}$ | 19,5 $^{0}_{-0,1}$ | 20,1 $^{0}_{-0,1}$ | 20,2 $^{0}_{-0,1}$ | 22,0 $^{0}_{-0,1}$ | 27,5 $^{0}_{-0,1}$ | 27,9 $^{0}_{-0,1}$ | 32,0 $^{0}_{-0,1}$ | 34,9 $^{0}_{-0,1}$ |
| Ø P h7 | 60 | 72 | 82 | 96 | 125 | 154 | 175 | 190 | 217 |
| Ø R | 50 $^{0,01}_{-0,015}$ | 60 $^{0,01}_{-0,02}$ | 70 $^{0,01}_{-0,02}$ | 85 $^{0,01}_{-0,025}$ | 110 $^{0,01}_{-0,025}$ | 135 $^{0,01}_{-0,03}$ | 155 $^{0,01}_{-0,025}$ | 170 $^{0,02}_{-0,02}$ | 195 $^{0,03}_{-0,016}$ |
| Ø S | 14 | 18 | 21 | 26 | 26 | 32 | 32 | 32 | 40 |
| Ø T | 16 | 19 | 22 | 26 | 37 | 42 | 47 | 52 | 72 |
| Ø U h7 | 49 | 59 | 69 | 84 | 110 | 132 | 152 | 168 | 193 |
| V | 0,4 | 0,4 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| W [ ° ] | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| ØX H7 | 6 | 8 | 9 | 11 | 14 | 14 | 19 | 19 | 22 |
| Y JS9 | - | - | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 |
| Z | - | - | 10,4 $^{+0,1}_{0}$ | 12,8 $^{+0,1}_{0}$ | 16,3 $^{+0,1}_{0}$ | 16,3 $^{+0,1}_{0}$ | 21,8 $^{+0,1}_{0}$ | 21,8 $^{+0,1}_{0}$ | 24,8 $^{+0,1}_{0}$ |
| Ø a | 68 | 80 | 89 | 105 | 135 | 168 | 190 | 206 | 236 |
| Ø b | 68 | 78 | 88 | 105 | 135 | 165 | 190 | 206 | 234 |
| Ø c | 43 | 52 | 62 | 76 | 96 | 118 | 135 | 152 | 175 |
| Ø d | 55,0 | 66,0 | 76,0 | 91,0 | 118,0 | 144,0 | 164,5 | 180,0 | 206,0 |
| e | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Ø f | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 4,5 | 5,5 | 6,6 | 9,0 | 9,0 | 11,0 |
| g | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| h | M3 x 6 | M4 x 8 | M4 x 8 | M5 x 10 | M6 x 10 | M8 x 14 | M10 x 14 | M10 x 16 | M10 x 15 |
| i | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| j | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M6 | M8 | M8 | M10 |
| k | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| l | Ø 5,5 x 3,0 | Ø 5,5 x 3,0 | Ø 5,5 x 3,0 | Ø 6,5 x 3,4 | Ø 8 x 4,4 | Ø 10 x 6,0 | Ø 11 x 6,8 | Ø 11 x 6,4 | Ø 15 x 9,0 |
| Ø m | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 3,4 | 4,5 | 5,5 | 6,6 | 6,6 | 9,0 |
| n | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 8 | 6 | 8 |
| o | M2,5 x 5 | M3 x 6 | M3 x 6 | M3 x 6 | M4 x 8 | M5 x 10 | M5 x 10 | M6 x 12 | M6 x 12 |
| p (o-Ring) | 49,9 x 0,80 | 59,28 x 0,78 | 69 x 1,00 | 83 x 1,00 | 108 x 1,00 | 133 x 1,50 | 150 x 1,50 | 165 x 1,50 | 193 x 1,50 |
| Ø r | 0,25 | 0,25 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| s1 | 0,4 x 45 ° | 0,4 x 45 ° | 0,4 x 45 ° | 0,4 x 45 ° | 0,4 x 45 ° | 0,4 x 45 ° | 0,4 x 45 ° | 0,4 x 45 ° | 0,4 x 45 ° |
| s2 | 0,8 x 45 ° | 0,8 x 45 ° | 1,0 x 45 ° | 1,0 x 45 ° | 1,0 x 45 ° | 1,0 x 45 ° | 1,0 x 45 ° | 1,0 x 45 ° | 1,0 x 45 ° |
| s3 | 0,4 x 45 ° | 0,4 x 45 ° | 0,5 x 45 ° | 0,5 x 45 ° | 0,5 x 45 ° | 0,5 x 45 ° | 0,5 x 45 ° | 0,5 x 45 ° | 0,5 x 45 ° |
| s4 | 0,4 x 45 ° | 0,4 x 45 ° | 0,5 x 45 ° | 0,5 x 45 ° | 0,5 x 45 ° | 0,5 x 45 ° | 0,5 x 45 ° | 0,5 x 45 ° | 0,5 x 45 ° |
| s5 | 0,5 x 45 ° | 0,5 x 45 ° | 0,4 x 45 ° | 0,4 x 45 ° | 0,4 x 45 ° | 0,4 x 45 ° | 0,4 x 45 ° | 0,4 x 45 ° | 0,4 x 45 ° |
| u [ ° ] | 30 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| v [ ° ] | 15 | 10 | 10 | 8 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Minimaler Gehäuseabstand x | 7,0 | 7,5 | 9,0 | 11,5 | 15,5 | 19,0 | 21,0 | 24,0 | 27,5 |
| Minimaler Gehäuseabstand Ø z | 38 | 45 | 53 | 66 | 86 | 106 | 119 | 133 | 154 |

CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

## Details Wave Generator

Abbildung 2.3.3

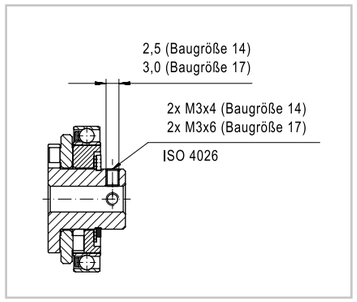
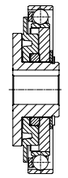
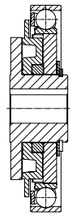



Abbildung 2.3.4



Wave Generator
für CPU-M Baugrößen 20, 25, 32, 45, 58

Abbildung 2.3.5



Wave Generator
für CPU-M Baugrößen 40, 50

## • Lastfreies Anlaufdrehmoment

Tabelle 2.3.11

**[Ncm]**

| Untersetzung | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| 30 | 6,4 | 9,3 | 15,0 | 25,0 | 54,0 | - | - | - | - |
| 50 | 4,1 | 6,1 | 7,8 | 15,0 | 31,0 | 55,0 | 77,0 | 110,0 | 160,0 |
| 80 | 2,8 | 4,0 | 4,9 | 9,2 | 19,0 | 35,0 | 49,0 | 66,0 | 98,0 |
| 100 | 2,5 | 3,4 | 4,3 | 8,0 | 18,0 | 31,0 | 43,0 | 58,0 | 88,0 |
| 120 | - | 3,1 | 3,8 | 7,3 | 15,0 | 28,0 | 39,0 | 52,0 | 80,0 |
| 160 | - | - | 3,3 | 6,3 | 14,0 | 24,0 | 33,0 | 45,0 | 68,0 |

## • Lastfreies Rückdrehmoment

Tabelle 2.3.12

**[Nm]**

| Untersetzung | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| 30 | 2,4 | 3,8 | 6,2 | 11,0 | 23,0 | - | - | - | - |
| 50 | 1,6 | 3,0 | 4,7 | 9,0 | 18,0 | 33,0 | 47,0 | 62,0 | 95,0 |
| 80 | 1,6 | 3,0 | 4,8 | 9,1 | 19,0 | 33,0 | 48,0 | 63,0 | 96,0 |
| 100 | 1,8 | 3,3 | 5,1 | 9,8 | 20,0 | 36,0 | 51,0 | 68,0 | 110,0 |
| 120 | - | 3,5 | 5,5 | 11,0 | 22,0 | 39,0 | 55,0 | 73,0 | 110,0 |
| 160 | - | - | 6,4 | 13,0 | 26,0 | 46,0 | 64,0 | 85,0 | 130,0 |

## • Genauigkeit der Oldham-Kupplung

Harmonic Drive® Getriebe sind spielfrei. Wird eine Oldham-Kupplung eingesetzt, entsteht außerhalb des Zahneingriffes ein geringes Spiel in Bereich von wenigen Winkelsekunden, siehe Tabelle 2.3.13. Dieses geringe Spiel tritt bei einem Solid Wave Generator nicht auf.

Tabelle 2.3.13

**[arcsec]**

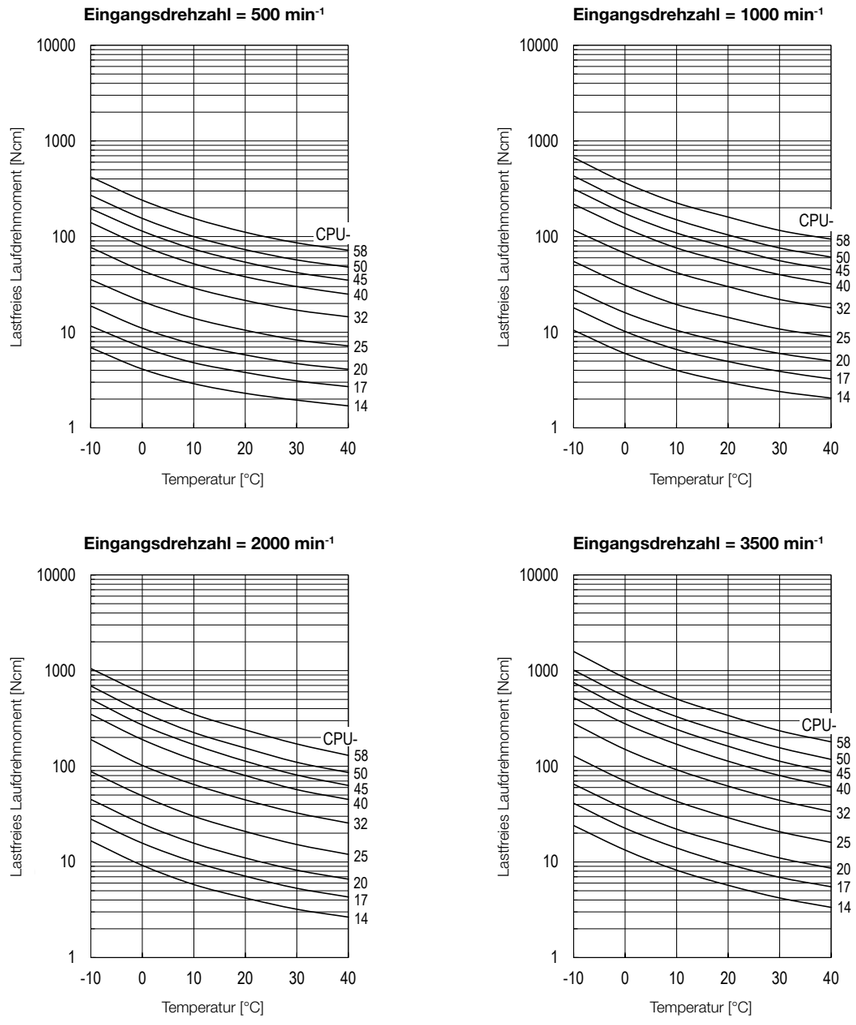
| Untersetzung | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| 30 | 60 | 33 | 28 | 28 | 23 | - | - | - | - |
| 50 | 36 | 20 | 17 | 17 | 14 | 14 | 12 | 12 | 10 |
| 80 | 23 | 13 | 11 | 11 | 9 | 9 | 8 | 8 | 6 |
| 100 | 18 | 10 | 9 | 9 | 7 | 7 | 6 | 6 | 5 |
| 120 | - | 8 | 8 | 8 | 6 | 6 | 5 | 5 | 4 |
| 160 | - | - | 6 | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 |

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Lastfreies Laufdrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett Flexolub®-A1.

Abbildung 2.3.6




## Korrekturwerte für lastfreies Laufdrehmoment

Beim Einsatz von Getrieben mit Untersetzungen i ≠ 100 sind die aus den Kurven abgelesenen Daten um die folgenden Werte zu korrigieren.

Tabelle 2.3.14

**[Ncm]**

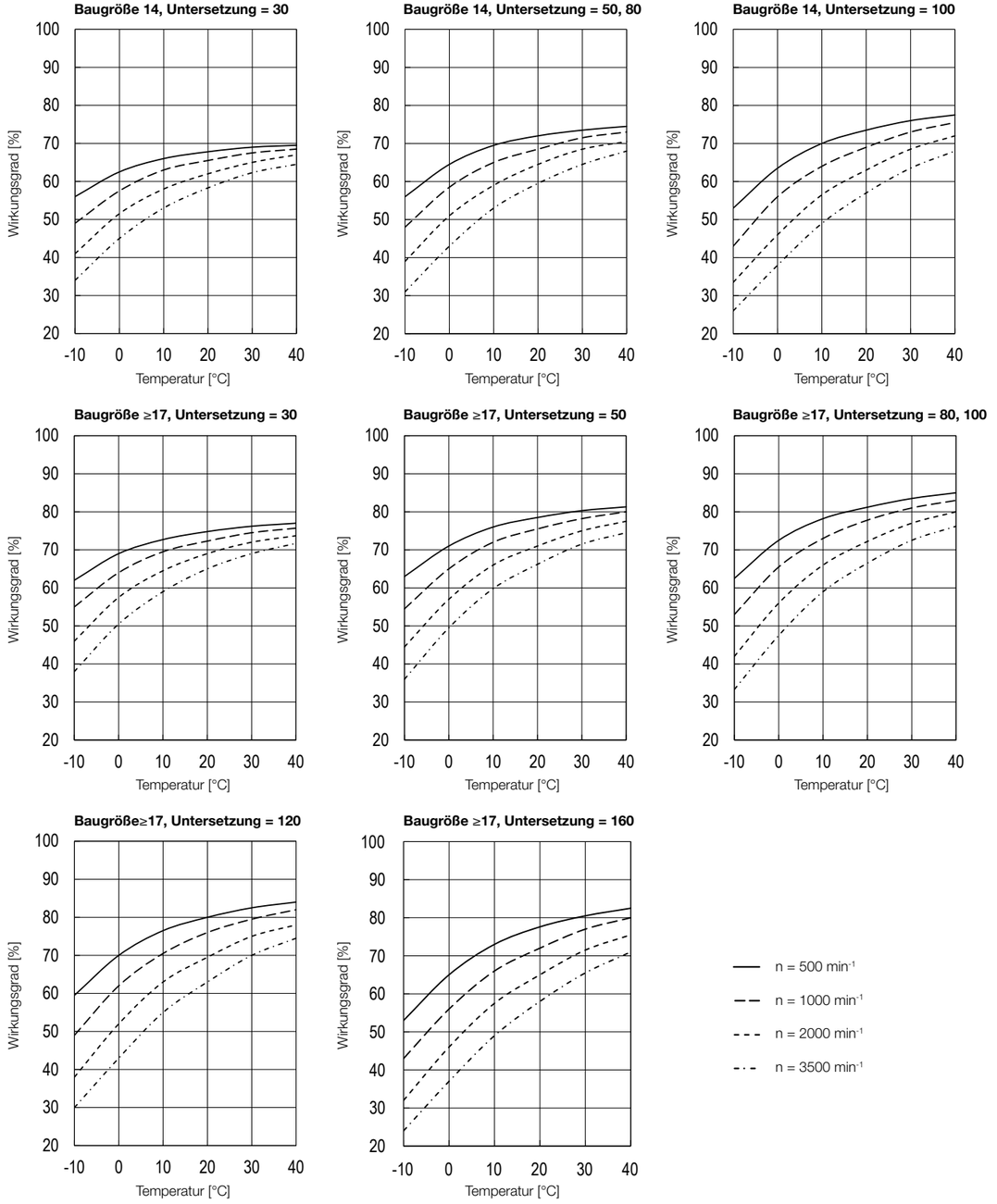
| Untersetzung | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| 30 | 2,5 | 3,8 | 5,4 | 8,8 | 16,0 | - | - | - | - |
| 50 | 1,1 | 1,6 | 2,3 | 3,8 | 7,1 | 12,0 | 16,0 | 21,0 | 30,0 |
| 80 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 1,3 | 2,1 | 2,9 | 3,7 | 5,3 |
| 120 | - | -0,2 | -0,3 | -0,5 | -0,9 | -1,5 | -2,1 | -2,6 | -3,8 |
| 160 | - | - | -0,8 | -1,2 | -2,2 | -3,5 | -4,9 | -6,2 | -8,9 |

- Wirkungsgrad

## Wirkungsgrad für Fettschmierung bei Nenndrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett Flexolub®-A1.

Abbildung 2.3.7




Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## Wirkungsgradberechnung

Der Wirkungsgrad hängt von folgenden Parametern ab: Untersetzung, Eingangsdrehzahl, Lastmoment, Temperatur, Schmierstoff und Schmierstoffmenge. Wenn das Lastmoment kleiner als das Nennmoment ist, ergibt sich ein kleinerer Wirkungsgrad als in den Wirkungsgradkennlinien angegeben. Der drehmomentspezifische Wirkungsgrad wird mittels des Berechnungsfaktors K ermittelt.

### Berechnungsbeispiel

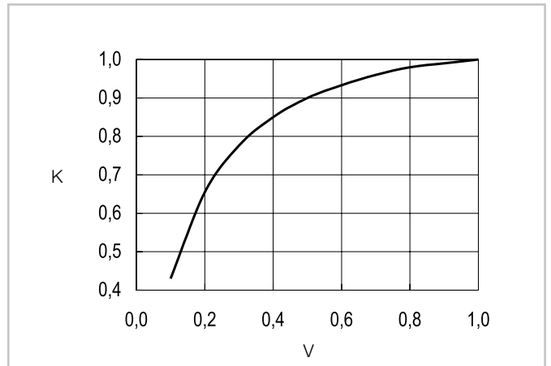
CPU-20A-80-M

- Eingangsdrehzahl: 1000 $min^{-1}$
- (Durchschnittliches) Lastmoment $T_{av}$: 20 Nm
- Nenndrehmoment $T_N$ (Katalogangabe): 34 Nm
- Fettschmierung mit Harmonic Drive® Schmierfett Schmiermitteltemperatur: 20 °C.

1. Berechnung des Drehmomentfaktors $V = T_{av}/T_N = 20/34 = 0,59$ (Für $V > 1$ ist $K = 1$)
2. Ablesen des Berechnungsfaktors K aus Diagramm Abbildung 2.3.8: K = 0,93
3. Ablesen des Wirkungsgrads aus Wirkungsgrad-kennlinie Abbildung 2.3.7: $\eta$ = 78 %
4. Berechnung des lastabhängigen Wirkungsgrads $\eta_L = 78\ \% \cdot 0,93 = 73\ \%$

Abbildung 2.3.8

### Berechnungsfaktor K




# Montagetoleranzen

Wir empfehlen bei der Montage die Einhaltung der folgenden Toleranzen:

Abbildung 2.3.9

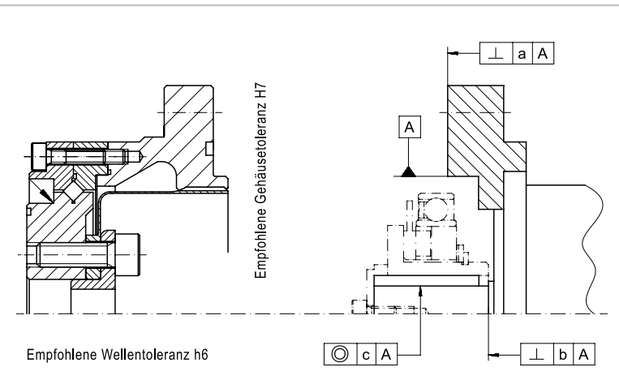



Tabelle 2.3.15 **[mm]**

| Symbol | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| a | 0,011 | 0,015 | 0,017 | 0,024 | 0,026 | 0,026 | 0,027 | 0,028 | 0,031 |
| b | 0,017 | 0,020 | 0,020 | 0,024 | 0,024 | 0,032 | 0,032 | 0,032 | 0,032 |
| | (0,008) | (0,010) | (0,010) | (0,012) | (0,012) | (0,012) | (0,013) | (0,015) | (0,015) |
| c | 0,030 | 0,034 | 0,044 | 0,047 | 0,050 | 0,063 | 0,065 | 0,066 | 0,068 |
| | (0,016) | (0,018) | (0,019) | (0,022) | (0,022) | (0,024) | (0,027) | (0,030) | (0,033) |

Die in Klammern angegebenen Werte sind empfohlene Toleranzen für einen Wave Generator ohne Oldham-Kupplung. Diese Kupplung wird zum Ausgleich von Exzentrizitätsfehlern der Motorwelle eingesetzt und ist im Standardgetriebe eingebaut. Bei einer direkten Kupplung des Wave Generator mit der Motorwelle ohne Oldham-Kupplung (Option) sollten die Motorwellentoleranzen der DIN 42955 R entsprechen.

# Adapterflansch

Die Getriebe der Baureihe CPU-M sind als Motoranbaugetriebe konzipiert. Bitte geben Sie bei der Bestellung den zu adaptierenden Motortyp an, damit der Wave Generator passend zu Ihrem Motor gefertigt werden kann. Abhängig von der Baugröße des Motors im Verhältnis zum Getriebe sollte der am besten passende Adapterflansch-Typ gewählt werden, Beispiel siehe Abbildung 2.3.10.

Abbildung 2.3.10

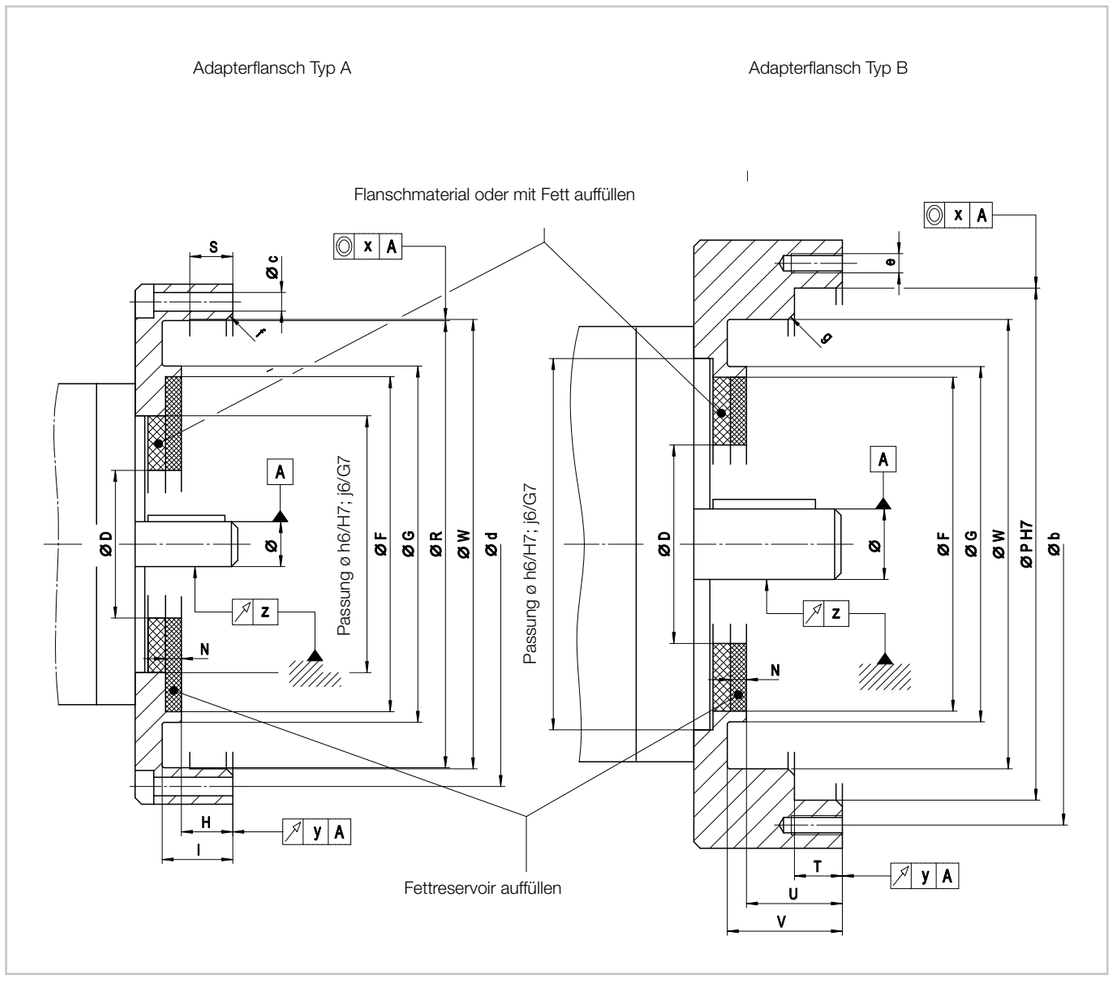



Tabelle 2.3.16

| Symbol | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| Ø D | 16 | 26 | 30 | 37 | 37 | 45 | 45 | 45 | 56 |
| Ø F | 36,5 | 47,0 | 53,0 | 66,0 | 86,0 | 106,0 | 120,0 | 131,0 | 154,0 |
| Ø $G_{-0,1}$ | 37,5 | 48,0 | 55,5 | 69,0 | 90,5 | 110,0 | 125,0 | 139,0 | 160,0 |
| $H^{+0,1}$ | 6,5 | 7,0 | 8,0 | 10,5 | 14,5 | 18,0 | 20,0 | 23,0 | 26,0 |
| $I^{+0,1}$ | 9,5 | 10,0 | 11,0 | 14,5 | 19,5 | 24,0 | 28,0 | 31,0 | 36,0 |
| N | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 |
| ØP H7 | 60 | 72 | 82 | 96 | 125 | 154 | 175 | 190 | 217 |
| Ø R | $50^{+0,027}$ | $60^{+0,034}$ | $70^{+0,036}$ | $85^{+0,050}$ | $110^{+0,055}$ | $135^{+0,065}$ | $155^{+0,070}$ | $170^{+0,075}$ | $195^{+0,091}$ |
| S | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 5,0 | 6,5 | 11,0 | 12,0 | 16,0 | 19,0 |
| $T^{+0,1}$ | 4,3 | 6,3 | 6,9 | 7,8 | 9,8 | 10,3 | 8,8 | 12,8 | 11,3 |
| $U^{+0,1}$ | 10,5 | 13,0 | 14,6 | 18,0 | 24,0 | 28,0 | 28,5 | 35,5 | 37,0 |
| $V^{+0,1}$ | 13,5 | 16,0 | 17,6 | 22,0 | 29,0 | 34,0 | 36,5 | 43,5 | 47,0 |
| Ø $W^{+0,1}$ | 50,4 | 60,4 | 70,4 | 85,4 | 110,4 | 135,4 | 155,4 | 170,4 | 195,4 |
| Ø b | 68 | 78 | 88 | 105 | 135 | 165 | 190 | 206 | 234 |
| Ø c | 2,9 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 4,5 | 5,5 | 5,5 | 6,6 | 6,6 |
| Ø d | 55 | 66 | 76 | 91 | 118 | 144 | 164,5 | 180 | 206 |
| e | M2,5 | M2,5 | M2,5 | M3 | M4 | M5 | M6 | M6 | M8 |
| $f_{-0,1}$ | 1,0 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| $g_{-0,1}$ | 0,7 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 |
| x | 0,030 | 0,034 | 0,044 | 0,047 | 0,050 | 0,063 | 0,065 | 0,066 | 0,068 |
| y | 0,030 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 |
| z | 0,030 | 0,034 | 0,044 | 0,047 | 0,050 | 0,063 | 0,065 | 0,066 | 0,068 |
| | (0,016) | (0,018) | (0,019) | (0,022) | (0,022) | (0,024) | (0,027) | (0,030) | (0,033) |

Alle Tabellenwerte gelten für an den Motor montierte Adapterflansche. Die in Klammern angegebenen Werte sind empfohlene Toleranzen für einen Wave Generator ohne Oldham-Kupplung. Diese Kupplung wird zum Ausgleich von Exzentrizitätsfehlern der Motorwelle eingesetzt und ist im Standardgetriebe eingebaut. Bei einer direkten Verbindung des Wave Generators mit der Motorwelle ohne Oldham-Kupplung (Option) sollten die Motorwellentoleranzen der DIN 42955 R entsprechen.

# Montage

Wir empfehlen folgende Montagereihenfolge.

Abbildung 2.3.11 **Adapterflansch Typ A**

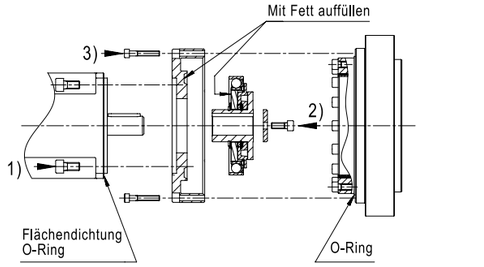



Abbildung 2.3.12 **Adapterflansch Typ B**

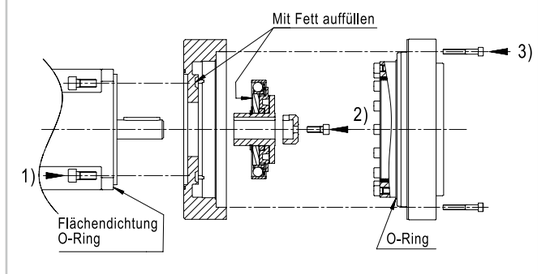



Abbildung 2.3.13

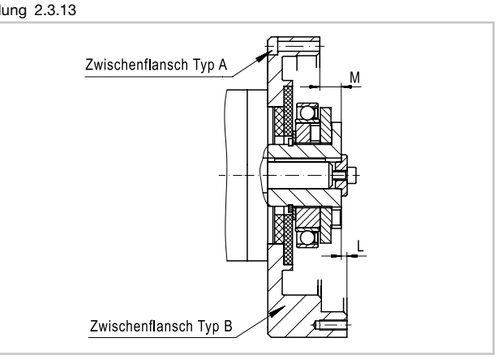
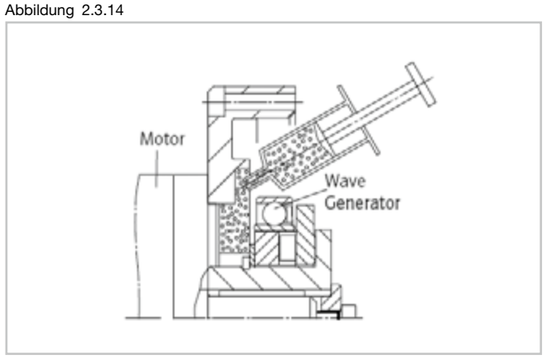



Abbildung 2.3.14




Die vorgeschriebene axiale Position des Wave Generators, Maß M bzw. L gemäß Abbildung 2.3.13, ist in der Kunden-Bestätigungszeichnung vorgegeben.

# Fettreservoir

Beim Einsatz des von der Harmonic Drive SE empfohlenen Flanschdesigns kann das Getriebe in allen Betriebspositionen eingesetzt werden. Wir empfehlen bei der Montage eine zusätzliche Fettmenge im Fettreservoir zwischen Wave Generator und Lagerschild des Motors zu platzieren, siehe Abbildung 2.3.14. Diese zusätzliche Fettmenge wird in separater Verpackung mitgeliefert.

Tabelle 2.3.17

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| Standard-Fettmenge (in Getriebe-Einbausatz bei Anlieferung enthalten) | ca. [g] | 5,5 | 10 | 16 | 40 | 60 | 130 | 180 | 260 | 360 |
| | ca. [cm³] | 6 | 11 | 18 | 44 | 66 | 143 | 198 | 286 | 396 |
| Empfohlene zusätzliche Fettmenge für Fettreservoir (wird in separater Verpackung mitgeliefert) | ca. [g] | 2 | 3 | 4 | 6 | 14 | 27 | 54 | 90 | 108 |
| | ca. [cm³] | 2 | 3 | 4 | 7 | 16 | 30 | 60 | 100 | 120 |

Tabelle 2.3.18

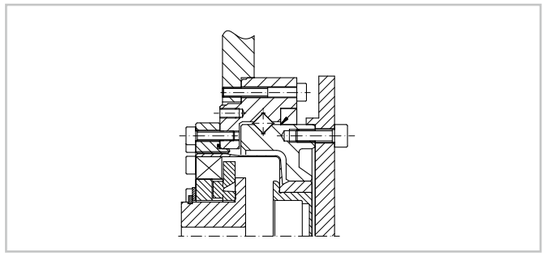
| Bestellbezeichnung für Schmierfett | Verfügbare Gebinde [kg] |
|---|---|
| Spezialfett Flexolub®-A1 | 1,0; 25 |



# Adaptionsbeispiele

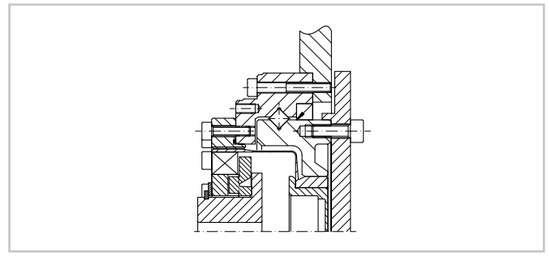
## • Gehäuse

Abbildung 2.3.15



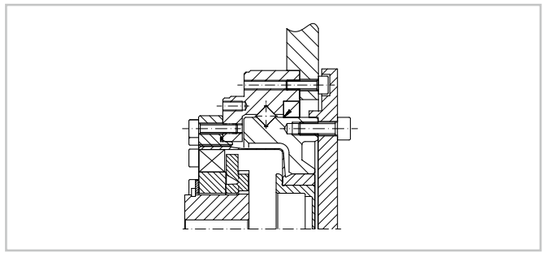
Nutzung der Durchgangsbohrungen

Abbildung 2.3.16



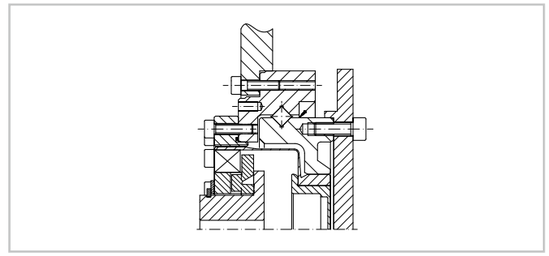
Nutzung der Durchgangsbohrungen

Abbildung 2.3.17



Nutzung der Gewinde

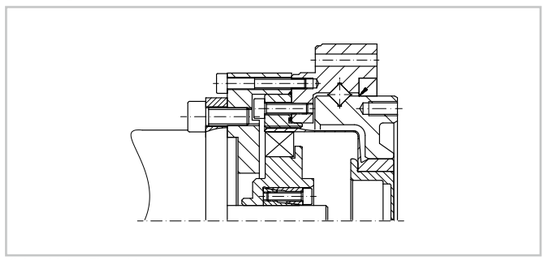
Abbildung 2.3.18



Nutzung der Gewinde

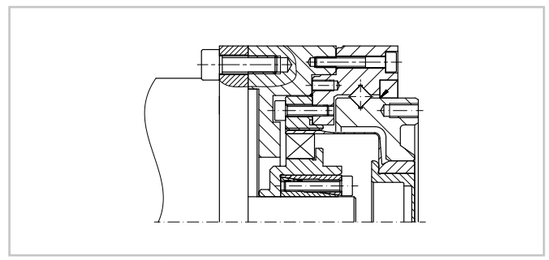
## • Motor

Abbildung 2.3.19



Kleiner Motor, Flanschtyp A

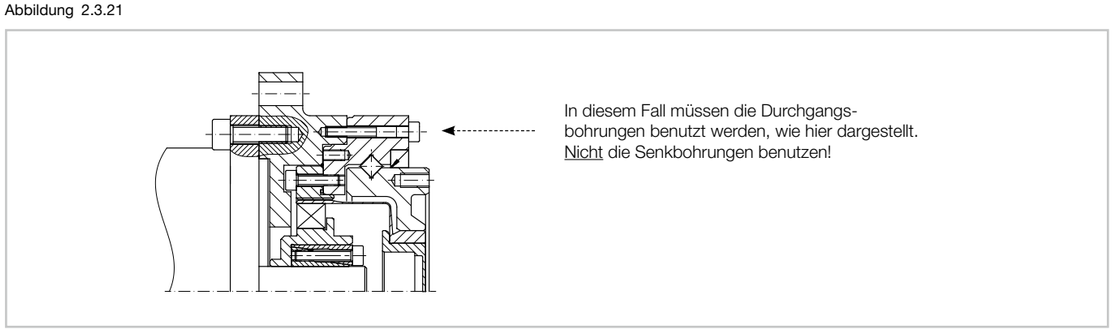
Abbildung 2.3.20



Großer Motor, Flanschtyp B

## • Individuelle Adaption für Gehäuse und Motor

Abbildung 2.3.21

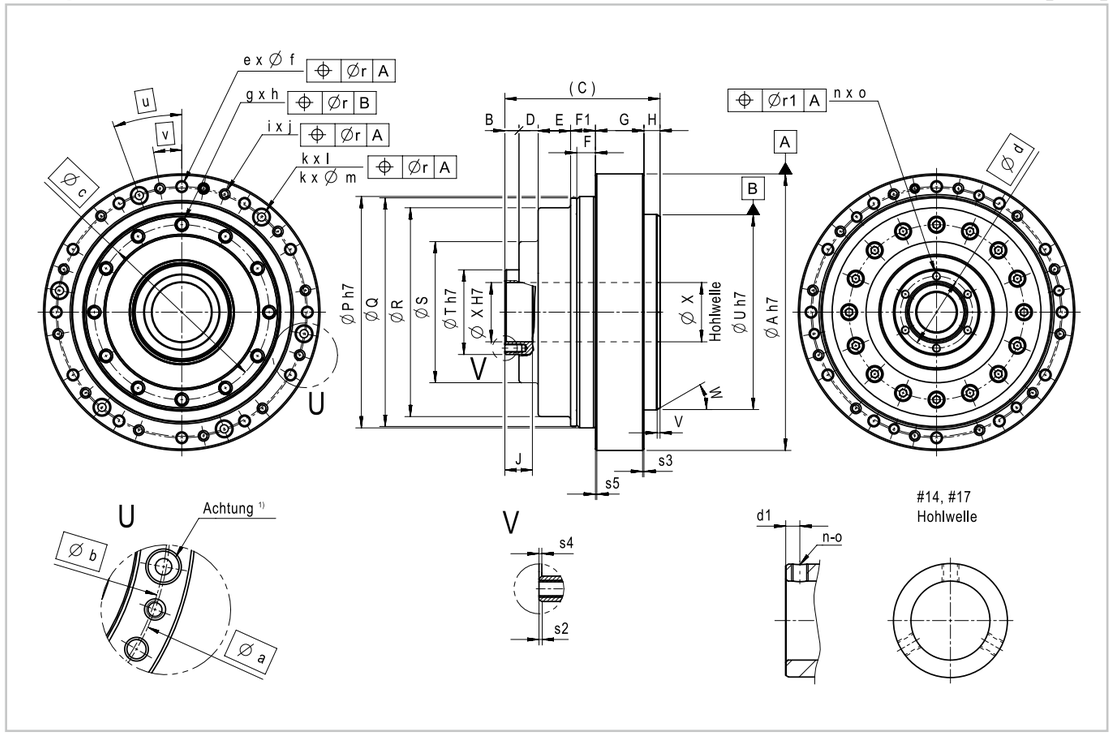



Beliebiger Motor, beliebiger Flanschtyp

# Technische Daten CPU-H

## • Abmessungen

Abbildung 2.3.22 **[mm]**




1) Senkbohrung nur für Motoradaption, nicht für Last nutzen!

Tabelle 2.3.19 **CPU-H [mm]**

| Symbol | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| ØA h7 | 78 | 88 | 98 | 116 | 148 | 180 | 206 | 222 | 255 |
| B | 6,5 | 6,5 | 5,0 | 5,0 | 7,0 | 8,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
| C | 46,0 | 51,5 | 55,0 | 59,0 | 79,0 | 90,0 | 90,6 | 110,5 | 115,5 |
| D | 7,0 | 8,5 | 6,8 | 3,8 | 8,8 | 7,3 | 2,5 | 9,3 | 4,0 |
| E | 9,8 | 9,8 | 11,5 | 15,0 | 20,0 | 24,5 | 28,9 | 32,5 | 38,3 |
| F | 4,0 | 6,0 | 6,6 | 7,5 | 9,5 | 10,0 | 8,5 | 12,5 | 11,0 |
| F1 | 5,7 | 8,2 | 8,8 | 9,7 | 12,7 | 13,7 | 12,2 | 16,7 | 15,2 |
| G | 12,0 | 13,5 | 17,2 | 19,0 | 24,0 | 29,0 | 32,0 | 35,0 | 41,0 |
| H | 5,0 | 5,0 | 5,7 | 6,5 | 6,5 | 7,5 | 7,0 | 8,0 | 7,0 |
| J | 10 | 10 | 10 | 12 | 10 | 14 | 15 | 15 | 15 |
| ØP h7 | 60 | 72 | 82 | 96 | 125 | 154 | 175 | 190 | 217 |
| ØQ | 59,5 | 71,5 | 81,0 | 95,0 | 124,0 | 153,0 | 174,0 | 189,0 | 216,0 |
| ØR | 53 | 64 | 74 | 89 | 116 | 142 | 162 | 180 | 203 |
| ØS | 36 | 42 | 50 | 55 | 80 | 95 | 100 | 120 | 135 |
| ØT h7 | 20 | 25 | 30 | 38 | 45 | 59 | 65 | 75 | 84 |
| ØU h7 | 49 | 59 | 69 | 84 | 110 | 132 | 152 | 168 | 193 |
| V | 0,4 | 0,4 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| W [ ° ] | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| ØX H7 | 14 | 19 | 21 | 29 | 36 | 46 | 52 | 60 | 70 |
| Øa | 68 | 80 | 89 | 105 | 135 | 168 | 190 | 206 | 236 |
| Øb | 68 | 78 | 88 | 105 | 135 | 165 | 190 | 206 | 234 |
| Øc | 43 | 52 | 62 | 76 | 96 | 118 | 135 | 152 | 175 |
| Ød | - | - | 25,5 | 33,5 | 40,5 | 52,0 | 58,0 | 67,0 | 77,0 |
| d1 | 2,5 | 2,5 | - | - | - | - | - | - | - |
| e | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Øf | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 4,5 | 5,5 | 6,6 | 9,0 | 9,0 | 11,0 |
| g | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| h | M3x6 | M4x8 | M4x8 | M5x10 | M6x10 | M8x14 | M10x14 | M10x16 | M10x15 |
| i | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| j | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M6 | M8 | M8 | M10 |
| k | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| l | Ø 5,5x3 | Ø 5,5x3 | Ø 5,5x3 | Ø 6,5 x 3,4 | Ø 8x4,4 | Ø 10x6 | Ø 11x6,8 | Ø 11x6,4 | Ø 15x9 |
| Øm | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 3,4 | 4,5 | 5,5 | 6,6 | 6,6 | 9,0 |
| n | 3 | 3 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 8 |
| o | M3 | M3 | M3x6 | M3x6 | M3x6 | M4x8 | M4x8 | M4x8 | M4x8 |
| Ør | 0,25 | 0,25 | 0,30 | 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| Ør1 | - | - | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| s2 | 0,5x30° | 0,5x30° | 0,5x30° | 0,5x30° | 0,5x30° | 0,5x30° | 0,5x30° | 0,5x30° | 0,5x30° |
| s3 | 0,4x45° | 0,4x45° | 0,5x45° | 0,5x45° | 0,5x45° | 0,5x45° | 0,5x45° | 0,5x45° | 0,5x45° |
| s4 | 0,4x45° | 0,4x45° | 0,5x45° | 0,5x45° | 0,5x45° | 0,5x45° | 0,5x45° | 0,5x45° | 0,5x45° |
| s5 | 0,4x45° | 0,4x45° | 0,5x45° | 0,5x45° | 0,5x45° | 0,5x45° | 0,5x45° | 0,5x45° | 0,5x45° |
| u [ ° ] | 30 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| v [ ° ] | 15 | 10 | 10 | 8 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |

CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

## • Lastfreies Anlaufdrehmoment

Tabelle 2.3.20

**[Ncm]**

| Untersetzung | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| 30 | 11 | 30 | 43 | 64 | 112 | - | - | - | - |
| 50 | 8,8 | 27 | 36 | 56 | 85 | 136 | 165 | 216 | 297 |
| 80 | 7,5 | 25 | 33 | 50 | 74 | 117 | 138 | 179 | 244 |
| 100 | 6,9 | 24 | 32 | 49 | 72 | 112 | 131 | 171 | 231 |
| 120 | - | 24 | 31 | 48 | 68 | 110 | 126 | 165 | 223 |
| 160 | - | - | 31 | 47 | 67 | 105 | 122 | 156 | 213 |

## • Lastfreies Rückdrehmoment

Tabelle 2.3.21

**[Nm]**

| Untersetzung | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| 30 | 5,4 | 17 | 23 | 35 | 57 | - | - | - | - |
| 50 | 5,3 | 16 | 22 | 34 | 51 | 82 | 99 | 129 | 178 |
| 80 | 7,2 | 24 | 31 | 48 | 70 | 112 | 133 | 172 | 234 |
| 100 | 8,2 | 29 | 38 | 59 | 86 | 134 | 158 | 205 | 278 |
| 120 | - | 34 | 45 | 69 | 97 | 158 | 182 | 237 | 322 |
| 160 | - | - | 59 | 90 | 128 | 201 | 233 | 299 | 408 |

## • Eingangslagerung

Die Hohlwelle der Getriebe CPU-H ist mit zwei Rillenkugellagern gelagert. Abbildung 2.3.23 zeigt die Kraftangriffspunkte der in Tabelle 2.3.22 und Abbildung 2.3.24 dargestellten max. zulässigen Radial- und Axialkräfte. Beispiel: Wenn die Hohlwelle eines Getriebes CPU-58-H mit einer Axialkraft von 900 N vorgespannt ist, beträgt die max. zulässige Radialkraft 1400 N, siehe Abbildung 2.3.24.

Die hier dargestellten Maximalwerte gelten für eine durchschnittliche Eingangsdrehzahl von 2000 $min^{-1}$ und eine mittlere Lagerlebensdauer von $L_{10}$ = 7500 h.

Tabelle 2.3.22

| | Symbol [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| Abstand | B [mm] | 6,5 | 6,5 | 5,0 | 5,0 | 7,0 | 8,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
| Maximal zulässige Radialkraft | $F_r$ [N] | 204 | 235 | 271 | 306 | 918 | 1113 | 1220 | 1812 | 2358 |

Abbildung 2.3.23

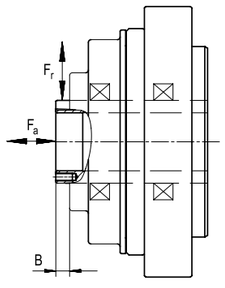
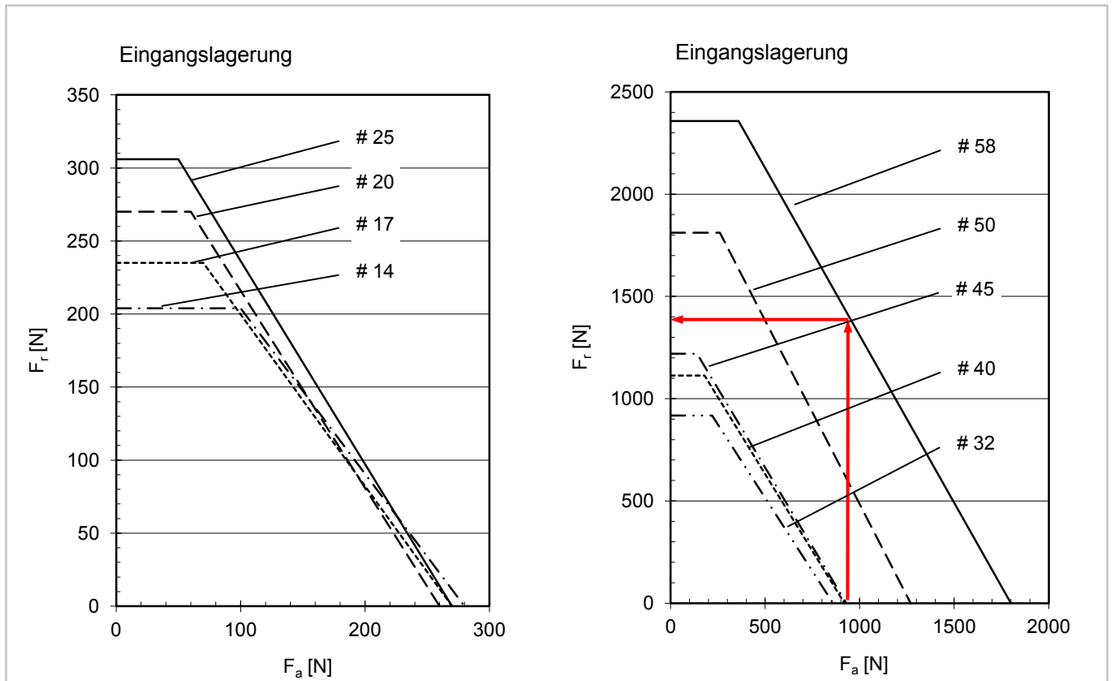


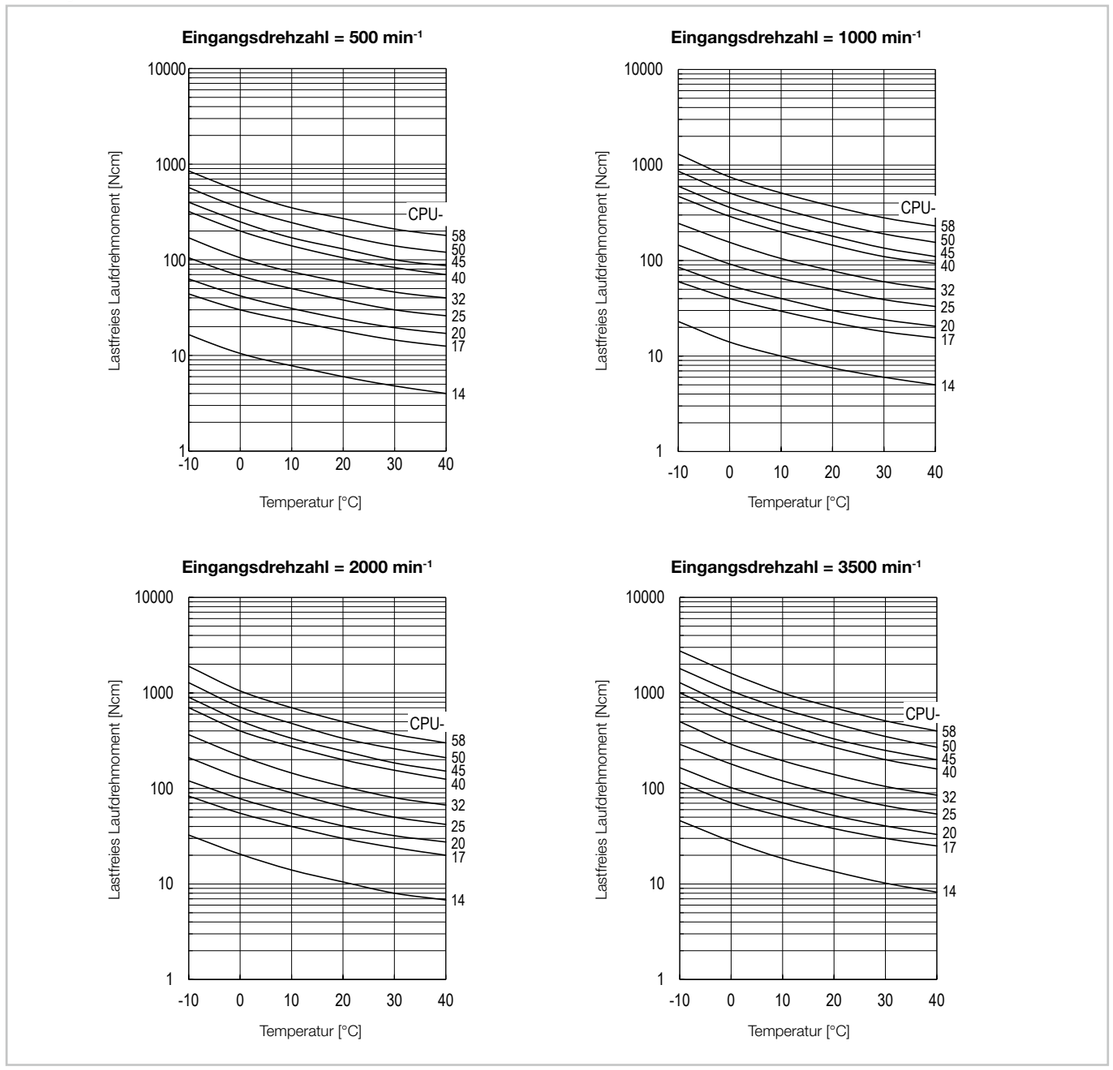

Abbildung 2.3.24



## • Lastfreies Laufdrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett Flexolub®-A1.

Abbildung 2.3.25




### Korrekturwerte für lastfreies Laufdrehmoment

Beim Einsatz von Getrieben mit Untersetzungen i ≠ 100 sind die aus den Kurven abgelesenen Daten um die folgenden Werte zu korrigieren.

Tabelle 2.3.23

**[Ncm]**

| Untersetzung | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| 30 | 2,6 | 4,1 | 5,9 | 9,6 | 18,3 | - | - | - | - |
| 50 | 1,1 | 1,8 | 2,6 | 4,2 | 8,0 | 13,3 | 18,2 | 23,9 | 34,6 |
| 80 | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 0,8 | 1,5 | 2,4 | 2,3 | 4,3 | 6,2 |
| 120 | - | -0,2 | -0,4 | -0,6 | -1,1 | -1,7 | -2,4 | -3,1 | -4,4 |
| 160 | - | - | -0,8 | -1,3 | -2,5 | -4,0 | -5,5 | -7,2 | -10,3 |

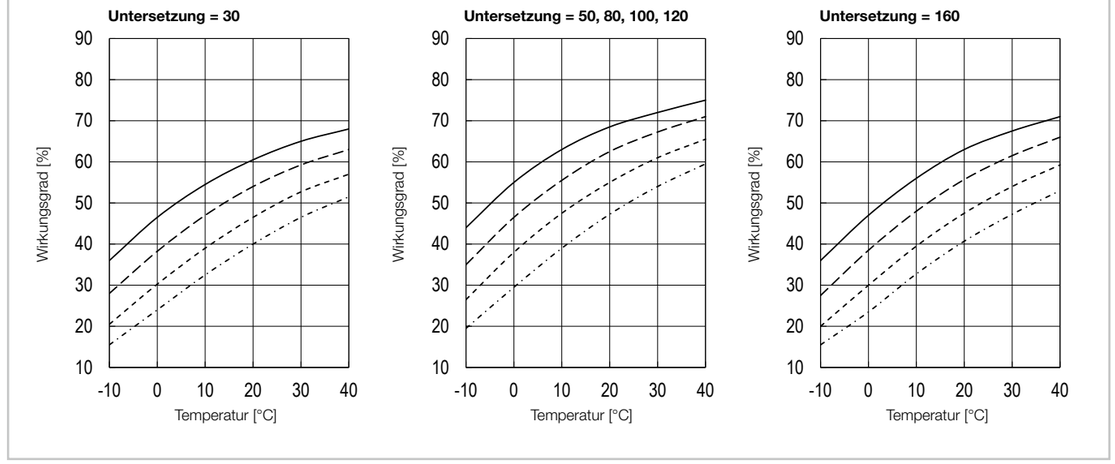


## • Wirkungsgrad

### Wirkungsgrad für Fettschmierung bei Nenndrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett Flexolub®-A1.

Abbildung 2.3.26




### Wirkungsgradberechnung

Der Wirkungsgrad hängt von folgenden Parametern ab: Untersetzung, Eingangsdrehzahl, Lastmoment, Temperatur, Schmierstoff und Schmierstoffmenge. Wenn das Lastmoment kleiner als das Nennmoment ist, ergibt sich ein kleinerer Wirkungsgrad als in den Wirkungsgradlinien angegeben. Der drehmomentspezifische Wirkungsgrad wird mittels des Berechnungsfaktors K ermittelt. Bei Getrieben mit gelagerter und gedichteter Eingangswelle wird die zusätzliche Reduzierung des Wirkungsgrads durch den Korrekturwert $\eta_e$ berücksichtigt.

### Berechnungsbeispiel:

Produkt: CPU-25A-100-H

- Eingangsdrehzahl: 1000 min$^{-1}$
- (Durchschnittliches) Lastmoment $T_{av}$: 60 Nm
- Nenndrehmoment $T_N$ (Katalogangabe): 67 Nm
- Fettschmierung mit Harmonic Drive® Schmierfett Flexolub®-A1
- Schmiermitteltemperatur: 20 °C

1. Berechnung des Drehmomentfaktors
   $V = T_{av}/T_N = 60/67 = 0,9$. (Für V > 1 ist K = 1)
2. Ablesen des Berechnungsfaktors K aus Diagramm Abbildung 2.3.27 K = 0,95
3. Ablesen des Wirkungsgrads aus Wirkungsgrad-kennlinie Abbildung 2.3.26: η = 62 %
4. Ablesen des Wirkungsgrad-Korrekturwerts aus Diagramm Abbildung 2.3.28: $\eta_e$ = -4,5 %
5. Berechnung des lastabhängigen Wirkungsgrads
   $\eta_L = K \cdot (\eta + \eta_e) = 0,95 \cdot (62\ \% - 4,5\ \%) = 55\ \%$

Abbildung 2.3.27

### Berechnungsfaktor K

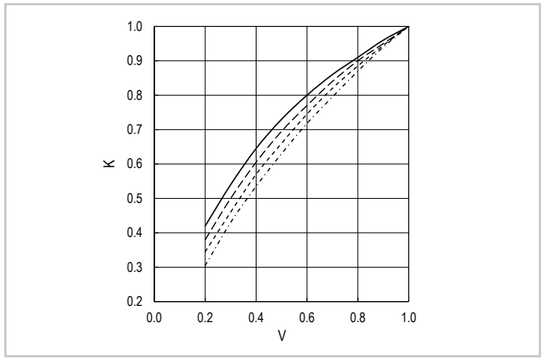
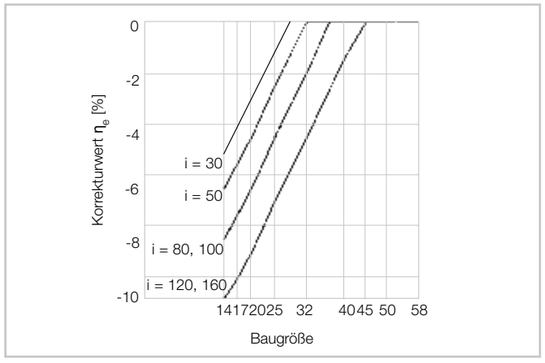



Abbildung 2.3.28

### Korrekturwert $\eta_e$

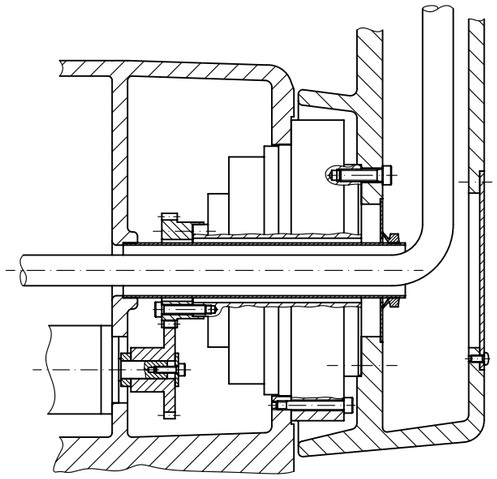


## • Kontinuierlicher Betrieb

Die Reibung der eingangsseitigen Radialwellendichtungen kann bei den Hohlwellengetrieben während des Betriebes zu einer zusätzlichen Temperaturerhöhung führen. Daher gilt für diese Produkte eine reduzierte „Grenze für mittlere Eingangsdrehzahl". Für den kontinuierlichen Betrieb bei Nenndrehzahl sollten die in Tabelle 2.3.24 genannten max. Betriebszeiten nicht überschritten werden.

Alternativ kann eine Konstruktion gemäß Abbildung 2.3.29 eingesetzt werden. Bei diesem Einsatzbeispiel wurden die eingangsseitigen (schnelllaufenden) Radialwellendichtungen entfernt. Einschränkungen bei der Einschaltdauer bestehen bei dieser Konstruktion nicht. Die Entfernung einer oder beider eingangsseitigen Radialwellendichtungen sollte nur dann vorgenommen werden, wenn Fett- bzw. Grundölaustritt erlaubt ist oder wenn dies durch die Einbaulage ausgeschlossen wird.

Abbildung 2.3.29



## • Maximal zulässige Betriebszeit bei kontinuierlichem Betrieb

Tabelle 2.3.24

**[min]**

| Betriebszeit | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| bei Betrieb ohne Last | 90 | 90 | 90 | 60 | 45 | 40 | 35 | 30 | 20 |
| bei Nenndrehmoment | 60 | 60 | 60 | 45 | 35 | 30 | 25 | 20 | 15 |

Die in Tabelle 2.3.24 genannten Daten gelten für:
- Umgebungstemperatur: 25 °C
- Eingangsdrehzahl: 2000 $min^{-1}$
- Max. Schmierstofftemperatur: 80 °C
- Befestigung des Getriebes an einer Platte mit folgenden Abmessungen:
  Plattenhöhe: 330 mm
  Plattendicke: 15 mm für Baugröße ≤ 32
  30 mm für Baugröße ≥ 40
- Plattenmaterial: Stahl
- Ein zusätzlicher Abtriebsflansch ist nicht montiert.

## • Montage der Eingangswelle CPU-H

Tabelle 2.3.25

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| Anzahl der Schrauben | | 3 | 3 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 8 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M3 | M3 | M3 | M4 | M4 | M4 | M4 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,30 | 2,30 | 2,30 | 2,30 | 2,30 | 5,29 | 5,29 | 5,29 | 5,29 |

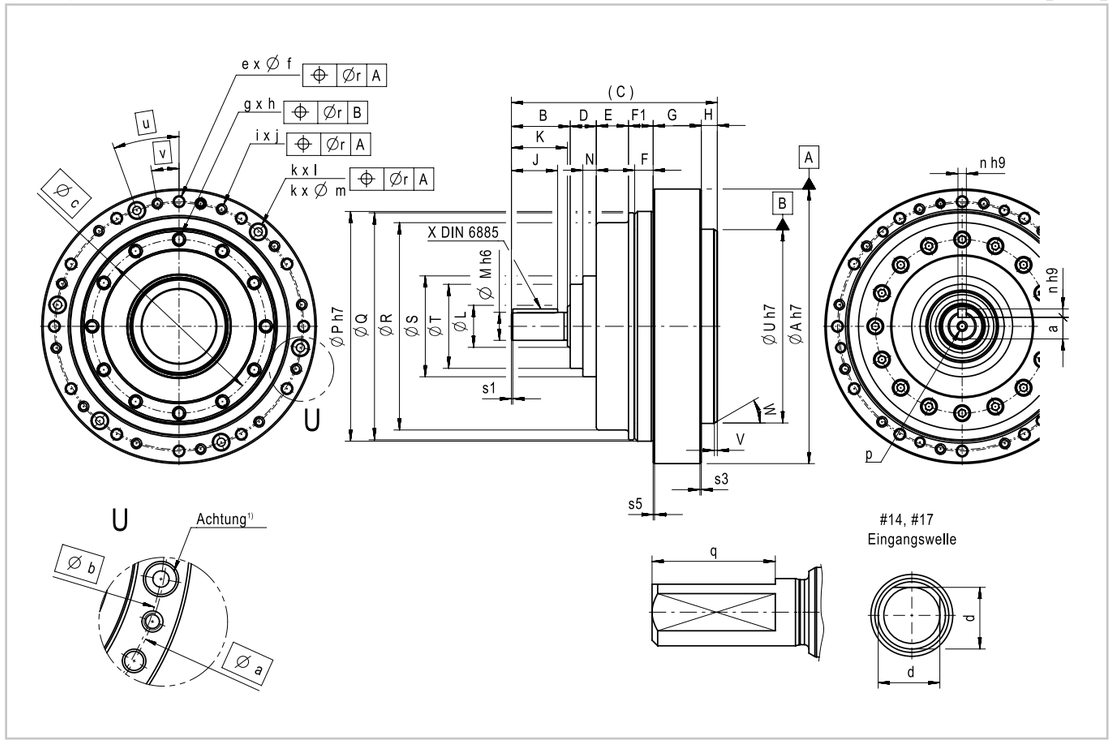


# Technische Daten CPU-S

## • Abmessungen

Abbildung 2.3.30

[mm]




¹⁾ Senkbohrung nur für Motoradaption, nicht für Last nutzen!

Tabelle 2.3.26

**CPU-S [mm]**

| | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| ØA h7 | 78 | 88 | 98 | 116 | 148 | 180 | 206 | 222 | 255 |
| B | 15 | 17 | 21 | 26 | 26 | 31 | 31 | 36 | 37 |
| C | 55,0 | 61,5 | 73,5 | 86,5 | 100,5 | 117,5 | 124,0 | 138,5 | 150,0 |
| D | 7,5 | 8,0 | 9,3 | 10,3 | 11,3 | 11,8 | 12,9 | 10,3 | 11,5 |
| E | 9,8 | 9,8 | 11,5 | 15,0 | 20,0 | 24,5 | 28,9 | 32,5 | 38,3 |
| F | 4,0 | 6,0 | 6,6 | 7,5 | 9,5 | 10,0 | 8,5 | 12,5 | 11,0 |
| F1 | 5,7 | 8,2 | 8,8 | 9,7 | 12,7 | 13,7 | 12,2 | 16,7 | 15,2 |
| G | 12,0 | 13,5 | 17,2 | 19,0 | 24,0 | 29,0 | 32,0 | 35,0 | 41,0 |
| H | 5,0 | 5,0 | 5,7 | 6,5 | 6,5 | 7,5 | 7,0 | 8,0 | 7,0 |
| J | - | - | 16,5 | 22,5 | 22,5 | 27,5 | 28,5 | 33,0 | 33,0 |
| K | 14 | 16 | 20 | 25 | 25 | 30 | 30 | 35 | 35 |
| ØL | 8 | 10 | 15 | 17 | 20 | 30 | 30 | 35 | 40 |
| ØM h6 | 6 | 8 | 10 | 14 | 14 | 16 | 19 | 22 | 22 |
| N | 5,5 | 4,5 | 4,8 | 6,1 | 7,3 | 4,3 | 7,9 | 7,3 | 7,5 |
| ØP h7 | 60 | 72 | 82 | 96 | 125 | 154 | 175 | 190 | 217 |
| ØQ | 59,5 | 71,5 | 81,0 | 95,0 | 124,0 | 153,0 | 174,0 | 189,0 | 216,0 |
| ØR | 53 | 64 | 74 | 89 | 116 | 142 | 162 | 180 | 203 |
| ØS | 24 | 28 | 36 | 42 | 52 | 65 | 72 | 86 | 92 |
| ØT | 20 | 22 | 30 | 34 | 43 | 57 | 60 | 70 | 68 |
| ØU h7 | 49 | 59 | 69 | 84 | 110 | 132 | 152 | 168 | 193 |
| V | 0,4 | 0,4 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| W [ ° ] | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| X DIN 6885 | - | - | A 3x3x16 | A 5x5x22 | A 5x5x22 | A 5x5x25 | A 6x6x28 | A 6x6x32 | A6x6x32 |
| Øa | 68 | 80 | 89 | 105 | 135 | 168 | 190 | 206 | 236 |
| Øb | 68 | 78 | 88 | 105 | 135 | 165 | 190 | 206 | 234 |
| Øc | 43 | 52 | 62 | 76 | 96 | 118 | 135 | 152 | 175 |
| d | 5,5 | 7,5 | - | - | - | - | - | - | - |
| e | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Øf | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 4,5 | 5,5 | 6,6 | 9,0 | 9,0 | 11,0 |
| g | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| h | M3x6 | M4x8 | M4x8 | M5x10 | M6x10 | M8x14 | M10x14 | M10x16 | M10x15 |
| i | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| j | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M6 | M8 | M8 | M10 |
| k | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| l | Ø5,5x3 | Ø5,5x3 | Ø5,5x3 | Ø6,5x3,4 | Ø8x4,4 | Ø10x6 | Ø11x6,8 | Ø11x6,4 | Ø15x9,0 |
| Øm | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 3,4 | 4,5 | 5,5 | 6,6 | 6,6 | 9 |
| n h9 | - | - | 3 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 |
| o | - | - | $8{,}2\ ^{0}_{-0{,}1}$ | $11\ ^{0}_{-0{,}1}$ | $11\ ^{0}_{-0{,}1}$ | $13\ ^{0}_{-0{,}1}$ | $15{,}5\ ^{0}_{-0{,}1}$ | $18{,}5\ ^{0}_{-0{,}1}$ | $18{,}5\ ^{0}_{-0{,}1}$ |
| p | - | - | M3x6 | M5x10 | M5x10 | M5x10 | M6x12 | M6x12 | M6x12 |
| q | 11 | 12 | - | - | - | - | - | - | - |
| Ør | 0,25 | 0,25 | 0,30 | 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| s1 | 0,5x45 ° | 0,50x45 ° | 0,5x45 ° | 0,5x45 ° | 0,5x45 ° | 0,5x45 ° | 0,5x45 ° | 0,5x45 ° | 0,5x45 ° |
| s3 | 0,4x45 ° | 0,40x45 ° | 0,5x45 ° | 0,5x45 ° | 0,5x45 ° | 0,5x45 ° | 0,5x45 ° | 0,5x45 ° | 0,5x45 ° |
| s5 | 0,4x45 ° | 0,40x45 ° | 0,5x45 ° | 0,5x45 ° | 0,5x45 ° | 0,5x45 ° | 0,5x45 ° | 0,5x45 ° | 0,5x45 ° |
| u [ ° ] | 30 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| v [ ° ] | 15 | 10 | 10 | 8 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |

CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

## • Lastfreies Anlaufdrehmoment

Tabelle 2.3.27 **[Ncm]**

| Untersetzung | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| 30 | 6,8 | 11,0 | 19,0 | 26,0 | 63,0 | - | - | - | - |
| 50 | 5,7 | 9,7 | 14,0 | 22,0 | 41,0 | 72,0 | 94,0 | 125,0 | 178,0 |
| 80 | 4,4 | 7,2 | 11,0 | 15,0 | 29,0 | 52,0 | 68,0 | 88,0 | 125,0 |
| 100 | 3,7 | 6,5 | 9,9 | 14,0 | 27,0 | 47,0 | 60,0 | 80,0 | 113,0 |
| 120 | - | 6,2 | 9,3 | 13,0 | 24,0 | 44,0 | 55,0 | 74,0 | 105,0 |
| 160 | - | - | 8,6 | 12,0 | 23,0 | 39,0 | 50,0 | 66,0 | 94,0 |

## • Lastfreies Rückdrehmoment

Tabelle 2.3.28 **[Nm]**

| Untersetzung | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| 30 | 3,5 | 5,9 | 10,0 | 16,0 | 31,0 | - | - | - | - |
| 50 | 3,4 | 5,8 | 8,4 | 13,0 | 25,0 | 43,0 | 56,0 | 75,0 | 107,0 |
| 80 | 4,2 | 6,9 | 10,0 | 15,0 | 28,0 | 50,0 | 65,0 | 85,0 | 120,0 |
| 100 | 4,5 | 7,8 | 12,0 | 17,0 | 33,0 | 56,0 | 72,0 | 96,0 | 135,0 |
| 120 | - | 8,9 | 13,0 | 19,0 | 34,0 | 63,0 | 79,0 | 106,0 | 151,0 |
| 160 | - | - | 17,0 | 23,0 | 43,0 | 75,0 | 96,0 | 126,0 | 181,0 |

## • Eingangslagerung

Die Eingangswelle der Getriebe CPU-S ist mit zwei Rillenkugellagern gelagert. Abbildung 2.3.31 zeigt die Kraftangriffspunkte der in Tabelle 2.3.29 und Abbildung 2.3.32 dargestellten max. zulässigen Radial- und Axialkräfte. Beispiel: Wenn die Eingangswelle eines Getriebes CPU-58-S mit einer Axialkraft von 900 N vorgespannt ist, beträgt die max. zulässige Radialkraft 1400 N, siehe Abbildung 2.3.32.

Die hier dargestellten Maximalwerte gelten für eine durchschnittliche Eingangsdrehzahl von 2000 $min^{-1}$ und eine mittlere Lagerlebensdauer von $L_{10}$ = 7500 h.

Tabelle 2.3.29

| | Symbol [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| Abstand | B [mm] | 7 | 8 | 10 | 12,5 | 12,5 | 15 | 15 | 17,5 | 17,5 |
| Maximal zulässige Radialkraft | $F_r$ [N] | 118 | 145 | 232 | 342 | 567 | 825 | 1264 | 1745 | 2027 |

Abbildung 2.3.31

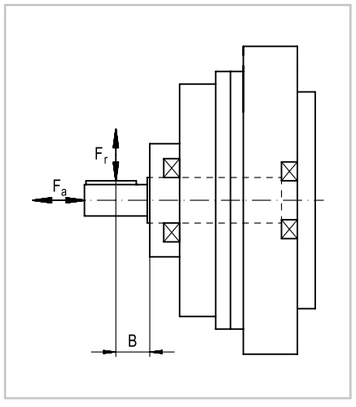
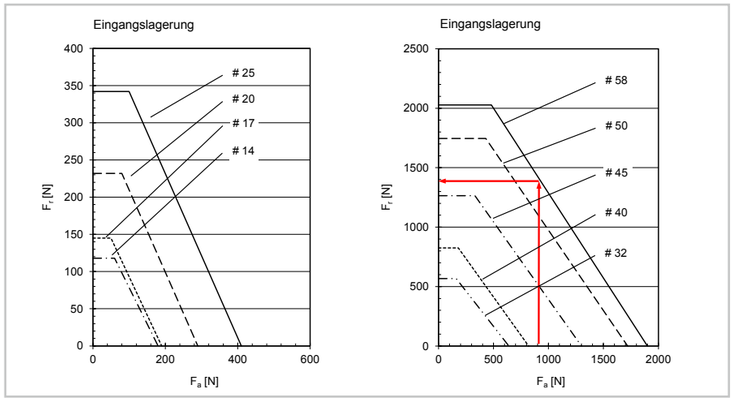


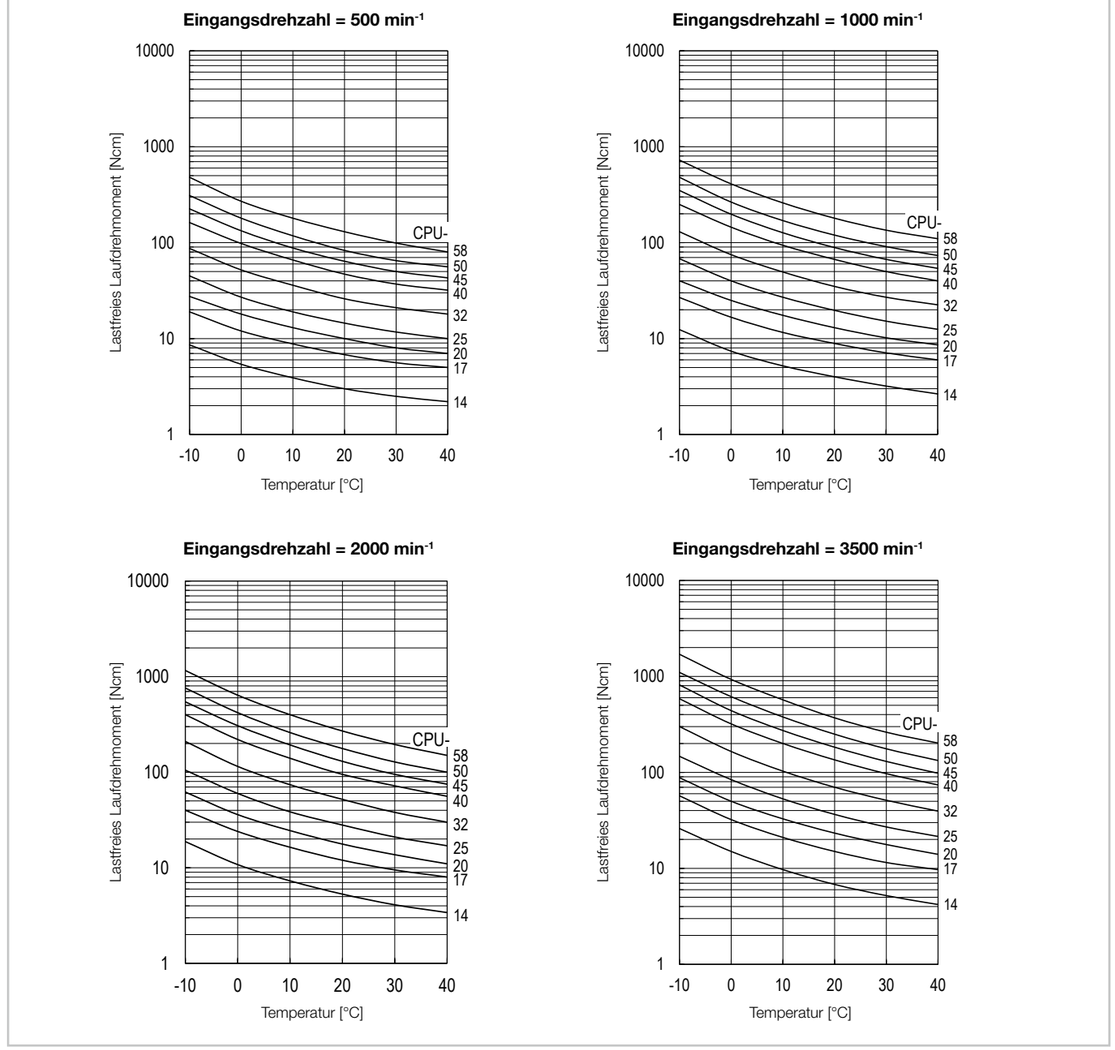

Abbildung 2.3.32




## • Lastfreies Laufdrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett Flexolub®-A1.

Abbildung 2.3.33




### Korrekturwerte für lastfreies Laufdrehmoment

Beim Einsatz von Getrieben mit Untersetzungen i ≠ 100 sind die aus den Kurven abgelesenen Daten um die folgenden Werte zu korrigieren.

Tabelle 2.3.30 **[Ncm]**

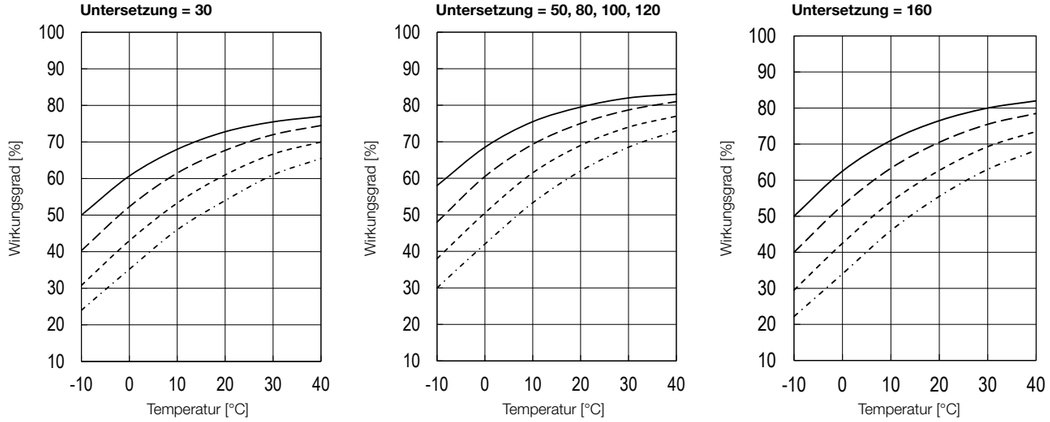
| Untersetzung | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| 30 | 2,6 | 4,1 | 5,9 | 9,6 | 18,3 | - | - | - | - |
| 50 | 1,1 | 1,8 | 2,6 | 4,2 | 8,0 | 13,3 | 18,2 | 23,9 | 34,6 |
| 80 | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 0,8 | 1,5 | 2,4 | 3,3 | 4,3 | 6,2 |
| 120 | - | -0,2 | -0,4 | -0,6 | -1,1 | -1,7 | -2,4 | -3,1 | -4,4 |
| 160 | - | - | -0,8 | -1,3 | -2,5 | -4,0 | -5,5 | -7,2 | -10,3 |

## • Wirkungsgrad

### Wirkungsgrad für Fettschmierung bei Nenndrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett Flexolub®-A1.

Abbildung 2.3.34




### Wirkungsgradberechnung

Die Wirkungsgradberechnung der Getriebe CPU-S erfolgt nach dem gleichen Schema wie bei den Getrieben CPU-H.

Abbildung 2.3.35 **Berechnungsfaktor K**

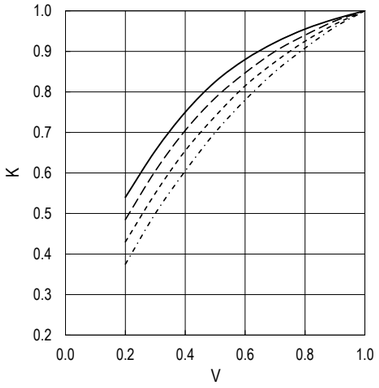
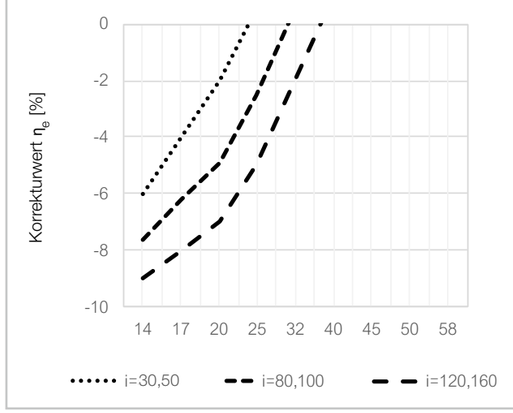



Abbildung 2.3.36 **Korrekturwert $\eta_e$**




## • Verwendete Materialien und Beschichtungen

Tabelle 2.3.31

| Version | CPU-M | CPU-H | CPU-S |
|---|---|---|---|
| Abtriebslager | Brünierter Stahl[2] | | |
| Circular Spline | Grauguss | | |
| Flexspline | Blanker Stahl | | |
| Wave Generator (Hohlwelle bei CPU-H) | Blanker Stahl | Chemisch vernickelter Stahl | Blanker Stahl |
| Eingangswelle | x | x | Nicht rostender Stahl |
| Gehäuseflansch | x | Chemisch vernickelter Stahl | Chemisch vernickelter Stahl |
| Adapterflansch[1] | Hochfestes Aluminium oder Stahl, Beschichtung gemäß Bestätigungs-zeichnung | x | x |
| Schrauben | Gegen Korrosion beschichtet | | |

x nicht vorhanden in der Version
[1] Falls von Harmonic Drive SE geliefert
[2] kein Korrosionsschutz

Optionale Materialien und Beschichtungen sind bei Harmonic Drive SE anzufragen.

# Schmierung

## • Fettschmierung

Die Getriebe mit Abtriebslager CPU-M/H/S werden vollständig gefettet geliefert. Sie sind werkseitig mit einer Lebensdauerfettschmierung versehen. Wir empfehlen den Einsatz der in Tabelle 2.3.32 genannten Schmierfette. Das Abtriebslager ist mit Harmonic Drive® Schmierfett 4BNo.2 gefettet.

Tabelle 2.3.32

| Untersetzung | Harmonic Drive® Schmierfett | 14 | 17 | 20 ... 58 |
|---|---|---|---|---|
| 30 ... 160 | Flexolub®-A1 | O | O | O |
| | SK-1A | - | - | Δ |
| | SK-2 | Δ | Δ | - |
| | 4BNo.2 | Δ | Δ | Δ |

O Standard-Schmierfett
□ Empfohlen bei sehr hoher Last bzw. sehr hohen Anforderungen an die Lebensdauer des Schmierfetts
Δ Optionales Schmierfett, bitte Rücksprache

## • Ölschmierung

Harmonic Drive® Getriebe mit Abtriebslager mit Ölschmierung sind kundenspezifische Sonderanfertigungen. Schmierung und Nachschmierung werden individuell festgelegt. Nähere Informationen finden Sie im Kapitel Projektierung.

## Produktbeschreibung

# Höchste Drehmomentkapazität und verstärktes Abtriebslager

Die Getriebe der Baureihe CSG-CPM/H/S bestehen aus einem präzisen Getriebe-Einbausatz CSG-2A sowie einem kippsteifen Abtriebslager. Sie sind als Motoranbaugetriebe, mit Hohlwelle oder mit Eingangswelle verfügbar.

Neben der bewährten Wellgetriebetechnologie ist die Baureihe CSG-CP-M/H/S auch in der Triangle-Technologie erhältlich. Diese setzt neue Maßstäbe in Torsionssteifigkeit, Übertragungsgenauigkeit und Dynamik.

## Merkmale

- Höchste Drehmomentkapazität
- Hervorragende, lebenslange Präzision und Spielfreiheit
- Höchste Lebensdauer
- Drei Versionen für unterschiedliche Einbausituationen
- Großer Drehmomentbereich
- Integriertes kippsteifes Kreuzrollenlager



CSG-CPM
Getriebe für den direkten Motoranbau



CSG-CPH
Hohlwellengetriebe zur Durchführung von Versorgungsleitungen für weiterführende Antriebssysteme



CSG-CPS
Getriebe mit Eingangswelle für den Antrieb mit Riemenscheibe oder Stirnrad

## Bestellbezeichnung

Tabelle 2.4.1

| Bestellbezeichnung | CSG | - | 20 | - | 100 | - | CPM | - | SP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baureihe** | CSG | | | | | | | | |
| **Baugröße**<br>(entspricht dem Teilkreisdurchmesser der Flexspline-Verzahnung in Zoll x 10) | | | 14<br>17<br>20<br>25<br>32<br>40 | | | | | | |
| **Untersetzung**<br>(in der Antriebskonfiguration:<br>Circular Spline (CS) fixiert, Wave Generator (WG) Antrieb, Flexspline (FS) Abtrieb) | | | | | 50<br>80<br>100<br>120<br>160 | | | | |
| **Version**<br>Getriebe für Motoranbau<br>Geschlossenes Hohlwellengetriebe mit Eingangslagerung<br>Getriebe mit Eingangswelle | | | | | | | CPM<br>CPH<br>CPS | | |
| **Kundenspezifische Ausführung**<br>Standardausführung (Feld bleibt leer)<br>Sonderausführung (auf Anfrage) | | | | | | | | | [ ]<br>SP |

Bitte beachten Sie die Tabelle der möglichen Kombinationen.

## Kombinationen

Tabelle 2.4.2

**CSG-CPM/H/S**

| | | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| Untersetzung | 50 | o | o | o | o | o | o |
| | 80 | o | o | o | o | o | o |
| | 100 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 120 | - | o | o | o | o | o |
| | 160 | - | - | o | o | o | o |

● verfügbar  o auf Anfrage  - nicht verfügbar

Die Untersetzung i=30 ist nicht als CSG-CP verfügbar. Sie finden eine schnittstellenkompatible Alternative bei der Baureihe CPU (Kapitel 2.3).

# Technische Daten

## • Leistungsdaten

Tabelle 2.4.3

| Bau-reihe | Bau-größe | Unter-setzung | Grenze für wiederholbares Spitzendreh-moment | Grenze für Durchschnitts-drehmoment | Nenndreh-moment bei 2000 min$^{-1}$ | Grenze für Kollisions-drehmoment | Max. Eingangs-drehzahl [min$^{-1}$] | Grenze für mittlere Ein-gangsdreh-zahl [min$^{-1}$] | Massen-trägheits-moment [x10$^{-4}$ kgm$^2$] | Gewicht [kg] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $T_R$ [Nm] | $T_A$ [Nm] | $T_N$ [Nm] | $T_M$ [Nm] | Fett-schmierung | Fett-schmierung | CPM<br>CPH<br>CPS | CPM<br>CPH<br>CPS |
| CSG | 14 | 50 | 23 | 9 | 7 | 46 | 8500 | 3500[1]<br>3000[2] | 0,033<br>0,091<br>0,025 | 0,54<br>0,67<br>0,64 |
| | 14 | 80 | 30 | 14 | 10 | 61 | | | | |
| | 14 | 100 | 36 | 14 | 10 | 70 | | | | |
| CSG | 17 | 50 | 44 | 34 | 21 | 91 | 7300 | 3500[1]<br>3000[2] | 0,079<br>0,193<br>0,059 | 0,79<br>1,00<br>0,95 |
| | 17 | 80 | 56 | 35 | 29 | 113 | | | | |
| | 17 | 100 | 70 | 51 | 31 | 143 | | | | |
| | 17 | 120 | 70 | 51 | 31 | 112 | | | | |
| CSG | 20 | 50 | 73 | 44 | 33 | 127 | 6500 | 3500[1]<br>3000[2] | 0,193<br>0,404<br>0,173 | 1,30<br>1,55<br>1,49 |
| | 20 | 80 | 96 | 61 | 44 | 165 | | | | |
| | 20 | 100 | 107 | 64 | 52 | 191 | | | | |
| | 20 | 120 | 113 | 64 | 52 | 191 | | | | |
| | 20 | 160 | 120 | 64 | 52 | 191 | | | | |
| CSG | 25 | 50 | 127 | 72 | 51 | 242 | 5600 | 3500[1]<br>2575[2] | 0,413<br>1,070<br>0,320 | 1,90<br>2,35<br>2,30 |
| | 25 | 80 | 178 | 113 | 82 | 332 | | | | |
| | 25 | 100 | 204 | 140 | 87 | 369 | | | | |
| | 25 | 120 | 217 | 140 | 87 | 395 | | | | |
| | 25 | 160 | 229 | 140 | 87 | 408 | | | | |
| CSG | 32 | 50 | 281 | 140 | 99 | 497 | 4800 | 3500[1]<br>1980[2] | 1,69<br>2,85<br>1,20 | 3,95<br>5,00<br>4,60 |
| | 32 | 80 | 395 | 217 | 153 | 738 | | | | |
| | 32 | 100 | 433 | 281 | 178 | 841 | | | | |
| | 32 | 120 | 459 | 281 | 178 | 892 | | | | |
| | 32 | 160 | 484 | 281 | 178 | 892 | | | | |
| CSG | 40 | 50 | 523 | 255 | 178 | 892 | 4000 | 3000[1]<br>1300[2] | 4,50<br>9,28<br>3,41 | 6,9<br>8,9<br>8,8 |
| | 40 | 80 | 675 | 369 | 268 | 1270 | | | | |
| | 40 | 100 | 738 | 484 | 345 | 1400 | | | | |
| | 40 | 120 | 802 | 586 | 382 | 1530 | | | | |
| | 40 | 160 | 841 | 586 | 382 | 1530 | | | | |

[1] Gültig für CSG-CPS und CSG-CPM.
[2] Gültig für CSG-CPH. Höhere Werte auf Anfrage.

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

# Genauigkeit

Tabelle 2.4.4

**[arcmin]**

| | | | Baugröße | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 14 … 17 | | | 20 … 32 | | | 40 | |
| Untersetzung | | | 30 | 50 | ≥ 80 | 30 | 50 | ≥ 80 | 50 | ≥ 80 |
| Übertragungsgenauigkeit | CSG-CPH, CSG-CPS | | < 2,0 | < 1,2 | < 1,0 | < 1,5 | < 1,0 | < 0,8 | < 0,7 | < 0,5 |
| | CSG-CPM | Wave Generator mit Oldham-Kupplung | | | | | | | | |
| | | Solid Wave Generator [1] | < 2,0 | < 1,5 | | < 1,5 | < 1,0 | | | |
| Hystereseverlust | | | < 3 | < 2 | < 1 | < 3 | < 2 | < 1 | < 2 | < 1 |
| Lost Motion | | | < 1 | | | | | | | |
| Wiederholgenauigkeit | | | < ±0,1 | | | | | | | |

[1] Höhere Genauigkeit auf Anfrage

## • Torsionssteifigkeit

Tabelle 2.4.5

| | Symbol [Einheit] | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| Grenzdrehmoment | $T_1$ [Nm] | 0,2 | 3,9 | 7,0 | 14 | 29 | 54 |
| | $T_2$ [Nm] | 6,9 | 12,0 | 25 | 48 | 108 | 196 |
| i = 50 | $K_3$ [x 10$^4$ Nm/rad] | 0,57 | 1,30 | 2,30 | 4,40 | 9,80 | 18 |
| | $K_2$ [x 10$^4$ Nm/rad] | 0,47 | 1,10 | 1,80 | 3,40 | 7,80 | 14 |
| | $K_1$ [x 10$^4$ Nm/rad] | 0,34 | 0,81 | 1,30 | 2,50 | 5,40 | 10 |
| i ≥ 80 | $K_3$ [x 10$^4$ Nm/rad] | 0,71 | 1,60 | 2,90 | 5,70 | 12,00 | 23 |
| | $K_2$ [x 10$^4$ Nm/rad] | 0,61 | 1,40 | 2,50 | 5,00 | 11,00 | 20 |
| | $K_1$ [x 10$^4$ Nm/rad] | 0,47 | 1,00 | 1,60 | 3,10 | 6,70 | 13 |

# Abtriebslager

## • Leistungsdaten

Tabelle 2.4.6

| | Symbol [Einheit] | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| Lagertyp[1] | | C | C | C | C | C | C |
| Teilkreisdurchmesser | $d_p$ [m] | 0.0465 | 0,0590 | 0,0700 | 0,0880 | 0,1140 | 0,1340 |
| Abstand[2] | R [m] | 0.014 | 0,014 | 0,016 | 0,018 | 0,020 | 0,026 |
| Dynamische Tragzahl | C [N] | 8250 | 10700 | 21000 | 21800 | 34500 | 43300 |
| Statische Tragzahl | $C_0$ [N] | 11400 | 14800 | 27000 | 35800 | 59000 | 81600 |
| Zulässiges dynamisches Kippmoment[3,4] | M [Nm] | 73 | 114 | 172 | 254 | 578 | 886 |
| Zulässiges statisches Kippmoment[4] | $M_0$ [Nm] | 155 | 276 | 603 | 1050 | 2242 | 3645 |
| Kippsteifigkeit[5] | $K_B$ [Nm/arcmin] | 23 | 40 | 70 | 114 | 350 | 522 |
| Zulässige Axiallast[4] | $F_a$ [N] | 2030 | 2286 | 4486 | 5298 | 9357 | 10361 |
| Zulässige Radiallast[4] | $F_r$ [N] | 1360 | 1532 | 3006 | 3550 | 6269 | 6942 |

[1] Lagertyp C = Kreuzrollenlager; F = Vierpunktlager
[2] Abstand Wälzlagermitte zur abtriebsseitigen Anschraubfläche, siehe Kapitel Getriebeauslegung.
[3] Diese Daten gelten für drehende Getriebe. Sie basieren entweder auf der Lebensdauergleichung des Abtriebslagers oder auf der maximal zulässigen Verkippung des Harmonic Drive® Getriebe-Einbausatzes. Die angegebenen Daten dürfen auch dann nicht überschritten werden, wenn die Lebensdauergleichung des Lagers höhere Werte zulässt.
[4] Die Daten gelten für M: $F_a = 0$, $F_r = 0$ I $F_r$: $M = 0$, $F_r = 0$ I $F_r$: $M = 0$, $F_a = 0$
[5] Der Wert der Kippsteifigkeit ist der Mittelwert (±20 %).

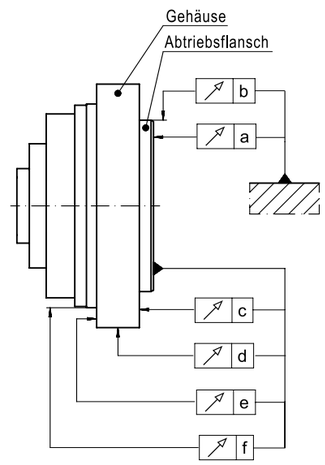
## • Abtriebslager- und Gehäusetoleranzen

Daten gelten für drehenden Abtriebsflansch.

Tabelle 2.4.7 **[mm]**

| Symbol | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| a (Planlauf) | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,012 | 0,012 |
| b (Rundlauf) | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| c | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,012 | 0,012 |
| d | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| e | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,020 |
| f | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 |

Abbildung 2.4.1




# Montage

## • Verschraubung

### Verschraubung an der Abtriebsseite

Tabelle 2.4.8

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| Anzahl der Schrauben | | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M4 | M4 | M5 | M6 | M8 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 43 | 52 | 62 | 76 | 96 | 118 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,3 | 5,1 | 5,1 | 10,0 | 17,4 | 42,2 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 85 | 188 | 228 | 463 | 847 | 1964 |

Schraubenqualität: 12.9, Reibungskoeffizient μ = 0,15

### Verschraubung an der Gehäuseseite

Tabelle 2.4.9

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| Anzahl der Schrauben | | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M6 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 68 | 80 | 89 | 105 | 135 | 168 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 5,1 | 10,0 | 17,4 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 89 | 158 | 177 | 378 | 805 | 1482 |

Schraubenqualität: 12.9, Reibungskoeffizient μ = 0,15

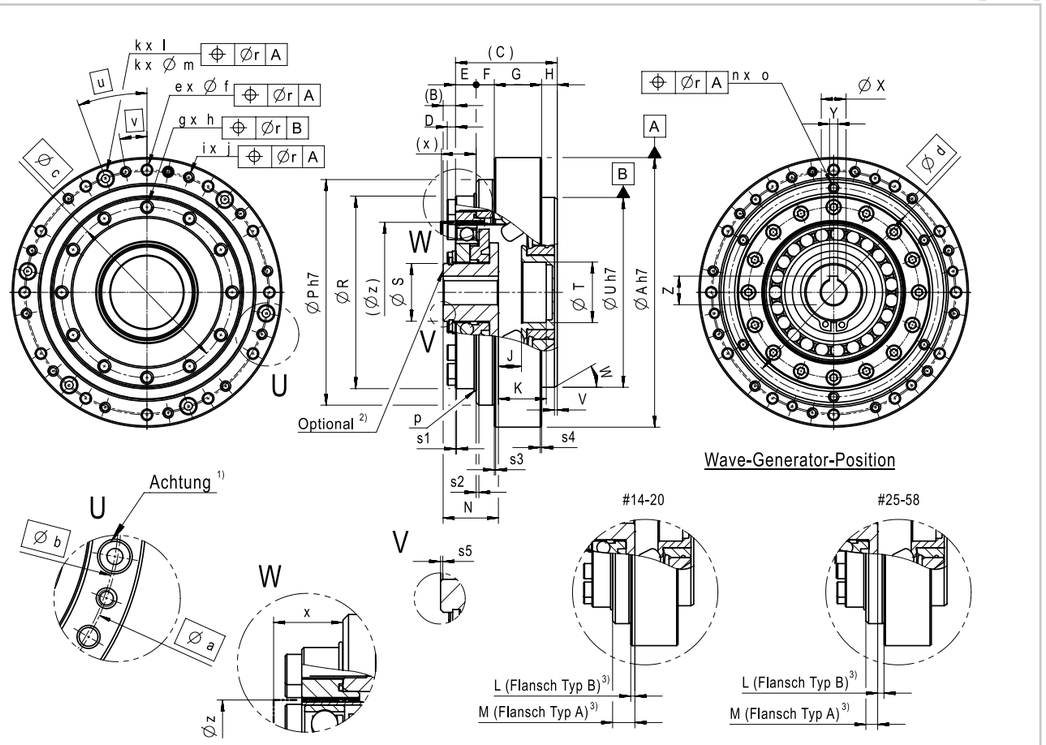


# Technische Daten CSG-CPM

## • Abmessungen

Abbildung 2.4.2

**CSG-CPM [mm]**




1) Senkbohrung nur für Motoradaption, nicht für Last nutzen!
2) Nabe ohne Passfedernut bzw. mit anderem Durchmesser siehe Kapitel „Projektierung“.
3) Erläuterungen s. Abbildung 2.4.10

Tabelle 2.4.10

**CSG-CPM [mm]**

| Symbol | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| ØA h7 | 78 | 88 | 98 | 116 | 148 | 180 |
| B | 5.00 | 6,00 | 4,5 | 3,00 | 2,00 | 2,00 |
| C | 27.0 | 31,0 | 37,0 | 43,0 | 54,0 | 63,5 |
| D | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| E | 6.0 | 6,5 | 7,5 | 10,0 | 14,0 | 17,0 |
| F | 4.0 | 6,0 | 6,6 | 7,5 | 9,5 | 10,0 |
| G | 12.0 | 13,5 | 17,2 | 19,0 | 24,0 | 29,0 |
| H | 5.0 | 5,0 | 5,7 | 6,5 | 6,5 | 7,5 |
| J | 6.7 | 8,0 | 8,4 | 10,8 | 14,8 | 16,5 |
| K | 12.2 | 15,5 | 17,4 | 21,8 | 29,8 | 33,5 |
| L | $3{,}5\ ^{+0,4}_{0}$ | $2{,}2\ ^{+0,4}_{0}$ | $2{,}9\ ^{+0,4}_{0}$ | $1{,}1\ ^{0}_{-0,5}$ | $1{,}9\ ^{0}_{-0,6}$ | $0{,}7\ ^{0}_{-0,6}$ |
| M | $7{,}5\ ^{+0,4}_{0}$ | $8{,}2\ ^{+0,4}_{0}$ | $9{,}5\ ^{+0,4}_{0}$ | $8{,}6\ ^{+0,5}_{0}$ | $7{,}6\ ^{+0,6}_{0}$ | $10{,}7\ ^{+0,6}_{0}$ |
| N | $17{,}6\ ^{+0}_{-0,1}$ | $20{,}7\ ^{0}_{-0,1}$ | $21{,}5\ ^{0}_{-0,1}$ | $21{,}6\ ^{0}_{-0,1}$ | $23{,}6\ ^{0}_{-0,1}$ | $29{,}7\ ^{0}_{-0,1}$ |
| Ø P h7 | 60 | 72 | 82 | 96 | 125 | 154 |
| Ø R | $50\ ^{0,01}_{-0,015}$ | $60\ ^{0,01}_{-0,02}$ | $70\ ^{0,01}_{-0,02}$ | $85\ ^{0,01}_{-0,025}$ | $110\ ^{0,01}_{-0,025}$ | $135\ ^{0,01}_{-0,03}$ |
| Ø S | 14 | 18 | 21 | 26 | 26 | 32 |
| Ø T | 16 | 19 | 22 | 26 | 37 | 42 |
| Ø U h7 | 49 | 59 | 69 | 84 | 110 | 132 |
| V | 0.4 | 0,4 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| W [ ° ] | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| ØX H7 | 6 | 8 | 9 | 11 | 14 | 14 |
| Y JS9 | - | - | 3 | 4 | 5 | 5 |
| Z | - | - | $10{,}4\ ^{+0,1}_{0}$ | $12{,}8\ ^{+0,1}_{0}$ | $16{,}3\ ^{+0,1}_{0}$ | $16{,}3\ ^{+0,1}_{0}$ |
| Ø a | 68 | 80 | 89 | 105 | 135 | 168 |
| Ø b | 68 | 78 | 88 | 105 | 135 | 165 |
| Ø c | 43 | 52 | 62 | 76 | 96 | 118 |
| Ø d | 55.0 | 66,0 | 76,0 | 91,0 | 118,0 | 144,0 |
| e | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Ø f | 3.4 | 3,4 | 3,4 | 4,5 | 5,5 | 6,6 |
| g | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| h | M3 x 6 | M4 x 8 | M4 x 8 | M5 x 10 | M6 x 10 | M8 x 14 |
| i | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| j | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M6 |
| k | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| l | Ø 5.5 x 3.0 | Ø 5,5 x 3,0 | Ø 5,5 x 3,0 | Ø 6,5 x 3,4 | Ø 8 x 4,4 | Ø 10 x 6,0 |
| Ø m | 2.9 | 2,9 | 2,9 | 3,4 | 4,5 | 5,5 |
| n | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| o | M2.5 x 5 | M3 x 6 | M3 x 6 | M3 x 6 | M4 x 8 | M5 x 10 |
| p (o-Ring) | 49.9 x 0.80 | 59,28 x 0,78 | 69 x 1,00 | 83 x 1,00 | 108 x 1,00 | 133 x 1,50 |
| Ø r | 0.25 | 0,25 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,5 |
| s1 | 0.4 x 45 ° | 0,4 x 45 ° | 0,4 x 45 ° | 0,4 x 45 ° | 0,4 x 45 ° | 0,4 x 45 ° |
| s2 | 0.8 x 45 ° | 0,8 x 45 ° | 1,0 x 45 ° | 1,0 x 45 ° | 1,0 x 45 ° | 1,0 x 45 ° |
| s3 | 0.4 x 45 ° | 0,4 x 45 ° | 0,5 x 45 ° | 0,5 x 45 ° | 0,5 x 45 ° | 0,5 x 45 ° |
| s4 | 0.4 x 45 ° | 0,4 x 45 ° | 0,5 x 45 ° | 0,5 x 45 ° | 0,5 x 45 ° | 0,5 x 45 ° |
| s5 | 0.5 x 45 ° | 0,5 x 45 ° | 0,4 x 45 ° | 0,4 x 45 ° | 0,4 x 45 ° | 0,4 x 45 ° |
| u [ ° ] | 30 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| v [ ° ] | 15 | 10 | 10 | 8 | 10 | 10 |
| Minimaler Gehäuseabstand x | 7.0 | 7,5 | 9,0 | 11,5 | 15,5 | 19,0 |
| Minimaler Gehäuseabstand Ø z | 38 | 45 | 53 | 66 | 86 | 106 |

CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

## Details Wave Generator

Abbildung 2.4.3

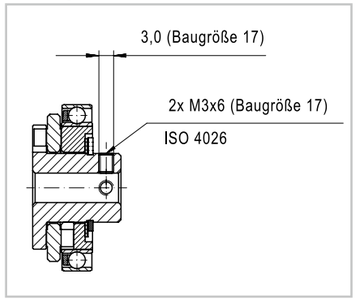
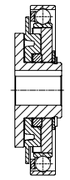
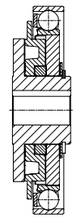



Abbildung 2.4.4



Wave Generator
für CSG-CPM Baugrößen 20, 25, 32

Abbildung 2.4.5



Wave Generator
für CSG-CPM Baugrößen 40

## • Lastfreies Anlaufdrehmoment

Tabelle 2.4.11 **[Ncm]**

| Untersetzung | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| 50 | 4,1 | 6,1 | 7,8 | 15,0 | 31,0 | 55,0 |
| 80 | 2,8 | 4,0 | 4,9 | 9,2 | 19,0 | 35,0 |
| 100 | 2,5 | 3,4 | 4,3 | 8,0 | 18,0 | 31,0 |
| 120 | - | 3,1 | 3,8 | 7,3 | 15,0 | 28,0 |
| 160 | - | - | 3,3 | 6,3 | 14,0 | 24,0 |

## • Lastfreies Rückdrehmoment

Tabelle 2.4.12 **[Nm]**

| Untersetzung | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| 50 | 1,6 | 3,0 | 4,7 | 9,0 | 18,0 | 33,0 |
| 80 | 1,6 | 3,0 | 4,8 | 9,1 | 19,0 | 33,0 |
| 100 | 1,8 | 3,3 | 5,1 | 9,8 | 20,0 | 36,0 |
| 120 | - | 3,5 | 5,5 | 11,0 | 22,0 | 39,0 |
| 160 | - | - | 6,4 | 13,0 | 26,0 | 46,0 |

## • Genauigkeit der Oldham-Kupplung

Harmonic Drive® Getriebe sind spielfrei. Wird eine Oldham-Kupplung eingesetzt, entsteht außerhalb des Zahneingriffes ein geringes Spiel in Bereich von wenigen Winkelsekunden, siehe Tabelle 2.4.13. Dieses geringe Spiel tritt bei einem Solid Wave Generator nicht auf.

Tabelle 2.4.13 **CSG-CPM [arcsec]**

| Untersetzung | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| 50 | 36 | 20 | 17 | 17 | 14 | 14 |
| 80 | 23 | 13 | 11 | 11 | 9 | 9 |
| 100 | 18 | 10 | 9 | 9 | 7 | 7 |
| 120 | - | 8 | 8 | 8 | 6 | 6 |
| 160 | - | - | 6 | 6 | 5 | 5 |

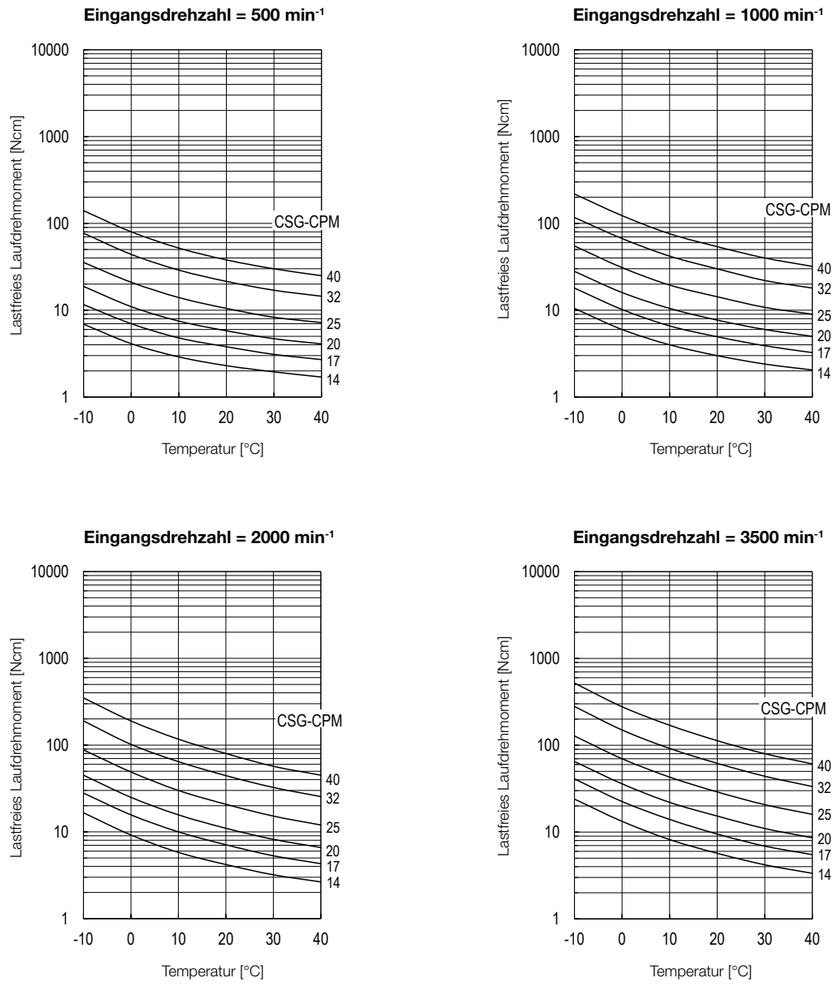
Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.



## • Lastfreies Laufdrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett 4BNo.2.

Abbildung 2.4.6




## Korrekturwerte für lastfreies Laufdrehmoment

Beim Einsatz von Getrieben mit Untersetzungen i ≠ 100 sind die aus den Kurven abgelesenen Daten um die folgenden Werte zu korrigieren.

Tabelle 2.4.14 **[Ncm]**

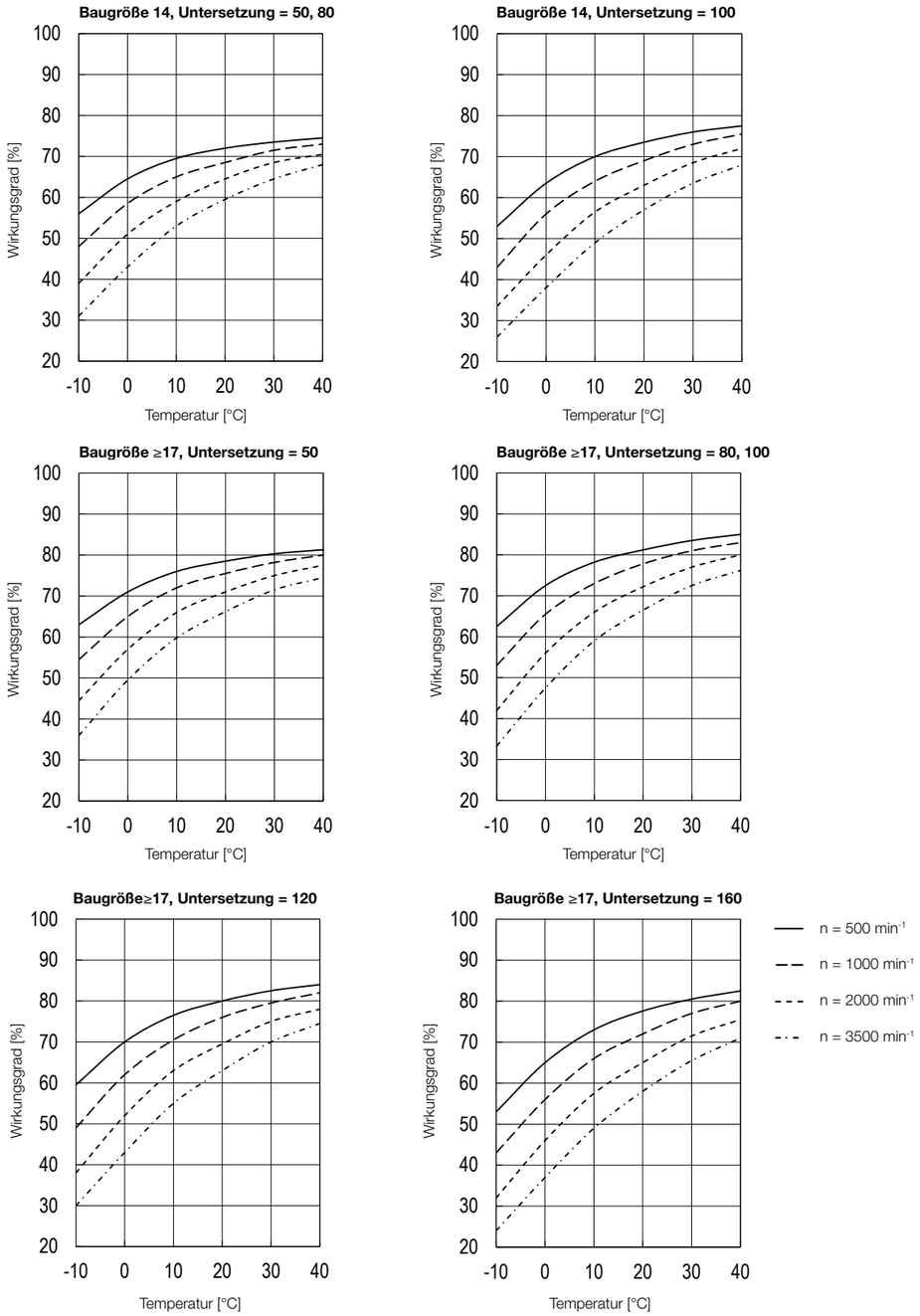
| Untersetzung | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| 50 | 1,1 | 1,6 | 2,3 | 3,8 | 7,1 | 12,0 |
| 80 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 1,3 | 2,1 |
| 120 | - | -0,2 | -0,3 | -0,5 | -0,9 | -1,5 |
| 160 | - | - | -0,8 | -1,2 | -2,2 | -3,5 |

- Wirkungsgrad

## Wirkungsgrad für Fettschmierung bei Nenndrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett 4BNo.2.

Abbildung 2.4.7




Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## Wirkungsgradberechnung

Der Wirkungsgrad hängt von folgenden Parametern ab: Untersetzung, Eingangsdrehzahl, Lastmoment, Temperatur, Schmierstoff und Schmierstoffmenge. Wenn das Lastmoment kleiner als das Nennmoment ist, ergibt sich ein kleinerer Wirkungsgrad als in den Wirkungsgradkennlinien angegeben. Der drehmomentspezifische Wirkungsgrad wird mittels des Berechnungsfaktors K ermittelt.

### Berechnungsbeispiel

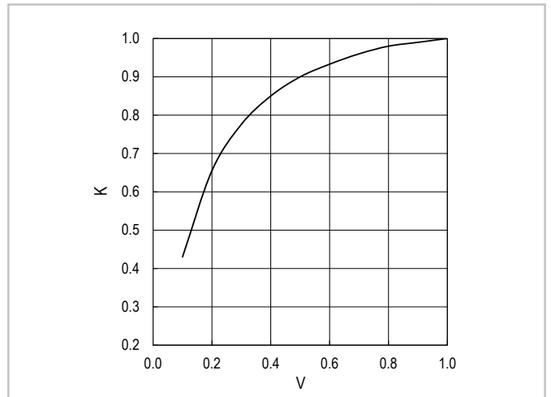
CSG-20-80-CPM

- Eingangsdrehzahl: 1000 $min^{-1}$
- (Durchschnittliches) Lastmoment $T_{av}$: 30 Nm
- Nenndrehmoment $T_N$ (Katalogangabe): 44 Nm
- Fettschmierung mit Harmonic Drive® Schmierfett Schmiermitteltemperatur: 20 °C.

1. Berechnung des Drehmomentfaktors
   $V = T_{av}/T_N = 30/44 = 0{,}68$ (Für V > 1 ist K = 1)
2. Ablesen des Berechnungsfaktors K aus Diagramm Abbildung 2.4.8: K = 0,94
3. Ablesen des Wirkungsgrads aus Wirkungsgrad-kennlinie Abbildung 2.4.7: η = 78 %
4. Berechnung des lastabhängigen Wirkungsgrads
   $\eta_L = 78\ \% \cdot 0{,}94 = 73\ \%$

Abbildung 2.4.8

### Berechnungsfaktor K




## Montagetoleranzen

Wir empfehlen bei der Montage die Einhaltung der folgenden Toleranzen:

Abbildung 2.4.9

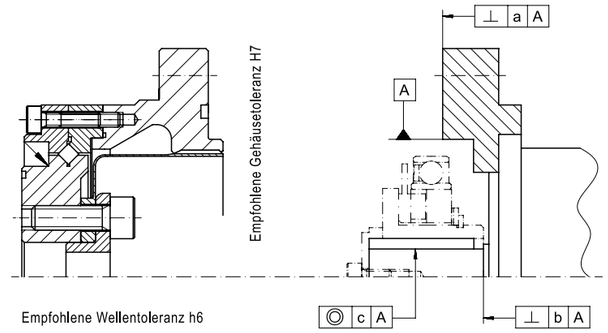



Tabelle 2.4.15 **[mm]**

| Symbol | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| a | 0,011 | 0,015 | 0,017 | 0,024 | 0,026 | 0,026 |
| b | 0,017 | 0,020 | 0,020 | 0,024 | 0,024 | 0,032 |
| | (0,008) | (0,010) | (0,010) | (0,012) | (0,012) | (0,012) |
| c | 0,030 | 0,034 | 0,044 | 0,047 | 0,050 | 0,063 |
| | (0,016) | (0,018) | (0,019) | (0,022) | (0,022) | (0,024) |

Die in Klammern angegebenen Werte sind empfohlene Toleranzen für einen Wave Generator ohne Oldham-Kupplung. Diese Kupplung wird zum Ausgleich von Exzentrizitätsfehlern der Motorwelle eingesetzt und ist im Standardgetriebe eingebaut. Bei einer direkten Kupplung des Wave Generator mit der Motorwelle ohne Oldham-Kupplung (Option) sollten die Motorwellentoleranzen der DIN 42955 R entsprechen.

# Adapterflansch

Die Getriebe der Baureihe CSG-CPM sind als Motoranbaugetriebe konzipiert. Bitte geben Sie bei der Bestellung den zu adaptierenden Motortyp an, damit der Wave Generator passend zu Ihrem Motor gefertigt werden kann. Abhängig von der Baugröße des Motors im Verhältnis zum Getriebe sollte der am besten passende Adapterflansch-Typ gewählt werden, Beispiel siehe Abbildung 2.4.10.

Abbildung 2.4.10

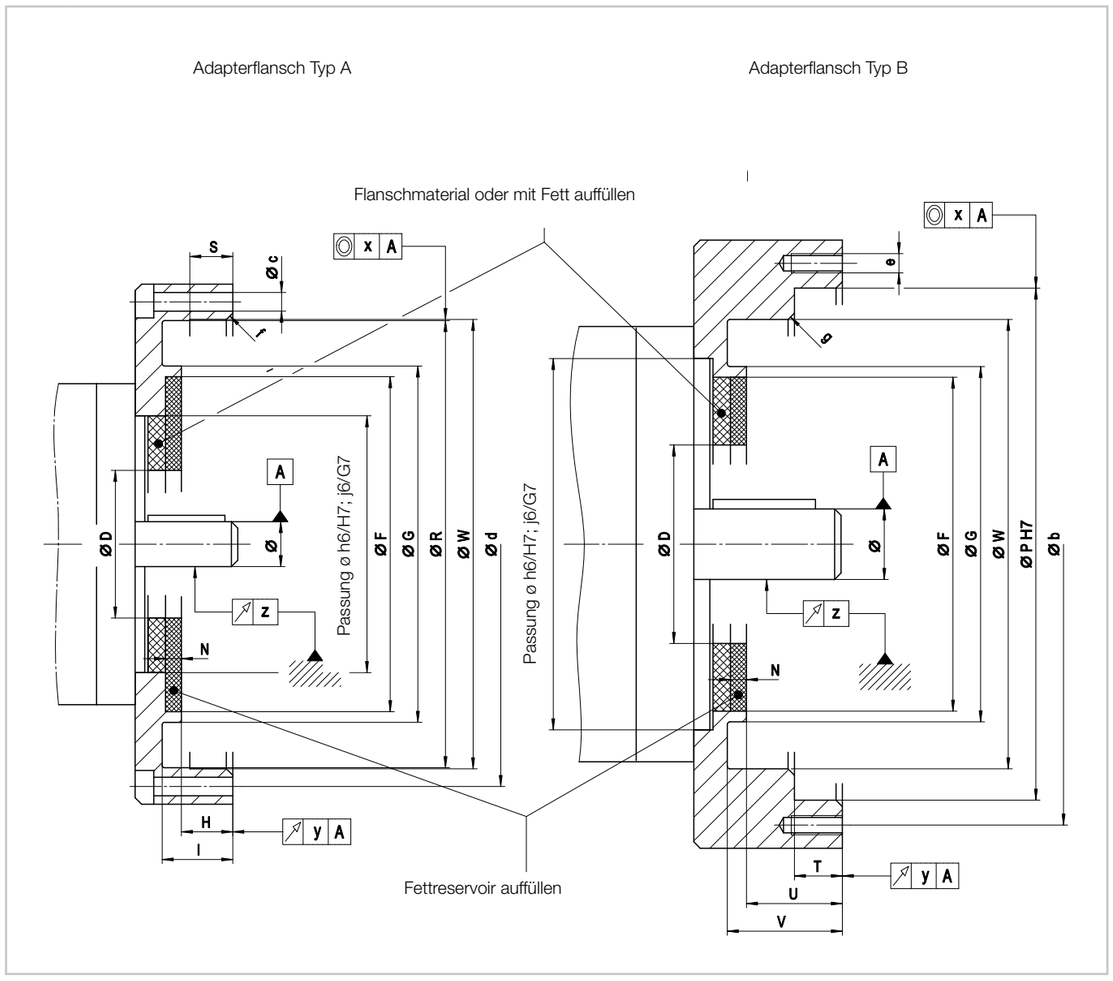



Tabelle 2.4.16

| Symbol | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| Ø D | 16 | 26 | 30 | 37 | 37 | 45 |
| Ø F | 36,5 | 47,0 | 53,0 | 66,0 | 86,0 | 106,0 |
| Ø $G_{-0,1}$ | 37,5 | 48,0 | 55,5 | 69,0 | 90,5 | 110,0 |
| $H^{+0,1}$ | 6,5 | 7,0 | 8,0 | 10,5 | 14,5 | 18,0 |
| $I^{+0,1}$ | 9,5 | 10,0 | 11,0 | 14,5 | 19,5 | 24,0 |
| N | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2,0 |
| ØP H7 | 60 | 72 | 82 | 96 | 125 | 154 |
| Ø R | $50^{+0,027}$ | $60^{+0,034}$ | $70^{+0,036}$ | $85^{+0,050}$ | $110^{+0,055}$ | $135^{+0,065}$ |
| S | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 5,0 | 6,5 | 11,0 |
| $T^{+0,1}$ | 4,3 | 6,3 | 6,9 | 7,8 | 9,8 | 10,3 |
| $U^{+0,1}$ | 10,5 | 13,0 | 14,6 | 18,0 | 24,0 | 28,0 |
| $V^{+0,1}$ | 13,5 | 16,0 | 17,6 | 22,0 | 29,0 | 34,0 |
| Ø $W^{+0,1}$ | 50,4 | 60,4 | 70,4 | 85,4 | 110,4 | 135,4 |
| Ø b | 68 | 78 | 88 | 105 | 135 | 165 |
| Ø c | 2,9 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 4,5 | 5,5 |
| Ø d | 55 | 66 | 76 | 91 | 118 | 144 |
| e | M2,5 | M2,5 | M2,5 | M3 | M4 | M5 |
| $f_{-0,1}$ | 1,0 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 2,0 |
| $g_{-0,1}$ | 0,7 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,7 |
| x | 0,030 | 0,034 | 0,044 | 0,047 | 0,050 | 0,063 |
| y | 0,030 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,050 |
| z | 0,030 | 0,034 | 0,044 | 0,047 | 0,050 | 0,063 |
| | (0,016) | (0,018) | (0,019) | (0,022) | (0,022) | (0,024) |

Alle Tabellenwerte gelten für an den Motor montierte Adapterflansche. Die in Klammern angegebenen Werte sind empfohlene Toleranzen für einen Wave Generator ohne Oldham-Kupplung. Diese Kupplung wird zum Ausgleich von Exzentrizitätsfehlern der Motorwelle eingesetzt und ist im Standardgetriebe eingebaut. Bei einer direkten Verbindung des Wave Generators mit der Motorwelle ohne Oldham-Kupplung (Option) sollten die Motorwellentoleranzen der DIN 42955 R entsprechen.

# Montage

Wir empfehlen folgende Montagereihenfolge.

Abbildung 2.4.11 **Adapterflansch Typ A**

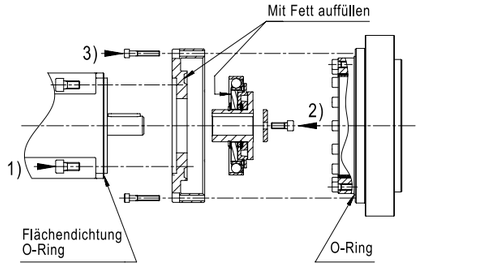



Abbildung 2.4.12 **Adapterflansch Typ B**

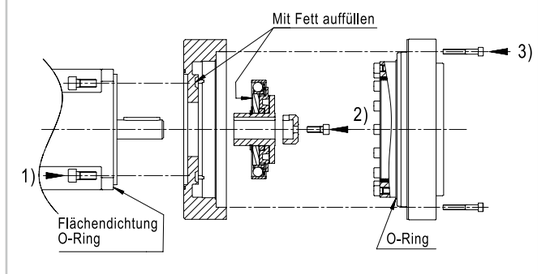



Abbildung 2.4.13

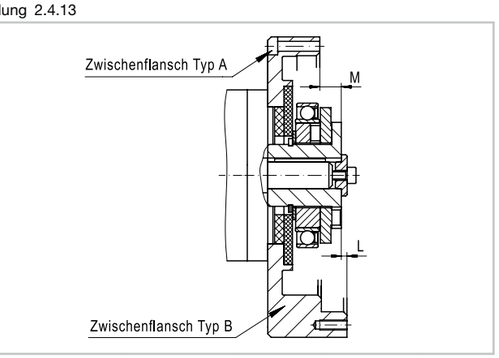
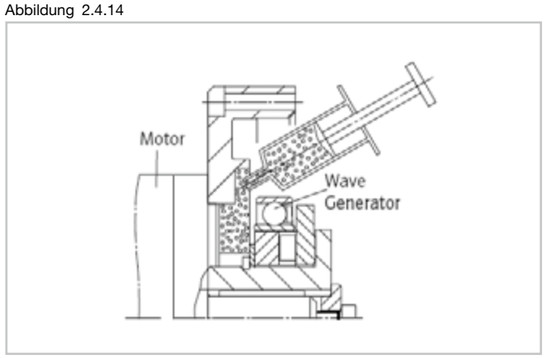



Abbildung 2.4.14




Die vorgeschriebene axiale Position des Wave Generators, Maß M bzw. L gemäß Abbildung 2.4.13, ist in der Kunden-Bestätigungszeichnung vorgegeben.

# Fettreservoir

Beim Einsatz des von der Harmonic Drive SE empfohlenen Flanschdesigns kann das Getriebe in allen Betriebspositionen eingesetzt werden. Wir empfehlen bei der Montage eine zusätzliche Fettmenge im Fettreservoir zwischen Wave Generator und Lagerschild des Motors zu platzieren, siehe Abbildung 2.4.14. Diese zusätzliche Fettmenge wird in separater Verpackung mitgeliefert.

Tabelle 2.4.17

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| Standard-Fettmenge (in Getriebe-Einbausatz bei Anlieferung enthalten) | ca. [g] | 5,5 | 10 | 16 | 40 | 60 | 130 |
| | ca. [$cm^3$] | 6 | 11 | 18 | 44 | 66 | 143 |
| Empfohlene zusätzliche Fettmenge für Fettreservoir (wird in separater Verpackung mitgeliefert) | ca. [g] | 2 | 3 | 4 | 6 | 14 | 27 |
| | ca. [$cm^3$] | 2 | 3 | 4 | 7 | 16 | 30 |

Tabelle 2.4.18

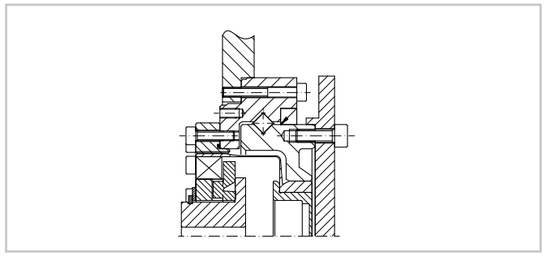
| Bestellbezeichnung für Schmierfett | Verfügbare Gebinde [kg] |
|---|---|
| Spezialfett 4BNo.2 | 1,0; 25 |



# Adaptionsbeispiele

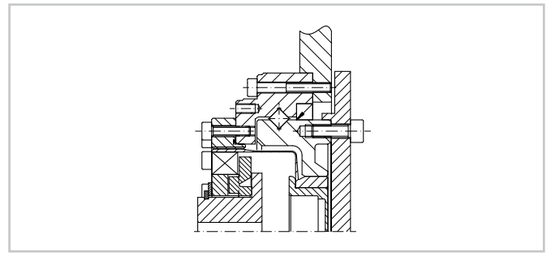
## • Gehäuse

Abbildung 2.4.15



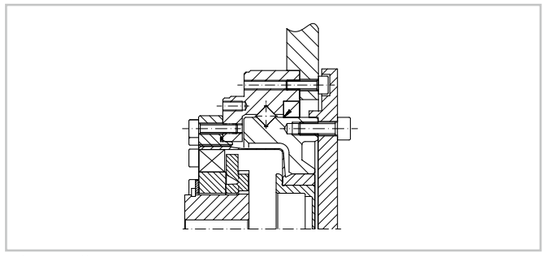
Nutzung der Durchgangsbohrungen

Abbildung 2.4.16



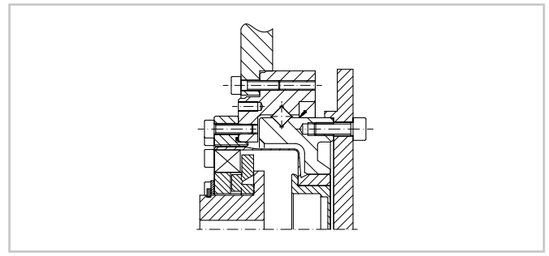
Nutzung der Durchgangsbohrungen

Abbildung 2.4.17



Nutzung der Gewinde

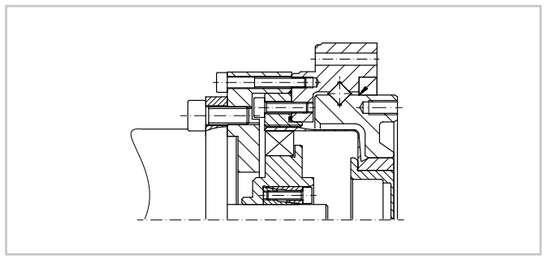
Abbildung 2.4.18



Nutzung der Gewinde

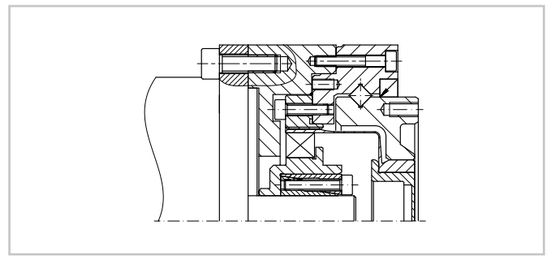
## • Motor

Abbildung 2.4.19



Kleiner Motor, Flanschtyp A

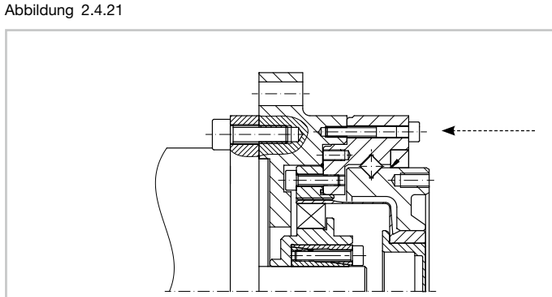
Abbildung 2.4.20



Großer Motor, Flanschtyp B

## • Individuelle Adaption für Gehäuse und Motor

Abbildung 2.4.21



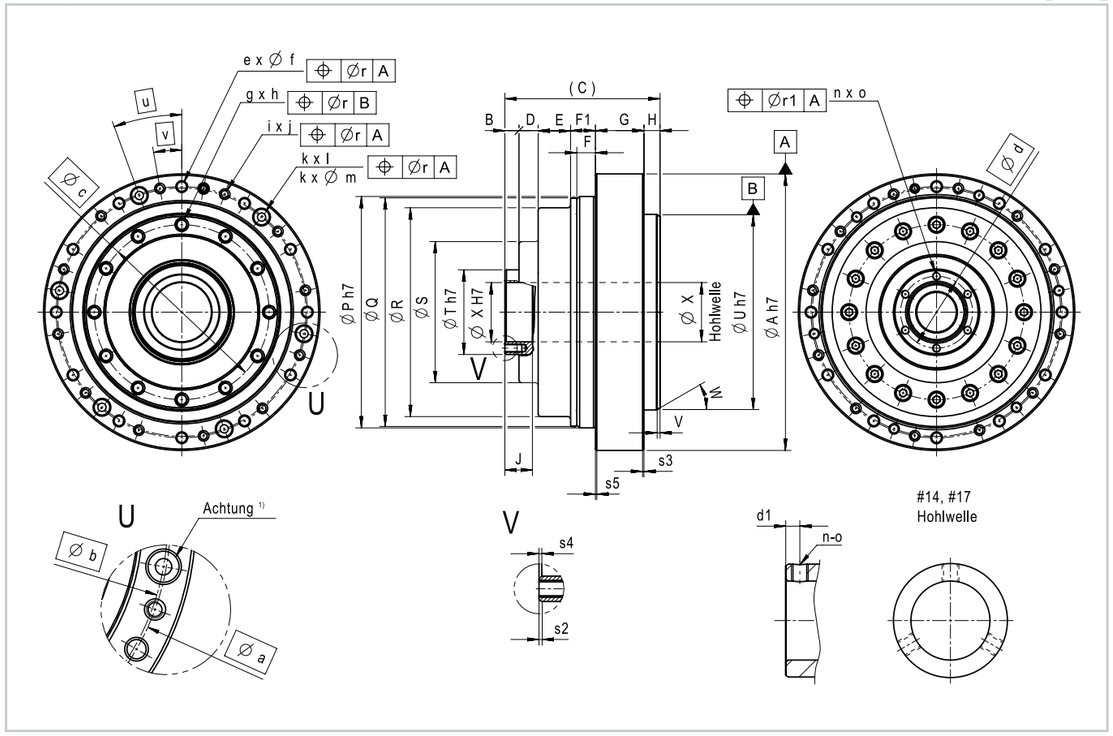

Beliebiger Motor, beliebiger Flanschtyp

# Technische Daten CSG-CPH

## • Abmessungen

Abbildung 2.4.22

**CSG-CPH [mm]**




1) Senkbohrung nur für Motoradaption, nicht für Last nutzen!

Tabelle 2.4.19

**CSG-CPH [mm]**

| Symbol | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| ØA h7 | 78 | 88 | 98 | 116 | 148 | 180 |
| B | 6,5 | 6,5 | 5,0 | 5,0 | 7,0 | 8,0 |
| C | 46,0 | 51,5 | 55,0 | 59,0 | 79,0 | 90,0 |
| D | 7,0 | 8,5 | 6,8 | 3,8 | 8,8 | 7,3 |
| E | 9,8 | 9,8 | 11,5 | 15,0 | 20,0 | 24,5 |
| F | 4,0 | 6,0 | 6,6 | 7,5 | 9,5 | 10,0 |
| F1 | 5,7 | 8,2 | 8,8 | 9,7 | 12,7 | 13,7 |
| G | 12,0 | 13,5 | 17,2 | 19,0 | 24,0 | 29,0 |
| H | 5,0 | 5,0 | 5,7 | 6,5 | 6,5 | 7,5 |
| J | 10 | 10 | 10 | 12 | 10 | 14 |
| ØP h7 | 60 | 72 | 82 | 96 | 125 | 154 |
| ØQ | 59,5 | 71,5 | 81,0 | 95,0 | 124,0 | 153,0 |
| ØR | 53 | 64 | 74 | 89 | 116 | 142 |
| ØS | 36 | 42 | 50 | 55 | 80 | 95 |
| ØT h7 | 20 | 25 | 30 | 38 | 45 | 59 |
| ØU h7 | 49 | 59 | 69 | 84 | 110 | 132 |
| V | 0,4 | 0,4 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| W [ ° ] | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| ØX H7 | 14 | 19 | 21 | 29 | 36 | 46 |
| Øa | 68 | 80 | 89 | 105 | 135 | 168 |
| Øb | 68 | 78 | 88 | 105 | 135 | 165 |
| Øc | 43 | 52 | 62 | 76 | 96 | 118 |
| Ød | - | - | 25,5 | 33,5 | 40,5 | 52,0 |
| d1 | 2,5 | 2,5 | - | - | - | - |
| e | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Øf | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 4,5 | 5,5 | 6,6 |
| g | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| h | M3x6 | M4x8 | M4x8 | M5x10 | M6x10 | M8x14 |
| i | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| j | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M6 |
| k | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| l | Ø 5,5x3 | Ø 5,5x3 | Ø 5,5x3 | Ø 6,5 x 3,4 | Ø 8x4,4 | Ø 10x6 |
| Øm | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 3,4 | 4,5 | 5,5 |
| n | 3 | 3 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| o | M3 | M3 | M3x6 | M3x6 | M3x6 | M4x8 |
| Ør | 0,25 | 0,25 | 0,30 | 0,30 | 0,40 | 0,50 |
| Ør1 | - | - | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| s2 | 0,5x30° | 0,5x30° | 0,5x30° | 0,5x30° | 0,5x30° | 0,5x30° |
| s3 | 0,4x45° | 0,4x45° | 0,5x45° | 0,5x45° | 0,5x45° | 0,5x45° |
| s4 | 0,4x45° | 0,4x45° | 0,5x45° | 0,5x45° | 0,5x45° | 0,5x45° |
| s5 | 0,4x45° | 0,4x45° | 0,5x45° | 0,5x45° | 0,5x45° | 0,5x45° |
| u [ ° ] | 30 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| v [ ° ] | 15 | 10 | 10 | 8 | 10 | 10 |

CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

## • Lastfreies Anlaufdrehmoment

Tabelle 2.4.20

**[Ncm]**

| Untersetzung | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| 50 | 8,8 | 27 | 36 | 56 | 85 | 136 |
| 80 | 7,5 | 25 | 33 | 50 | 74 | 117 |
| 100 | 6,9 | 24 | 32 | 49 | 72 | 112 |
| 120 | - | 24 | 31 | 48 | 68 | 110 |
| 160 | - | - | 31 | 47 | 67 | 105 |

## • Lastfreies Rückdrehmoment

Tabelle 2.4.21

**[Nm]**

| Untersetzung | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| 50 | 5.3 | 16 | 22 | 34 | 51 | 82 |
| 80 | 7.2 | 24 | 31 | 48 | 70 | 112 |
| 100 | 8.2 | 29 | 38 | 59 | 86 | 134 |
| 120 | - | 34 | 45 | 69 | 97 | 158 |
| 160 | - | - | 59 | 90 | 128 | 201 |

## • Eingangslagerung

Die Hohlwelle der Getriebe CSG-CPH ist mit zwei Rillenkugellagern gelagert. Abbildung 2.4.23 zeigt die Kraftangriffspunkte der in Tabelle 2.4.22 und Abbildung 2.4.24 dargestellten max. zulässigen Radial- und Axialkräfte. Beispiel: Wenn die Hohlwelle eines Getriebes CSG-40-CPH mit einer Axialkraft von 600 N vorgespannt ist, beträgt die max. zulässige Radialkraft 500 N, siehe Abbildung 2.4.24.

Die hier dargestellten Maximalwerte gelten für eine durchschnittliche Eingangsdrehzahl von 2000 $min^{-1}$ und eine mittlere Lagerlebensdauer von $L_{10}$ = 10.000 h.

Tabelle 2.4.22

| | Symbol | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | [Einheit] | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| Abstand | B [mm] | 6,5 | 6,5 | 5,0 | 5,0 | 7,0 | 8,0 |
| Maximal zulässige Radialkraft | $F_r$ [N] | 204 | 235 | 271 | 306 | 918 | 1113 |

Abbildung 2.4.23

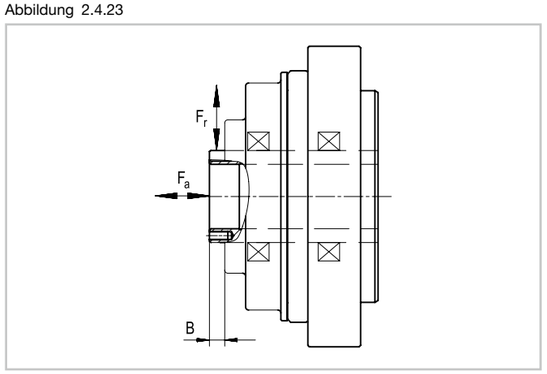
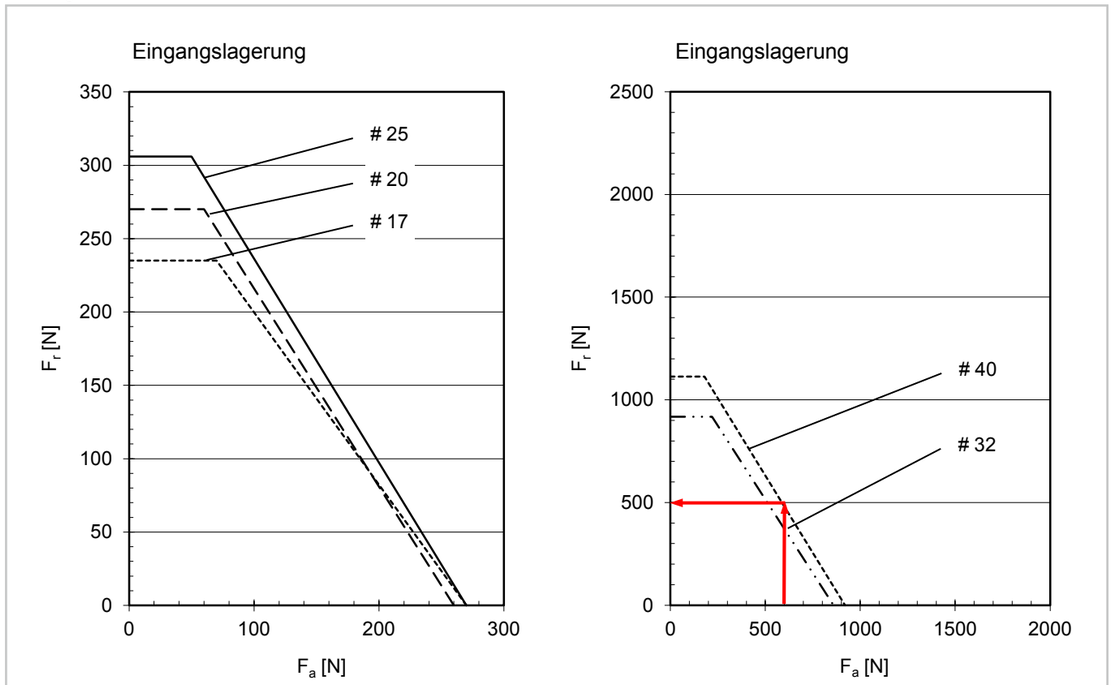


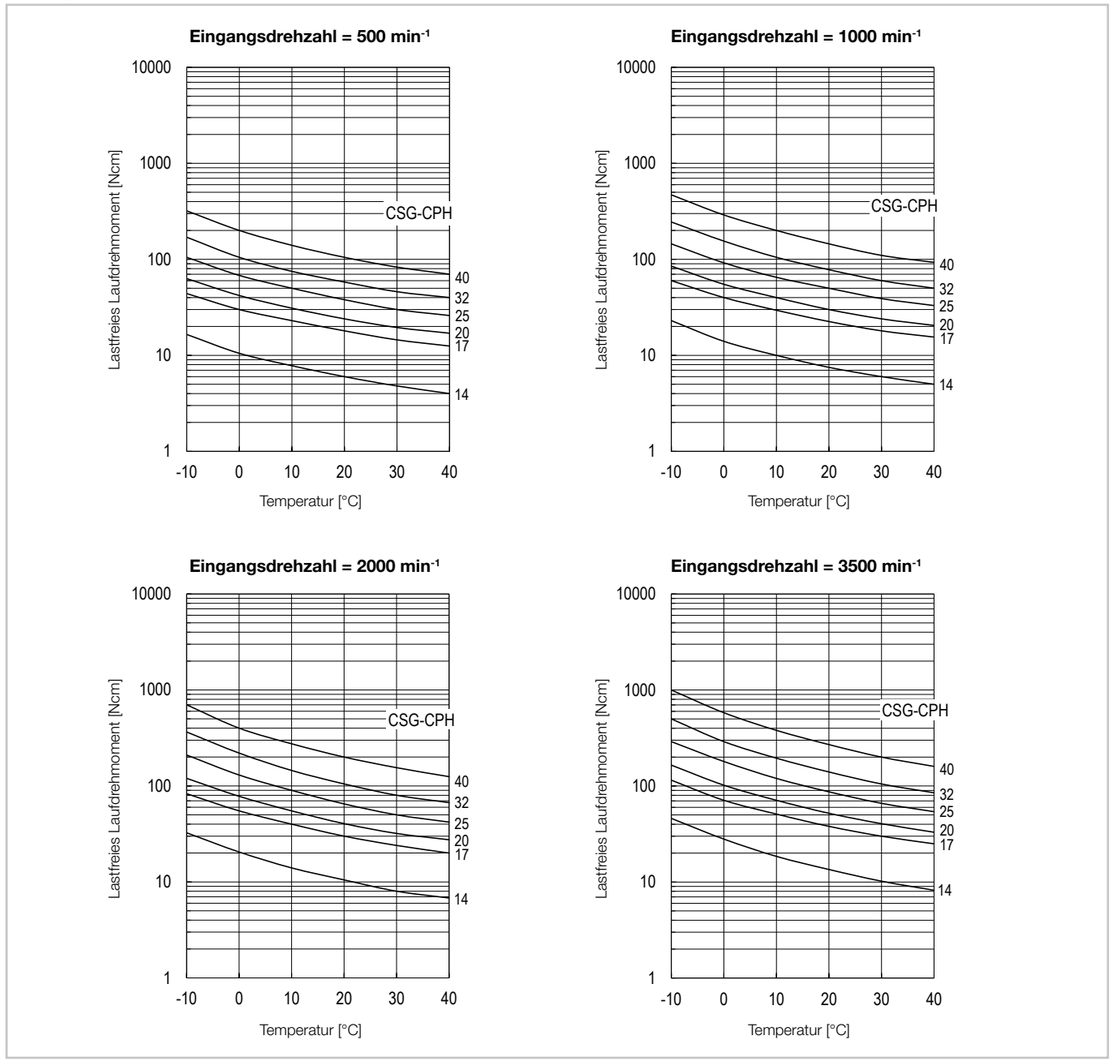

Abbildung 2.4.24



## • Lastfreies Laufdrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett 4BNo.2.

Abbildung 2.4.25




### Korrekturwerte für lastfreies Laufdrehmoment

Beim Einsatz von Getrieben mit Untersetzungen i ≠ 100 sind die aus den Kurven abgelesenen Daten um die folgenden Werte zu korrigieren.

Tabelle 2.4.23

**[Ncm]**

| Untersetzung | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| 30 | 2,6 | 4,1 | 5,9 | 9,6 | 18,3 | - |
| 50 | 1,1 | 1,8 | 2,6 | 4,2 | 8,0 | 13,3 |
| 80 | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 0,8 | 1,5 | 2,4 |
| 120 | - | -0,2 | -0,4 | -0,6 | -1,1 | -1,7 |
| 160 | - | - | -0,8 | -1,3 | -2,5 | -4,0 |

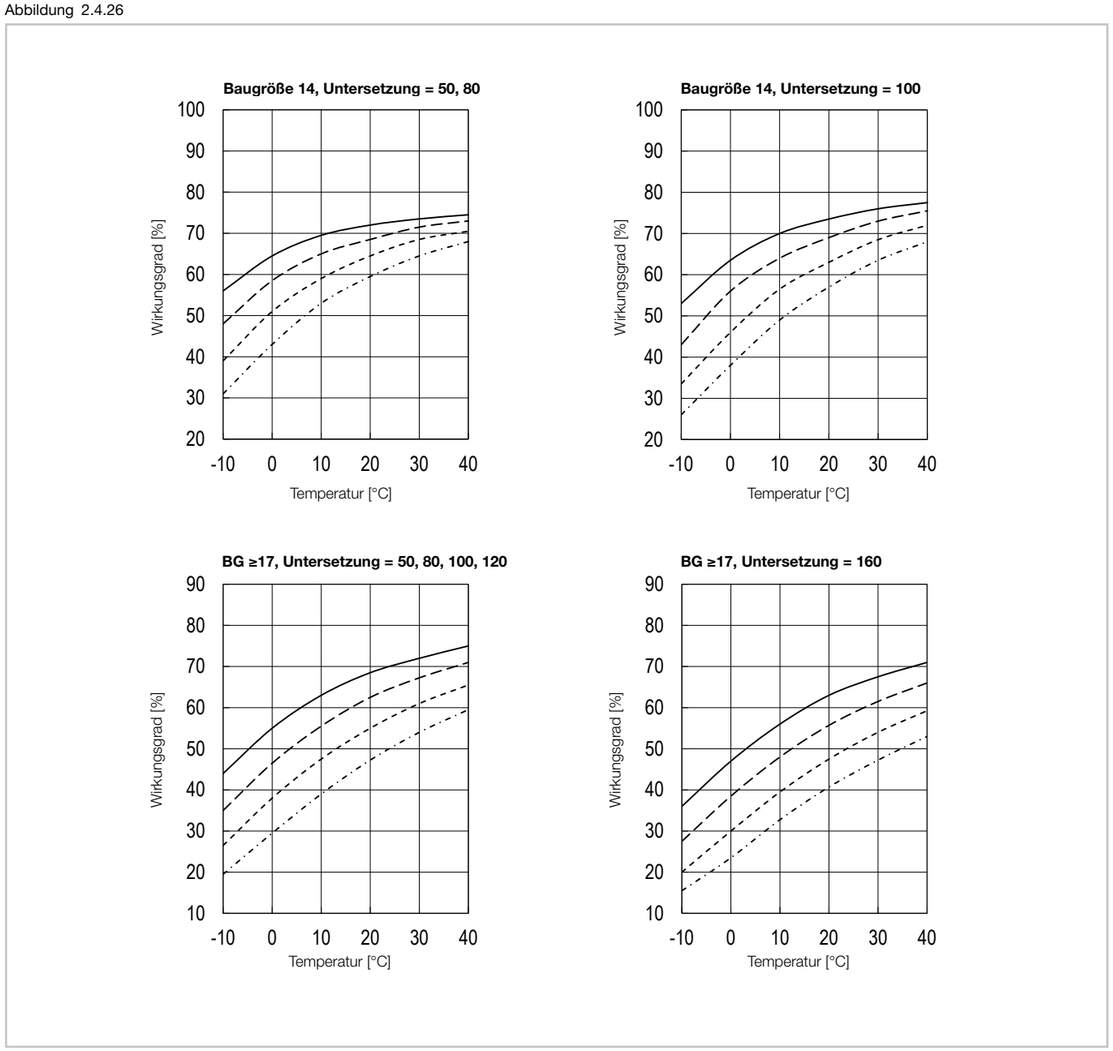


## • Wirkungsgrad

### Wirkungsgrad für Fettschmierung bei Nenndrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett 4BNo.2.

Abbildung 2.4.26



## Wirkungsgradberechnung

Der Wirkungsgrad hängt von folgenden Parametern ab: Untersetzung, Eingangsdrehzahl, Lastmoment, Temperatur, Schmierstoff und Schmierstoffmenge. Wenn das Lastmoment kleiner als das Nennmoment ist, ergibt sich ein kleinerer Wirkungsgrad als in den Wirkungsgradlinien angegeben. Der drehmomentspezifische Wirkungsgrad wird mittels des Berechnungsfaktors K ermittelt. Bei Getrieben mit gelagerter und gedichteter Eingangswelle wird die zusätzliche Reduzierung des Wirkungsgrads durch den Korrekturwert $\eta_e$ berücksichtigt.

## Berechnungsbeispiel:

Produkt: CSG-25-100-CPH

- Eingangsdrehzahl: 1000 $min^{-1}$
- (Durchschnittliches) Lastmoment $T_{av}$: 75 Nm
- Nenndrehmoment $T_N$ (Katalogangabe): 87 Nm
- Fettschmierung mit Harmonic Drive® Schmierfett 4BNo.2
- Schmiermitteltemperatur: 20 °C

1. Berechnung des Drehmomentfaktors
   $V = T_{av}/T_N = 75/87 = 0,86$. (Für V > 1 ist K = 1)
2. Ablesen des Berechnungsfaktors K aus Diagramm Abbildung 2.4.27 K = 0,95
3. Ablesen des Wirkungsgrads aus Wirkungsgradkennlinie Abbildung 2.4.26: η = 62 %
4. Ablesen des Wirkungsgrad-Korrekturwerts aus Diagramm Abbildung 2.4.28: $\eta_e$= -4,5 %
5. Berechnung des lastabhängigen Wirkungsgrads
   $\eta_L = K \cdot (\eta + \eta_e) = 0,95 \cdot (62\ \% - 4,5\ \%) = 55\ \%$

Abbildung 2.4.27

**Berechnungsfaktor K**

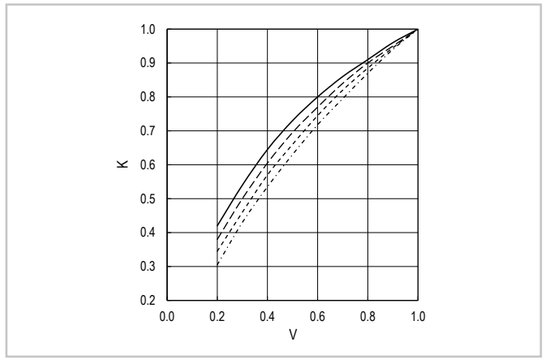
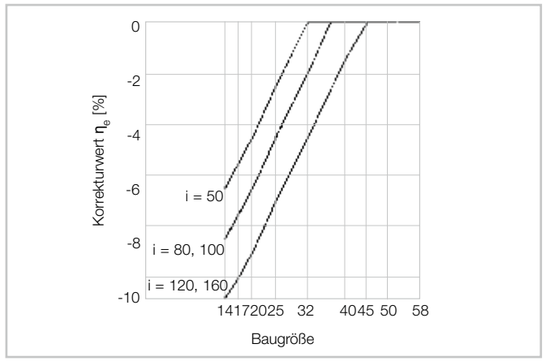



Abbildung 2.4.28

**Korrekturwert $\eta_e$**

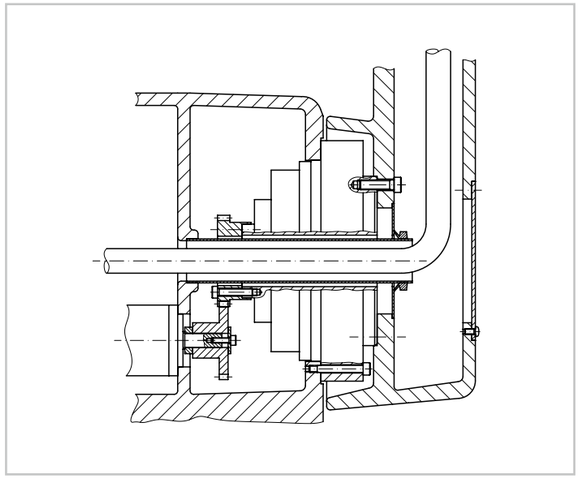



## • Kontinuierlicher Betrieb

Die Reibung der eingangsseitigen Radialwellendichtungen kann bei den Hohlwellengetrieben während des Betriebes zu einer zusätzlichen Temperaturerhöhung führen. Daher gilt für diese Produkte eine reduzierte „Grenze für mittlere Eingangsdrehzahl". Für den kontinuierlichen Betrieb bei Nenndrehzahl sollten die in Tabelle 2.4.24 genannten max. Betriebszeiten nicht überschritten werden.

Alternativ kann eine Konstruktion gemäß Abbildung 2.4.29 eingesetzt werden. Bei diesem Einsatzbeispiel wurden die eingangsseitigen (schnelllaufenden) Radialwellendichtungen entfernt. Einschränkungen bei der Einschaltdauer bestehen bei dieser Konstruktion nicht. Die Entfernung einer oder beider eingangsseitigen Radialwellendichtungen sollte nur dann vorgenommen werden, wenn Fett- bzw. Grundölaustritt erlaubt ist oder wenn dies durch die Einbaulage ausgeschlossen wird.

Abbildung 2.4.29



## • Maximal zulässige Betriebszeit bei kontinuierlichem Betrieb

Tabelle 2.4.24

**[min]**

| Betriebszeit | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| bei Betrieb ohne Last | 90 | 90 | 90 | 60 | 45 | 40 |
| bei Nenndrehmoment | 60 | 60 | 60 | 45 | 35 | 30 |

Die in Tabelle 2.4.24 genannten Daten gelten für:
- Umgebungstemperatur: 25 °C
- Eingangsdrehzahl: 2000 $min^{-1}$
- Max. Schmierstofftemperatur: 80 °C
- Befestigung des Getriebes an einer Platte mit folgenden Abmessungen:
  Plattenhöhe: 330 mm
  Plattendicke: 15 mm für Baugröße ≤ 32
  30 mm für Baugröße ≥ 40
- Plattenmaterial: Stahl
- Ein zusätzlicher Abtriebsflansch ist nicht montiert.

## • Montage der Eingangswelle CSG-CPH

Tabelle 2.4.25

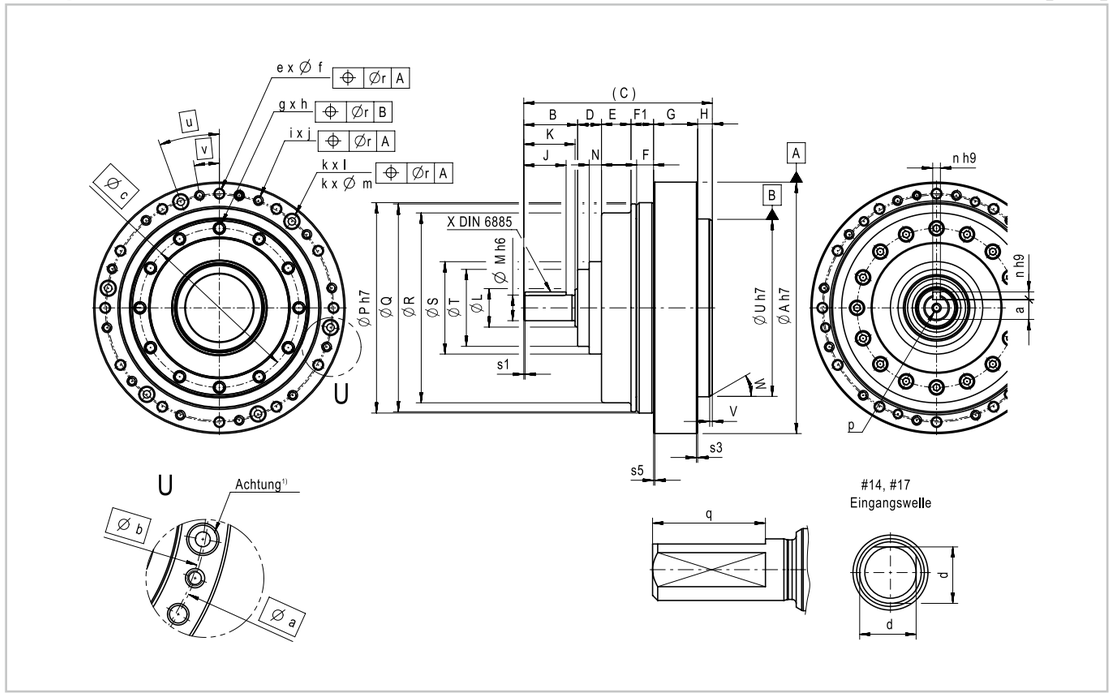
| | [Einheit] | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| Anzahl der Schrauben | | 3 | 3 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M3 | M3 | M3 | M4 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,30 | 2,30 | 2,30 | 2,30 | 2,30 | 5,29 |

# Technische Daten CSG-CPS

## • Abmessungen

Abbildung 2.4.30

**CSG-CPS [mm]**




¹⁾ Senkbohrung nur für Motoradaption, nicht für Last nutzen!

Tabelle 2.4.26

**CSG-CPS [mm]**

| Symbol | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| ØA h7 | 78 | 88 | 98 | 116 | 148 | 180 |
| B | 15 | 17 | 21 | 26 | 26 | 31 |
| C | 55,0 | 61,5 | 73,5 | 86,5 | 100,5 | 117,5 |
| D | 7,5 | 8,0 | 9,3 | 10,3 | 11,3 | 11,8 |
| E | 9,8 | 9,8 | 11,5 | 15,0 | 20,0 | 24,5 |
| F | 4,0 | 6,0 | 6,6 | 7,5 | 9,5 | 10,0 |
| F1 | 5,7 | 8,2 | 8,8 | 9,7 | 12,7 | 13,7 |
| G | 12,0 | 13,5 | 17,2 | 19,0 | 24,0 | 29,0 |
| H | 5,0 | 5,0 | 5,7 | 6,5 | 6,5 | 7,5 |
| J | - | - | 16,5 | 22,5 | 22,5 | 27,5 |
| K | 14 | 16 | 20 | 25 | 25 | 30 |
| ØL | 8 | 10 | 15 | 17 | 20 | 30 |
| ØM h6 | 6 | 8 | 10 | 14 | 14 | 16 |
| N | 5,5 | 4,5 | 4,8 | 6,1 | 7,3 | 4,3 |
| ØP h7 | 60 | 72 | 82 | 96 | 125 | 154 |
| ØQ | 59,5 | 71,5 | 81,0 | 95,0 | 124,0 | 153,0 |
| ØR | 53 | 64 | 74 | 89 | 116 | 142 |
| ØS | 24 | 28 | 36 | 42 | 52 | 65 |
| ØT | 20 | 22 | 30 | 34 | 43 | 57 |
| ØU h7 | 49 | 59 | 69 | 84 | 110 | 132 |
| V | 0,4 | 0,4 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| W [ ° ] | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| X DIN 6885 | - | - | A 3x3x16 | A 5x5x22 | A 5x5x22 | A 5x5x25 |
| Øa | 68 | 80 | 89 | 105 | 135 | 168 |
| Øb | 68 | 78 | 88 | 105 | 135 | 165 |
| Øc | 43 | 52 | 62 | 76 | 96 | 118 |
| d | 5,5 | 7,5 | - | - | - | - |
| e | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Øf | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 4,5 | 5,5 | 6,6 |
| g | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| h | M3x6 | M4x8 | M4x8 | M5x10 | M6x10 | M8x14 |
| i | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| j | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M6 |
| k | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| l | Ø5,5x3 | Ø5,5x3 | Ø5,5x3 | Ø6,5x3,4 | Ø8x4,4 | Ø10x6 |
| Øm | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 3,4 | 4,5 | 5,5 |
| n h9 | - | - | 3 | 5 | 5 | 5 |
| o | - | - | $8{,}2\ ^{0}_{-0{,}1}$ | $11\ ^{0}_{-0{,}1}$ | $11\ ^{0}_{-0{,}1}$ | $13\ ^{0}_{-0{,}1}$ |
| p | - | - | M3x6 | M5x10 | M5x10 | M5x10 |
| q | 11 | 12 | - | - | - | - |
| Ør | 0,25 | 0,25 | 0,30 | 0,30 | 0,40 | 0,50 |
| s1 | 0,5x45 ° | 0,50x45 ° | 0,5x45 ° | 0,5x45 ° | 0,5x45 ° | 0,5x45 ° |
| s3 | 0,4x45 ° | 0,40x45 ° | 0,5x45 ° | 0,5x45 ° | 0,5x45 ° | 0,5x45 ° |
| s5 | 0,4x45 ° | 0,40x45 ° | 0,5x45 ° | 0,5x45 ° | 0,5x45 ° | 0,5x45 ° |
| u [ ° ] | 30 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| v [ ° ] | 15 | 10 | 10 | 8 | 10 | 10 |

CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

## • Lastfreies Anlaufdrehmoment

Tabelle 2.4.27 **[Ncm]**

| Untersetzung | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| 50 | 5,7 | 9,7 | 14,0 | 22,0 | 41,0 | 72,0 |
| 80 | 4,4 | 7,2 | 11,0 | 15,0 | 29,0 | 52,0 |
| 100 | 3,7 | 6,5 | 9,9 | 14,0 | 27,0 | 47,0 |
| 120 | - | 6,2 | 9,3 | 13,0 | 24,0 | 44,0 |
| 160 | - | - | 8,6 | 12,0 | 23,0 | 39,0 |

## • Lastfreies Rückdrehmoment

Tabelle 2.4.28 **[Nm]**

| Untersetzung | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| 50 | 3,4 | 5,8 | 8,4 | 13,0 | 25,0 | 43,0 |
| 80 | 4,2 | 6,9 | 10,0 | 15,0 | 28,0 | 50,0 |
| 100 | 4,5 | 7,8 | 12,0 | 17,0 | 33,0 | 56,0 |
| 120 | - | 8,9 | 13,0 | 19,0 | 34,0 | 63,0 |
| 160 | - | - | 17,0 | 23,0 | 43,0 | 75,0 |

## • Eingangslagerung

Die Eingangswelle der Getriebe CSG-CPS ist mit zwei Rillenkugellagern gelagert. Abbildung 2.4.31 zeigt die Kraftangriffspunkte der in Tabelle 2.4.29 und Abbildung 2.4.32 dargestellten max. zulässigen Radial- und Axialkräfte. Beispiel: Wenn die Eingangswelle eines Getriebes CSG-40-CPS mit einer Axialkraft von 500 N vorgespannt ist, beträgt die max. zulässige Radialkraft 430 N, siehe Abbildung 2.4.32.

Die hier dargestellten Maximalwerte gelten für eine durchschnittliche Eingangsdrehzahl von 2000 $min^{-1}$ und eine mittlere Lagerlebensdauer von $L_{10}$ = 10.000 h.

Tabelle 2.4.29

| | Symbol [Einheit] | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| Abstand | B [mm] | 7 | 8 | 10 | 12,5 | 12,5 | 15 |
| Maximal zulässige Radialkraft | $F_r$ [N] | 118 | 145 | 232 | 342 | 567 | 825 |

Abbildung 2.4.31

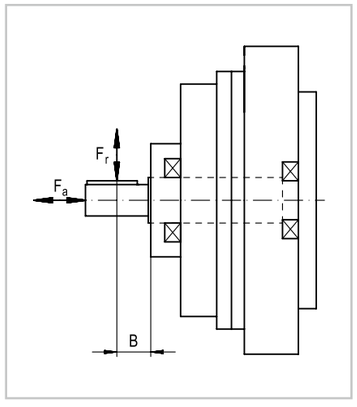
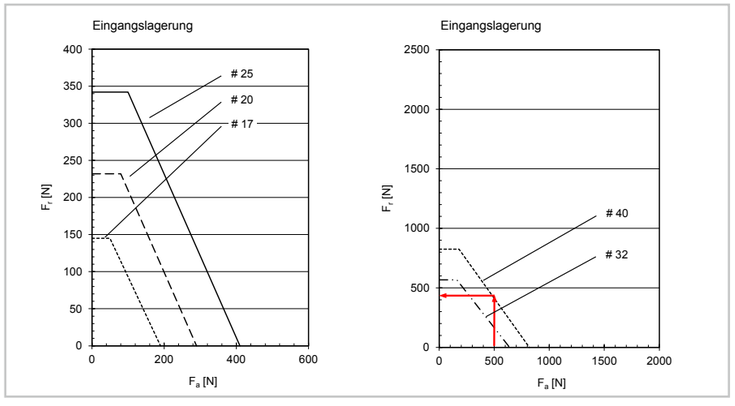


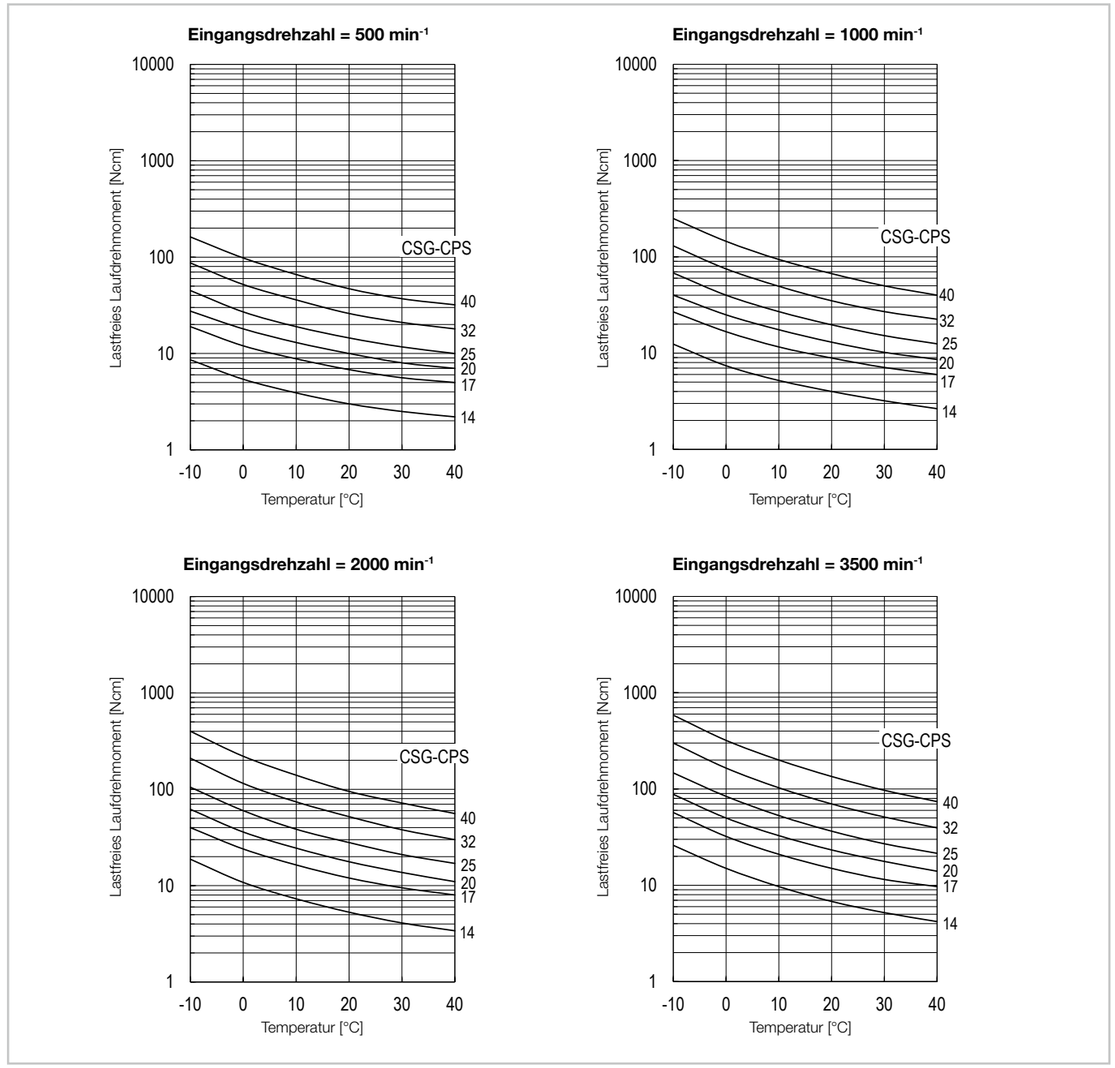

Abbildung 2.4.32




## • Lastfreies Laufdrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett 4BNo.2.

Abbildung 2.4.33




### Korrekturwerte für lastfreies Laufdrehmoment

Beim Einsatz von Getrieben mit Untersetzungen i ≠ 100 sind die aus den Kurven abgelesenen Daten um die folgenden Werte zu korrigieren.

Tabelle 2.4.30 **[Ncm]**

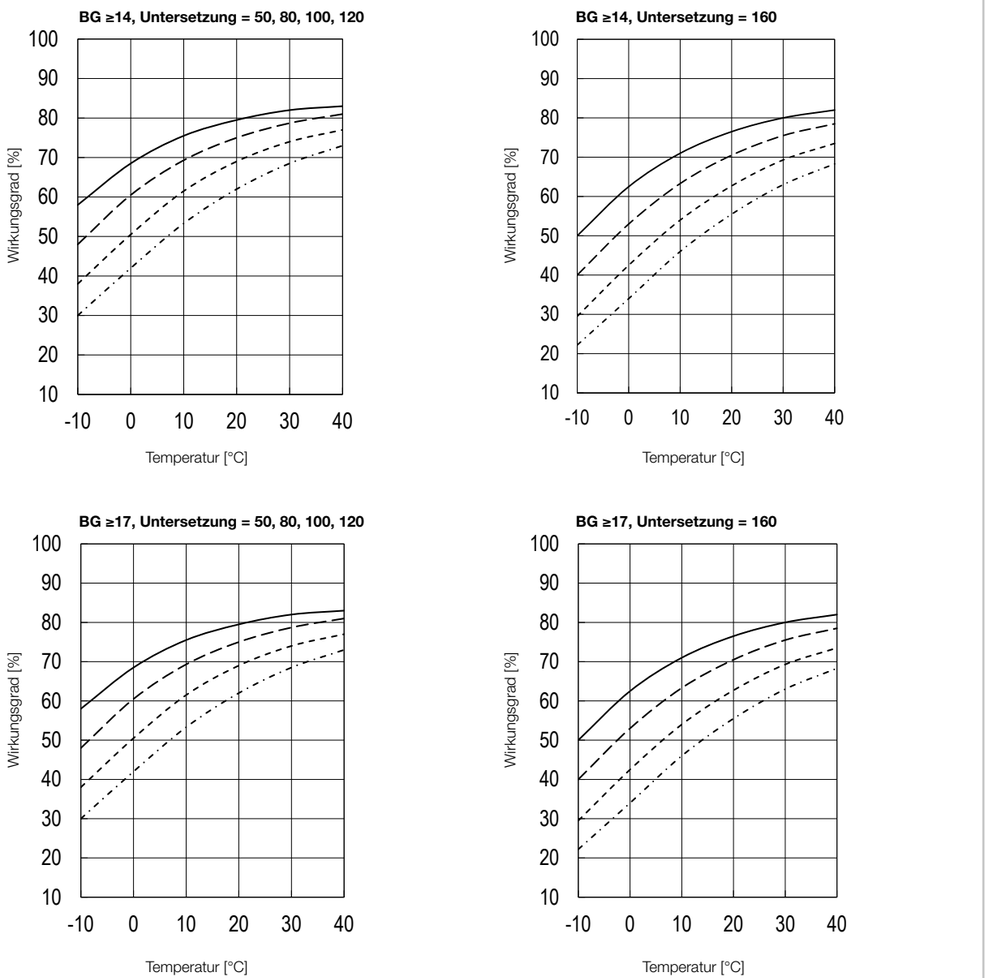
| Untersetzung | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| 50 | 1,1 | 1,8 | 2,6 | 4,2 | 8,0 | 13,3 |
| 80 | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 0,8 | 1,5 | 2,4 |
| 120 | - | -0,2 | -0,4 | -0,6 | -1,1 | -1,7 |
| 160 | - | - | -0,8 | -1,3 | -2,5 | -4,0 |

- Wirkungsgrad

## Wirkungsgrad für Fettschmierung bei Nenndrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett 4BNo.2.

Abbildung 2.4.34




n = 500 min$^{-1}$ n = 1000 min$^{-1}$ n = 2000 min$^{-1}$ n = 3500 min$^{-1}$

## Wirkungsgradberechnung

Die Wirkungsgradberechnung der Getriebe CSG-CPS erfolgt nach dem gleichen Schema wie bei den Getrieben CSG-CPH.

Abbildung 2.4.35 **Berechnungsfaktor K**

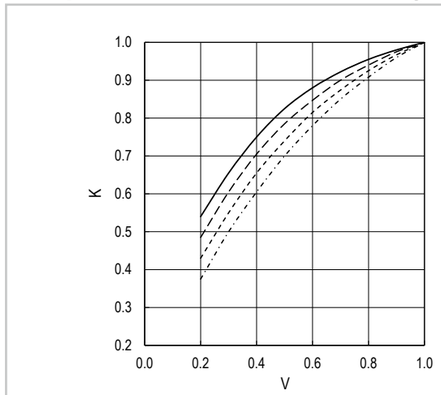
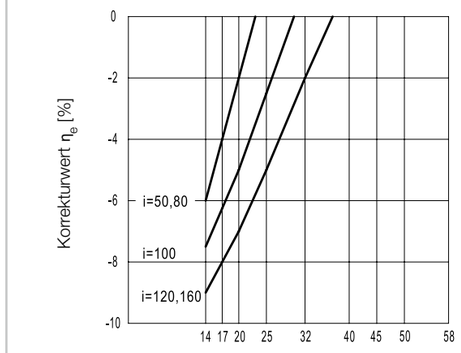



Abbildung 2.4.36 **Korrekturwert $\eta_e$**




- Verwendete Materialien und Beschichtungen

Tabelle 2.4.31

| Version | CSG-CPM | CSG-CPH | CSG-CPS |
|---|---|---|---|
| Abtriebslager | Blanker Stahl | | |
| Circular Spline | Grauguss | | |
| Flexspline | Blanker Stahl | | |
| Wave Generator (Hohlwelle bei CSG-CPH) | Blanker Stahl | Blanker Stahl | Blanker Stahl |
| Eingangswelle | x | x | Nicht rostender Stahl |
| Gehäuseflansch | x | Blanker Stahl | Blanker Stahl |
| Adapterflansch[1)] | Hochfestes, blankes Aluminium oder blanker Stahl | x | x |
| Schrauben | Kein Korrosionsschutz | | |

x nicht vorhanden in der Version
1) Falls von Harmonic Drive SE geliefert
2) kein Korrosionsschutz

Optionale Materialien und Beschichtungen sind bei Harmonic Drive SE anzufragen.

# Schmierung

## • Fettschmierung

Die Getriebe mit Abtriebslager CSG-CPM/H/S werden vollständig gefettet geliefert. Sie sind werkseitig mit einer Lebensdauerfettschmierung versehen. Wir empfehlen den Einsatz der in Tabelle 2.4.32 genannten Schmierfette. Das Abtriebslager ist mit Harmonic Drive® Schmierfett 4BNo.2 gefettet.

Tabelle 2.4.32

| Untersetzung | Harmonic Drive® Schmierfett | Baugröße | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 ... 40 |
| 50 ... 160 | Flexolub®-A1 | - | - | - |
| | SK-1A | - | - | Δ |
| | SK-2 | Δ | Δ | - |
| | 4BNo.2 | O | O | O |

O Standard-Schmierfett
□ Empfohlen bei sehr hoher Last bzw. sehr hohen Anforderungen an die Lebensdauer des Schmierfetts
Δ Optionales Schmierfett, bitte Rücksprache

## • Ölschmierung

Harmonic Drive® Getriebe mit Abtriebslager mit Ölschmierung sind kundenspezifische Sonderanfertigungen. Schmierung und Nachschmierung werden individuell festgelegt. Nähere Informationen finden Sie im Kapitel Projektierung.



## Produktbeschreibung

# Kompaktes und leichtes Präzisionsgetriebe

Die Getriebe der Baureihe CSD-2UH/2UF bestehen aus einem kurzbauenden CSD Getriebe-Einbausatz sowie einem kippsteifen, beschichteten Abtriebslager. Sie zeichnen sich durch eine kurze Bauform, geringstes Gewicht sowie exzellenten Korrosionsschutz aus.

## Merkmale

- Kürzeste Bauform
- Geringstes Gewicht
- Integriertes kippsteifes Abtriebslager
- Optional mit Hohlwelle
- Direkter Motoranbau möglich



### CSD-2UH

Getriebe für den direkten Motoranbau mit kleinem Außendurchmesser



### CSD-2UF

Kurzbauendes Hohlwellengetriebe mit integriertem Abtriebslager mit höchster Tragfähigkeit

## Bestellbezeichnung

Tabelle 2.5.1

| Bestellbezeichnung | CSD | - | 25 | - | 100 | - | 2UH | - | SP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baureihe** | | | | | | | | | |
| **Baugröße/Produktgeneration** (entspricht dem Teilkreisdurchmesser der Flexspline-Verzahnung in Zoll x 10) | | | 14<br>17<br>20<br>25<br>32<br>40<br>50 | | | | | | |
| **Untersetzung** (in der Antriebskonfiguration: Circular Spline (CS) fixiert, Wave Generator (WG) Antrieb, Flexspline (FS) Abtrieb) | | | | | 50<br>80<br>100<br>120<br>160 | | | | |
| **Version** Getriebe für direkten Motoranbau mit kleinen Außendurchmesser<br>Kurzbauendes Hohlwellengetriebe mit integriertem Abtriebslager | | | | | | | 2UH<br>2UF | | |
| **Kundenspezifische Ausführung**<br>Standardausführung (Feld bleibt leer)<br>Sonderausführung (auf Anfrage) | | | | | | | | | [ ]<br>SP |

Bitte beachten Sie die Tabelle der möglichen Kombinationen.

## Kombinationen

Tabelle 2.5.2

**CSD-2UH**

| | | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| Untersetzung | 50 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 80 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 100 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 120 | - | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 160 | - | - | ● | ● | ● | ● | ● |

Tabelle 2.5.3

**CSD-2UF**

| | | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| Untersetzung | 50 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 80 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 100 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 120 | - | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 160 | - | - | ● | ● | ● | ● |

● verfügbar o auf Anfrage - nicht verfügbar

# Technische Daten

## • Leistungsdaten

Tabelle 2.5.4

| Baugröße | Untersetzung | Grenze für wiederholbares Spitzendrehmoment | Grenze für Durchschnittsdrehmoment | Nenndrehmoment bei 2000 min$^{-1}$ | Grenze für Kollisionsdrehmoment | Max. Eingangsdrehzahl | Grenze für mittlere Eingangsdrehzahl | Massenträgheitsmoment | Gewicht | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | i | $T_R$ [Nm] | $T_A$ [Nm] | $T_N$ [Nm] | $T_M$ [Nm] | [min$^{-1}$] | [min$^{-1}$] | [kgm$^2$] | [kg] 2UH | [kg] 2UF |
| 14 | 50 | 12,0 | 4,8 | 3,7 | 24,0 | 8500 | 3500 | 0,021x10$^{-4}$ | 0,35 | 0,50 |
| | 80 | 16,0 | 7,7 | 5,4 | 35,0 | | | | | |
| | 100 | 19,0 | 7,7 | 5,4 | 35,0 | | | | | |
| 17 | 50 | 23 | 18 | 11 | 48 | 7300 | 3500 | 0,054x10$^{-4}$ | 0,46 | 0,66 |
| | 80 | 29 | 19 | 15 | 61 | | | | | |
| | 100 | 37 | 27 | 16 | 71 | | | | | |
| | 120 | 37 | 27 | 16 | 71 | | | | | |
| 20 | 50 | 39 | 24 | 17 | 69 | 6500 | 3500 | 0,090x10$^{-4}$ | 0,65 | 0,94 |
| | 80 | 51 | 33 | 24 | 89 | | | | | |
| | 100 | 57 | 34 | 28 | 95 | | | | | |
| | 120 | 60 | 34 | 28 | 95 | | | | | |
| | 160 | 64 | 34 | 28 | 95 | | | | | |
| 25 | 50 | 69 | 38 | 27 | 127 | 5600 | 3500 | 0,282x10$^{-4}$ | 1,20 | 1,70 |
| | 80 | 96 | 60 | 44 | 179 | | | | | |
| | 100 | 110 | 75 | 47 | 184 | | | | | |
| | 120 | 117 | 75 | 47 | 204 | | | | | |
| | 160 | 123 | 75 | 47 | 204 | | | | | |
| 32 | 50 | 151 | 75 | 53 | 268 | 4800 | 3500 | 1,090x10$^{-4}$ | 2,40 | 3,30 |
| | 80 | 213 | 117 | 83 | 398 | | | | | |
| | 100 | 233 | 151 | 96 | 420 | | | | | |
| | 120 | 247 | 151 | 96 | 445 | | | | | |
| | 160 | 261 | 151 | 96 | 445 | | | | | |
| 40 | 50 | 281 | 137 | 96 | 480 | 4000 | 3000 | 2,850x10$^{-4}$ | 3,60 | 5,70 |
| | 80 | 364 | 198 | 144 | 686 | | | | | |
| | 100 | 398 | 260 | 185 | 700 | | | | | |
| | 120 | 432 | 315 | 205 | 765 | | | | | |
| | 160 | 453 | 316 | 206 | 765 | | | | | |
| 50[1)] | 50 | 500 | 247 | 172 | 1000 | 3500 | 2500 | 8,610x10$^{-4}$ | 6,90 | - |
| | 80 | 659 | 363 | 260 | 1300 | | | | | |
| | 100 | 686 | 466 | 329 | 1440 | | | | | |
| | 120 | 756 | 569 | 370 | 1565 | | | | | |
| | 160 | 823 | 590 | 370 | 1715 | | | | | |

[1)] Nur verfügbar für Version CSD-2UH

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

Abbildung 2.5.1 **CSD-2UH**

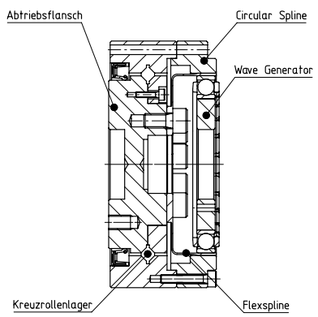
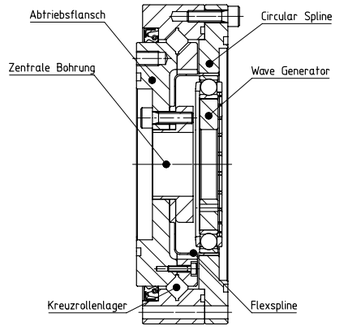



Abbildung 2.5.2 **CSD-2UF**






## • Abmessungen

Abbildung 2.5.3 **CSD-2UH [mm]**

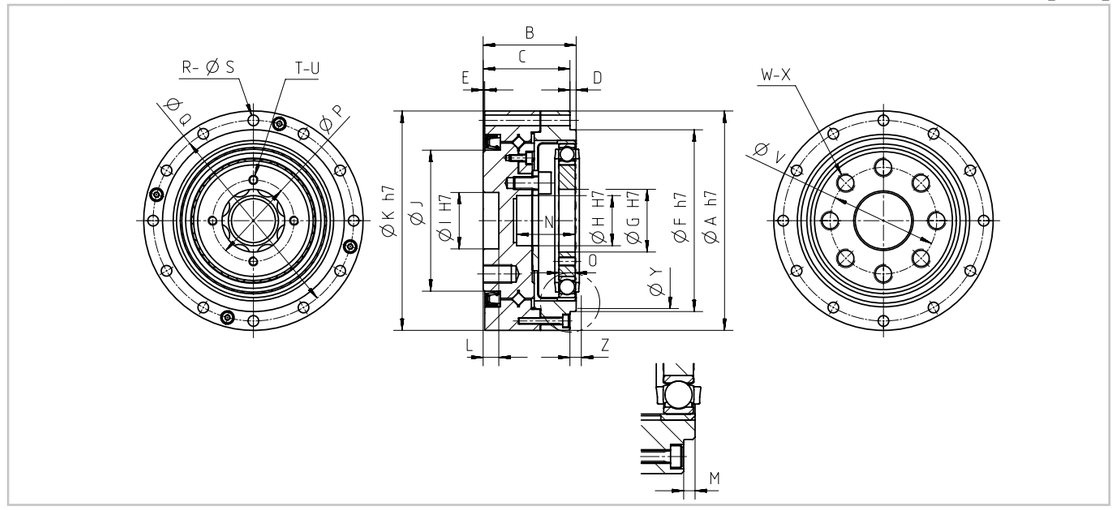



Tabelle 2.5.5 **CSD-2UH [mm]**

| | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| ØA h7 | 55 | 62 | 70 | 85 | 112 | 126 | 157 |
| B | 25,0 | 26,5 | 29,7 | 37,1 | 43,0 | 51,7 | 62,5 |
| C | 23,0 | 24,5 | 27,7 | 34,1 | 40,0 | 47,7 | 58,5 |
| D | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| E | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| ØF h7 | 42,5 | 49,5 | 58,0 | 73,0 | 96,0 | 108,5 | 136,0 |
| ØG H7 | 11 | 15 | 20 | 24 | 32 | 40 | 50 |
| ØH H7 | 11 | 11 | 16 | 20 | 30 | 32 | 44 |
| ØI H7 | 12 | 14 | 18 | 24 | 32 | 36 | 48 |
| ØJ | 31 | 38 | 45 | 58 | 78 | 90 | 112 |
| ØK h7 | 55 | 62 | 70 | 85 | 112 | 126 | 157 |
| L | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,5 | 5,5 | 6,0 | 7,0 |
| M | 1,7 $^{0}_{-0,2}$ | 1,7 $^{0}_{-0,2}$ | 1,7 $^{0}_{-0,2}$ | 2,6 $^{0}_{-0,2}$ | 2,5 $^{0}_{-0,2}$ | 3,4 $^{0}_{-0,2}$ | 3,2 $^{0}_{-0,2}$ |
| N | 14,8 | 16,3 | 18,8 | 23,7 | 30,6 | 36,5 | 44,3 |
| O | 4,0 $^{0}_{-0,1}$ | 5,0 $^{0}_{-0,1}$ | 5,2 $^{0}_{-0,1}$ | 6,3 $^{0}_{-0,1}$ | 8,6 $^{0}_{-0,1}$ | 10,3 $^{0}_{-0,1}$ | 12,7 $^{0}_{-0,1}$ |
| ØP (PCD) | 17 | 21 | 26 | 30 | 40 | 50 | 60 |
| ØQ (PCD) | 49,0 | 56,0 | 64,0 | 79,0 | 104,0 | 117,5 | 147,0 |
| R | 6 | 10 | 12 | 18 | 18 | 18 | 22 |
| ØS | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 4,5 | 5,5 | 6,6 |
| T | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| U | M3 | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M6 |
| ØV (PCD) | 25 | 27 | 34 | 42 | 57 | 72 | 88 |
| W | 10 | 8 | 8 | 8 | 10 | 10 | 10 |
| X | M3x7 | M5x8 | M6x9 | M8x12 | M8x12 | M10x15 | M12x18 |
| ØY | 38 | 45 | 53 | 66 | 86 | 106 | 133 |
| Z | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 4,5 | 5,0 | 6,5 | 7,5 |

CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

Abbildung 2.5.4

**CSD-2UF [mm]**

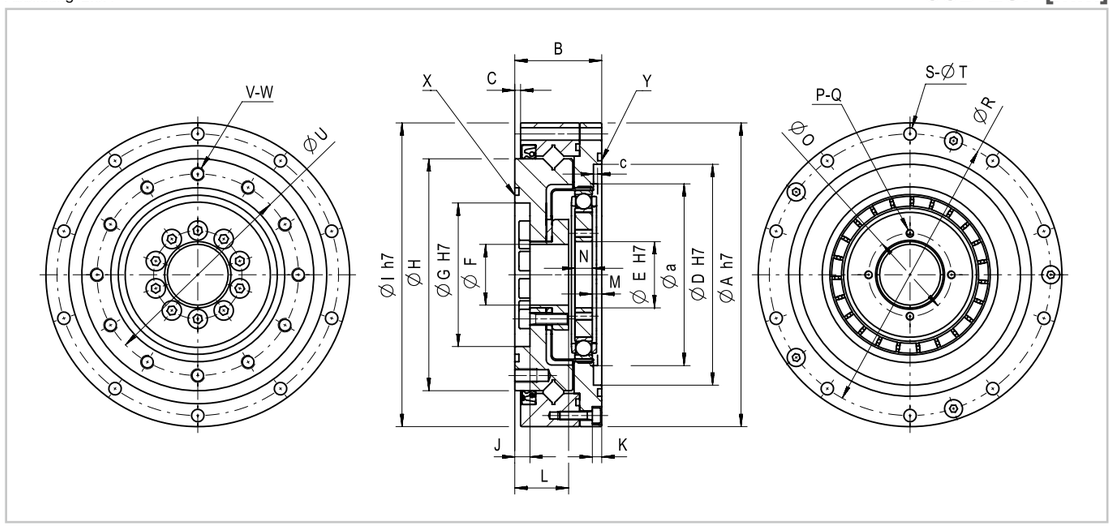



Tabelle 2.5.6

**CSD-2UF [mm]**

| | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| ØA h7 | 70 | 80 | 90 | 110 | 142 | 170 |
| B | 22,0 | 22,7 | 26,8 | 31,5 | 37,0 | 45,0 |
| C | 0,5 | 0,5 | 2,3 | 2,1 | 2,8 | 6,5 |
| ØD H7 | 48 | 56 | 64 | 80 | 106 | 132 |
| ØE H7 | 11 | 15 | 20 | 24 | 32 | 40 |
| ØF | 9 | 9 | 18 | 22 | 29 | 37 |
| ØG H7 | 30 | 34 | 40 | 52 | 70 | 80 |
| ØH | 49 | 59 | 69 | 84 | 110 | 132 |
| Ø I h7 | 70 | 80 | 90 | 110 | 142 | 170 |
| J | 4,9 | 5,4 | 4,8 | 5,5 | 6,0 | 7,0 |
| K | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| L | 12,9 | 13,4 | 16,8 | 19,5 | 22,0 | 27,0 |
| M | 2,8 $^{+0,2}_{0}$ | 2,8 $^{+0,2}_{0}$ | 2,8 $^{+0,2}_{0}$ | 3,4 $^{+0,2}_{0}$ | 3,5 $^{+0,2}_{0}$ | 3,6 $^{+0,2}_{0}$ |
| N | 4,0 $^{0}_{-0,1}$ | 5,0 $^{0}_{-0,1}$ | 5,2 $^{0}_{-0,1}$ | 6,3 $^{0}_{-0,1}$ | 8,6 $^{0}_{-0,1}$ | 10,3 $^{0}_{-0,1}$ |
| ØO (PCD) | 17 | 21 | 26 | 30 | 40 | 50 |
| P | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Q | M3 | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 |
| ØR (PCD) | 64 | 74 | 84 | 102 | 132 | 158 |
| S | 6 | 8 | 8 | 10 | 10 | 10 |
| ØT | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 4,5 | 5,5 | 6,6 |
| ØU (PCD) | 42 | 50 | 60 | 73 | 96 | 116 |
| V | 8 | 10 | 8 | 8 | 8 | 12 |
| W | M3x5 | M3x6 | M4x8 | M5x8 | M6x10 | M6x10 |
| X | 34,5x0,8 | 38,0x1,2 | S48 | S60 | S80 | S100 |
| Y | 49,0x1,5 | 59,4x1,2 | S70 | S85 | S115 | S140 |
| Øa | 38 | 45 | 53 | 66 | 86 | 106 |
| c | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 2,5 |

CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

## • Genauigkeit

Tabelle 2.5.7

**[arcmin]**

| | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | | 17 | | 20 ... 50 | |
| Untersetzung | 50 | >50 | 50 | >50 | 50 | >50 |
| Übertragungsgenauigkeit | <1,5 | | <1,5 | | <1,0 | |
| Hystereseverlust | <2,5 | <2,0 | <2,0 | <1,0 | <2,0 | <1,0 |

## • Torsionssteifigkeit

Tabelle 2.5.8

| | Symbol [Einheit] | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| Grenzdrehmomente | $T_1$ [Nm] | 2,0 | 3,9 | 7,0 | 14,0 | 29,0 | 54,0 | 108,0 |
| | $T_2$ [Nm] | 6,9 | 12,0 | 25,0 | 48,0 | 108,0 | 196,0 | 382,0 |
| i = 50 | $K_3$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,47 | 1,20 | 2,00 | 3,70 | 8,40 | 15,00 | 30,00 |
| | $K_2$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,37 | 0,88 | 1,30 | 2,70 | 6,10 | 11,00 | 21,00 |
| | $K_1$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,29 | 0,67 | 1,10 | 2,00 | 4,70 | 8,80 | 17,00 |
| i > 50 | $K_3$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,61 | 1,30 | 2,50 | 4,70 | 11,00 | 20,00 | 37,00 |
| | $K_2$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,44 | 0,94 | 1,70 | 3,70 | 7,80 | 14,00 | 29,00 |
| | $K_1$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,40 | 0,84 | 1,30 | 2,70 | 6,10 | 11,00 | 21,00 |

## • Lastfreies Anlaufdrehmoment

Tabelle 2.5.9

**CSD-2UH [Ncm]**

| Untersetzung | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| 50 | 4,4 | 6,7 | 8,9 | 16,0 | 32,0 | 55,0 | 102,0 |
| 80 | 3,2 | 4,4 | 5,7 | 10,0 | 22,0 | 36,0 | 68,0 |
| 100 | 2,8 | 3,8 | 5,1 | 9,1 | 20,0 | 32,0 | 60,0 |
| 120 | - | 3,6 | 4,5 | 8,2 | 17,0 | 29,0 | 56,0 |
| 160 | - | - | 3,9 | 7,2 | 15,0 | 26,0 | 47,0 |

Tabelle 2.5.10

**CSD-2UF [Ncm]**

| Untersetzung | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| 50 | 5,3 | 7,5 | 9,7 | 17,0 | 34,0 | 58,0 |
| 80 | 3,8 | 4,9 | 6,2 | 11,0 | 23,0 | 37,0 |
| 100 | 3,2 | 4,2 | 5,5 | 9,6 | 21,0 | 33,0 |
| 120 | - | 4,0 | 4,8 | 8,6 | 18,0 | 30,0 |
| 160 | - | - | 4,1 | 7,4 | 16,0 | 27,0 |

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Lastfreies Rückdrehmoment

Tabelle 2.5.11

**CSD-2UH [Nm]**

| Untersetzung | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| 50 | 2,9 | 4,3 | 5,2 | 9,5 | 19,0 | 33,0 | 61,0 |
| 80 | 2,9 | 4,1 | 5,7 | 10,0 | 21,0 | 35,0 | 66,0 |
| 100 | 3,5 | 4,6 | 6,0 | 11,0 | 23,0 | 38,0 | 71,0 |
| 120 | - | 5,1 | 6,4 | 12,0 | 24,0 | 41,0 | 78,0 |
| 160 | - | - | 7,4 | 13,0 | 30,0 | 48,0 | 89,0 |

Tabelle 2.5.12

**CSD-2UF [Nm]**

| Untersetzung | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| 50 | 3,3 | 4,7 | 5,6 | 10,0 | 20,0 | 34,0 |
| 80 | 3,3 | 4,5 | 6,1 | 10,0 | 22,0 | 36,0 |
| 100 | 3,9 | 5,0 | 6,4 | 11,0 | 24,0 | 39,0 |
| 120 | - | 5,6 | 6,8 | 12,0 | 25,0 | 42,0 |
| 160 | - | - | 7,8 | 14,0 | 31,0 | 49,0 |

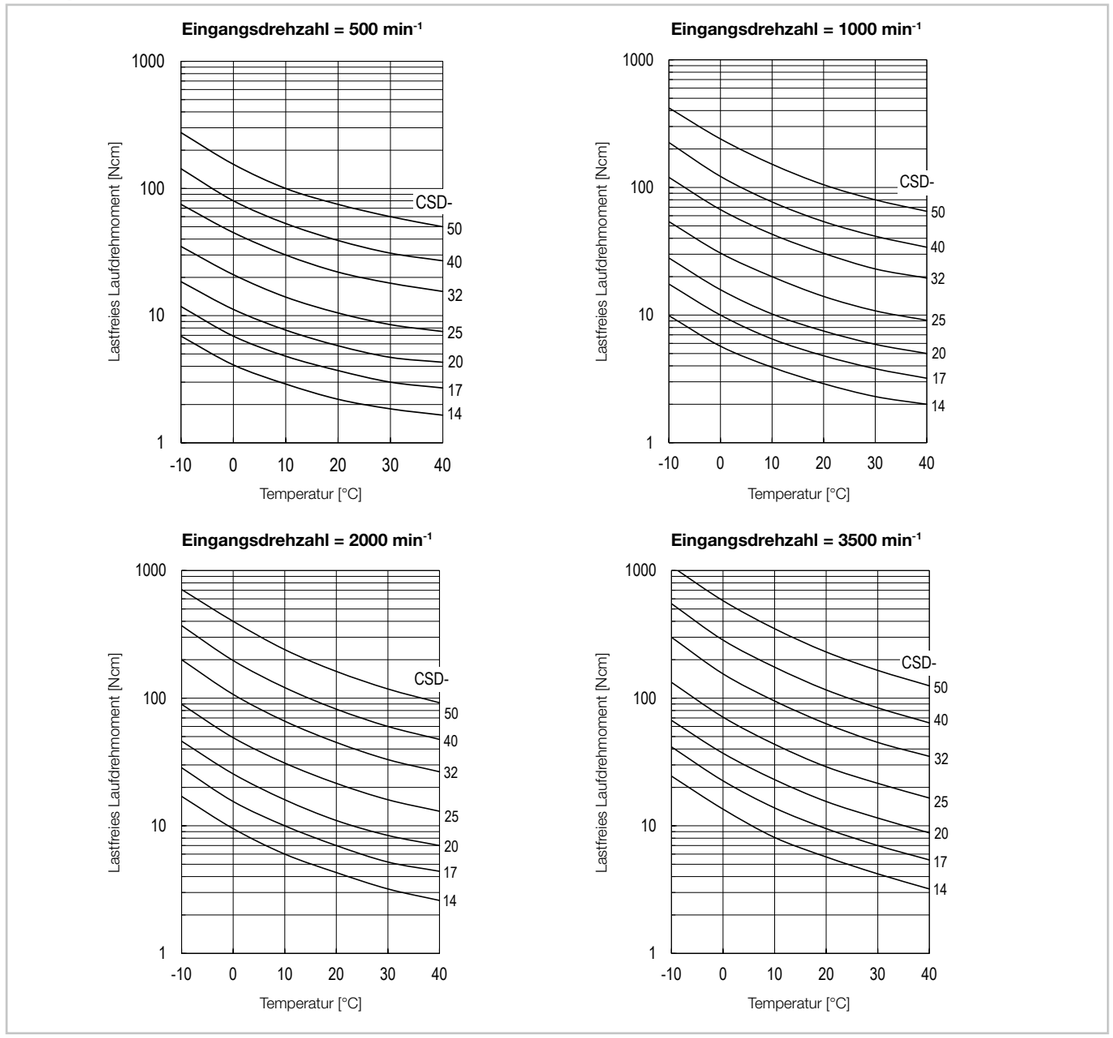
Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Lastfreies Laufdrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett SK-2 (Baugröße 14, 17) bzw. SK-1A (Baugröße ≥ 20).

Abbildung 2.5.5

**CSD-2UH**




### Korrekturwerte für lastfreies Laufdrehmoment

Beim Einsatz von Getrieben mit Untersetzungen i ≠ 100 sind die aus den Kurven abgelesenen Daten um die folgenden Werte zu korrigieren.

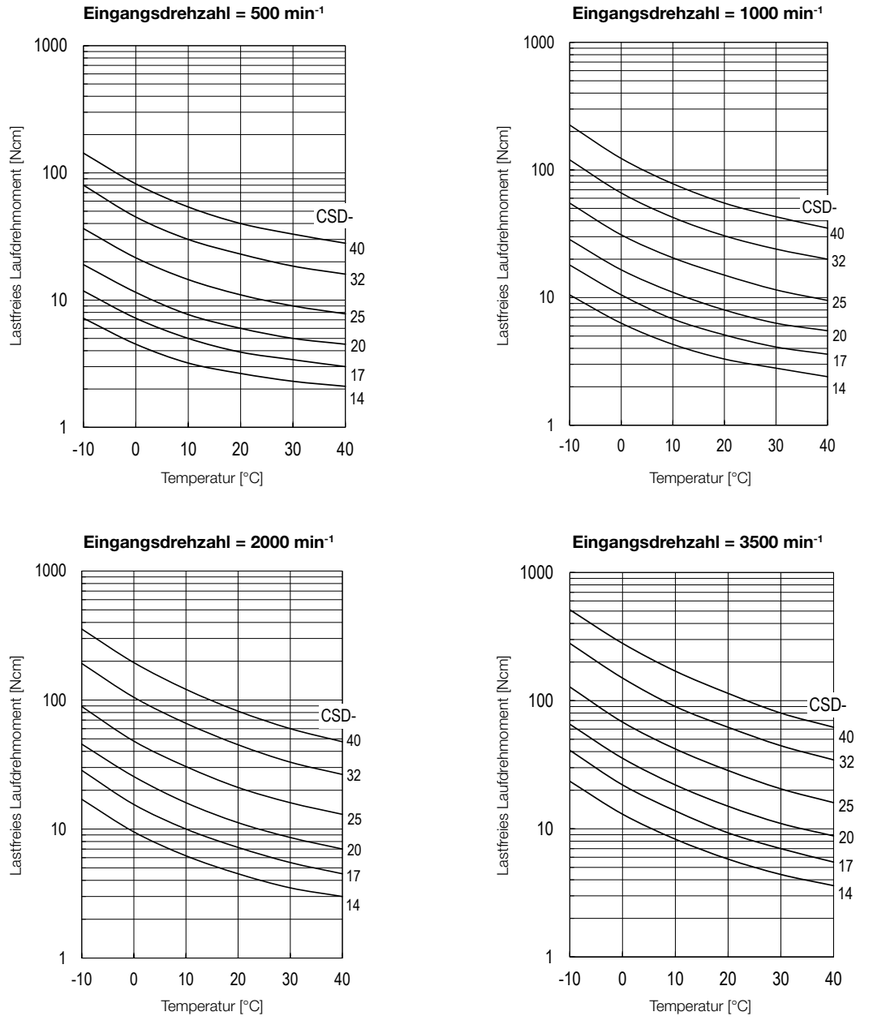
Tabelle 2.5.13

**[Ncm]**

| | | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| 2UH | 50 | 0,93 | 1,5 | 2,3 | 3,8 | 7,3 | 12 | 22 |
| | 80 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,7 | 1,3 | 2,1 | 3,8 |
| | 120 | - | -0,2 | -0,3 | -0,5 | -0,9 | -1,5 | -2,7 |
| | 160 | - | - | -0,7 | -1,2 | -2,2 | -3,6 | -6,4 |
| 2UF | 50 | 1,4 | 1,8 | 2,6 | 4,3 | 8,2 | 14 | - |
| | 80 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,8 | 1,5 | 2,5 | - |
| | 120 | - | -0,3 | -0,4 | -0,6 | -1,1 | -1,8 | - |
| | 160 | - | - | -0,84 | -1,3 | -2,5 | -4,2 | - |

Abbildung 2.5.6

**CSD-2UF**



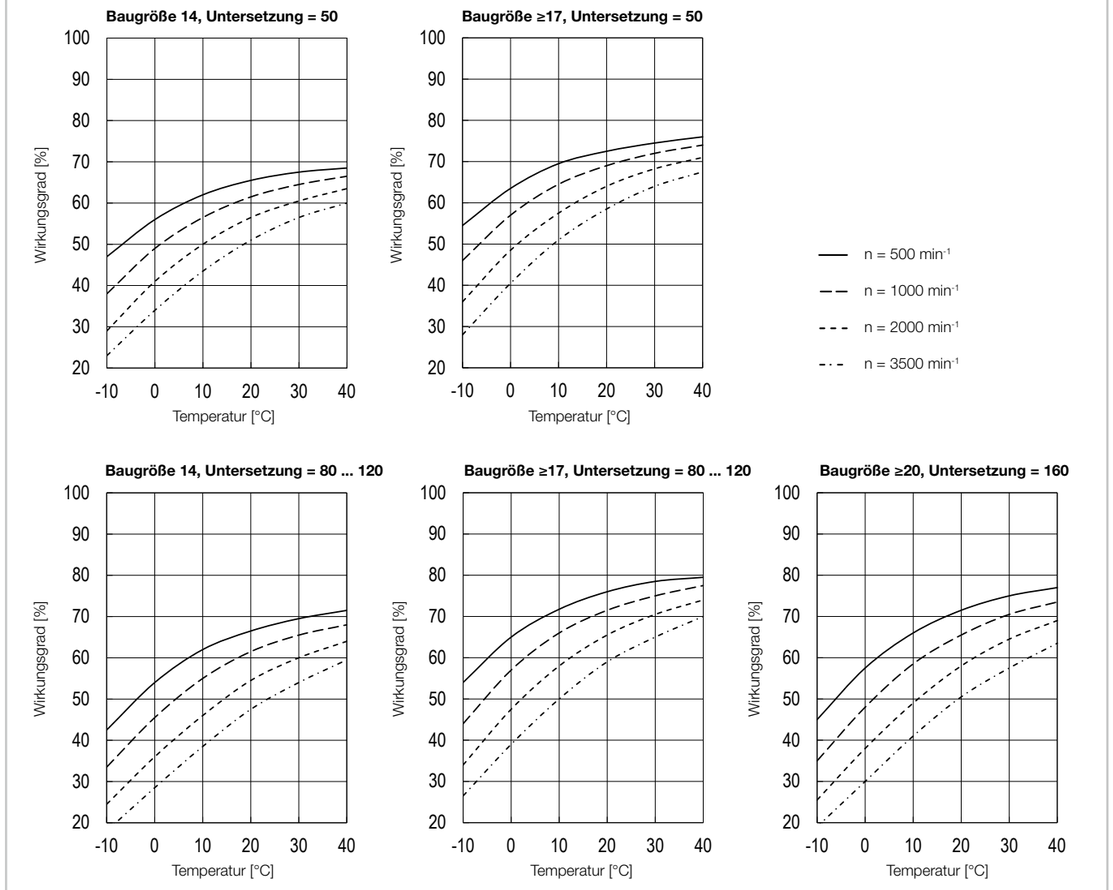

- Wirkungsgrad

## Wirkungsgrad für Fettschmierung bei Nenndrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett SK-2 (Baugröße 14, 17) bzw. SK-1A (Baugröße ≥20).

Abbildung 2.5.7

**CSD-2UH**

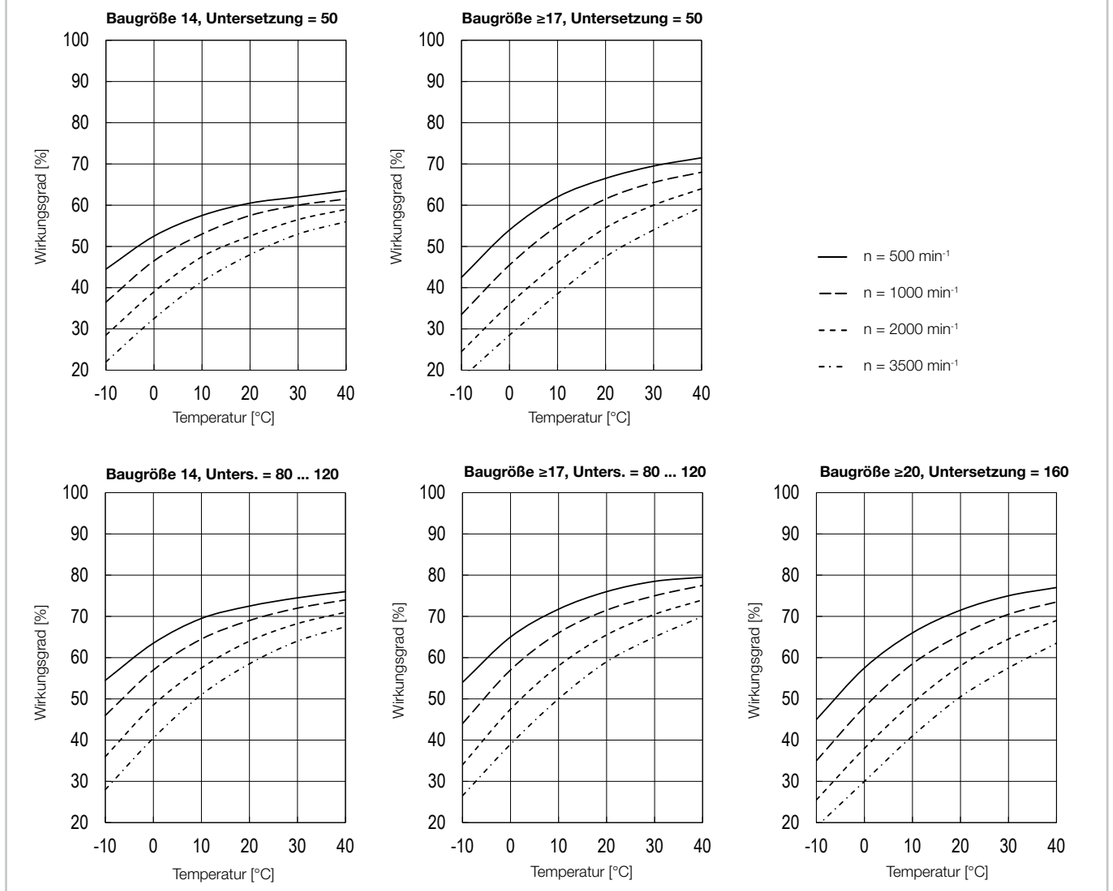



Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## Wirkungsgrad für Fettschmierung bei Nenndrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett SK-2 (Baugröße 14, 17) bzw. SK-1A (Baugröße ≥20).

Abbildung 2.5.8 **CSD-2UF**




Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## Wirkungsgradberechnung

Der Wirkungsgrad hängt von folgenden Parametern ab: Untersetzung, Eingangsdrehzahl, Lastmoment, Temperatur, Schmierstoff und Schmierstoffmenge. Wenn das Lastmoment kleiner als das Nennmoment ist, ergibt sich ein kleinerer Wirkungsgrad als in den Wirkungsgradkennlinien angegeben. Der drehmomentspezifische Wirkungsgrad wird mittels des Berechnungsfaktors K ermittelt.

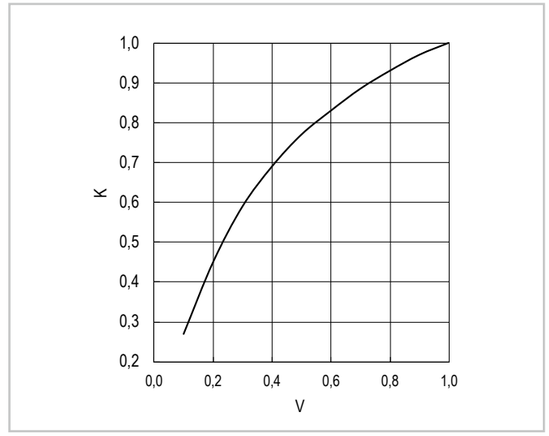
### Berechnungsbeispiel

Produkt: CSD-20-80-2UH

- Eingangsdrehzahl: 1000 $min^{-1}$
- (Durchschnittliches) Lastmoment $T_{av}$: 20 Nm
- Nenndrehmoment $T_N$ (Katalogangabe): 24 Nm
- Fettschmierung mit Harmonic Drive® Schmierfett SK-1A, Schmiermitteltemperatur: 20 °C.

1. Berechnung des Drehmomentfaktors
   $V = T_{av}/T_N = 20/24 = 0,83$ (Für V > 1 ist K = 1)
2. Ablesen des Berechnungsfaktors K aus Diagramm Abbildung 2.5.9: K = 0,93
3. Ablesen des Wirkungsgrads aus Wirkungsgrad-kennlinie Abbildung 2.5.7: η = 72 %
4. Berechnung des lastabhängigen Wirkungsgrads
   $\eta_L = 72\ \% \cdot 0,93 = 67\ \%$

Abbildung 2.5.9 **Berechnungsfaktor K**




## Korrekturwert für Wirkungsgrad

Beim Einsatz eingangsseitiger Stützlager und Radialwellendichtungen sind die folgenden Korrekturwerte für den Wirkungsgrad zu berücksichtigen.

Tabelle 2.5.14 **CSD-2UH [%]**

| | | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| Untersetzung | 50 | 0 | 3,0 | 2,4 | -0,3 | -1,4 | -1,4 | -2,4 |
| | 80 | 3,1 | 2,3 | 2,3 | 1,8 | -0,1 | -0,9 | -1,9 |
| | 100 | 0 | 0,4 | 1,8 | -0,1 | -0,8 | 0 | -1,2 |
| | 120 | - | -2,2 | -0,7 | -2,7 | -3,4 | -0,9 | -1,9 |
| | 160 | - | - | 1,3 | -0,7 | -1,6 | 1,0 | 0 |

Tabelle 2.5.15 **CSD-2UF [%]**

| | | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| Untersetzung | 50 | 0 | 1,9 | 1,8 | -0,1 | -1,9 | -1,7 |
| | 80 | 2,9 | 1,6 | 1,9 | 1,6 | -0,3 | -1 |
| | 100 | 0 | -0,2 | 1,5 | -0,3 | -0,9 | -0,1 |
| | 120 | - | -2,8 | -0,9 | -2,8 | -3,5 | -6,7 |
| | 160 | - | - | 1,1 | -0,8 | -1,6 | 1 |

# Abtriebslager

Die Getriebe CSD-2UH und CSD-2UF sind mit einem hochbelastbaren Kreuzrollenlager am Abtrieb ausgestattet.

## • Leistungsdaten

Tabelle 2.5.16

| | Symbol [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | | 17 | | 20 | | 25 | | 32 | | 40 | | 50 | |
| Version | | 2UH | 2UF | 2UH | 2UF | 2UH | 2UF | 2UH | 2UF | 2UH | 2UF | 2UH | 2UF | 2UH | - |
| Lagertyp[1] | | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | - |
| Teilkreisdurchmesser | $d_p$ [m] | 0,0350 | 0,0500 | 0,0425 | 0,0600 | 0,0500 | 0,0700 | 0,0620 | 0,0850 | 0,0800 | 0,1110 | 0,0960 | 0,1330 | 0,1190 | - |
| Abstand[2] | R [m] | 0,0095 | 0,0118 | 0,0099 | 0,0123 | 0,0102 | 0,0128 | 0,0130 | 0,0140 | 0,0144 | 0,0168 | 0,0151 | 0,0215 | 0,0192 | - |
| Dynamische Tragzahl | C [N] | 4700 | 5780 | 5290 | 10400 | 5780 | 14600 | 9600 | 21800 | 15000 | 38200 | 21300 | 43300 | 34800 | - |
| Statische Tragzahl | $C_0$ [N] | 6070 | 9000 | 7550 | 16300 | 9000 | 22000 | 15100 | 35800 | 25000 | 65400 | 36500 | 81600 | 60200 | - |
| Zulässiges dynamisches Kippmoment[3,4] | M [Nm] | 41 | 91 | 64 | 124 | 91 | 187 | 156 | 258 | 313 | 580 | 450 | 849 | 759 | - |
| Kippsteifigkeit[5] | $K_B$ [Nm/arcmin] | 13 | 37 | 23 | 45 | 37 | 73 | 70 | 114 | 157 | 291 | 265 | 521 | 497 | - |
| Zulässige Axiallast[4] | $F_a$ [N] | 1010 | 1240 | 1130 | 2220 | 1240 | 3120 | 2050 | 4660 | 3210 | 8170 | 4560 | 9260 | 7440 | - |
| Zulässige Radiallast[4] | $F_r$ [N] | 674 | 828 | 758 | 1490 | 828 | 2090 | 1380 | 3120 | 2150 | 5470 | 3050 | 6200 | 4990 | - |

1) Lagertyp C = Kreuzrollenlager; F = Vierpunktlager
2) Abstand Wälzlagermitte zur abtriebsseitigen Anschraubfläche, siehe Kapitel Getriebeauslegung.
3) Diese Daten gelten für drehende Getriebe. Sie basieren entweder auf der Lebensdauergleichung des Abtriebslagers oder auf der maximal zulässigen Verkippung des Harmonic Drive® Getriebe-Einbausatzes. Die angegebenen Daten dürfen auch dann nicht überschritten werden, wenn die Lebensdauergleichung des Lagers höhere Werte zulässt.
4) Die Daten gelten für M: $F_a = 0$, $F_r = 0$ I $F_a$: $M = 0$, $F_r = 0$ I $F_r$: $M = 0$, $F_a = 0$
5) Der Wert der Kippsteifigkeit ist der Mittelwert (± 20 %).

## • Abtriebslager- und Gehäusetoleranzen

Daten gelten für drehenden Abtriebsflansch.

Abbildung 2.5.10 **CSD-2UH**

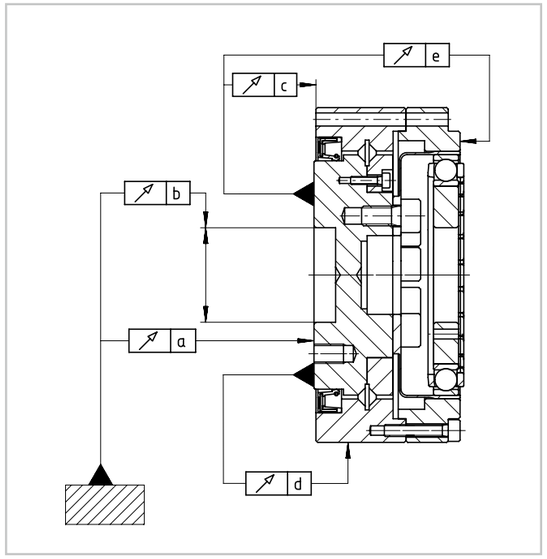



Abbildung 2.5.11 **CSD-2UF**

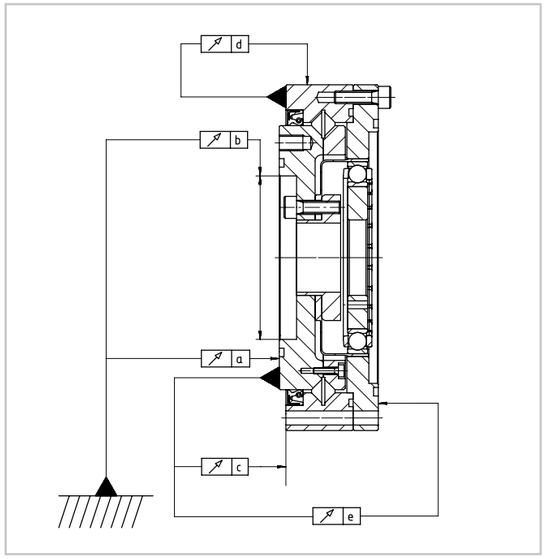



Tabelle 2.5.17 **CSD-2UH [mm]**

| Symbol | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| a (Planlauf) | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,018 |
| b (Rundlauf) | 0,010 | 0,012 | 0,012 | 0,013 | 0,013 | 0,015 | 0,015 |
| c | 0,007 | 0,007 | 0,007 | 0,007 | 0,007 | 0,007 | 0,007 |
| d | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,015 | 0,015 |
| e | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,035 | 0,037 | 0,037 | 0,040 |

Tabelle 2.5.18 **CSD-2UF [mm]**

| Symbol | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| a (Planlauf) | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,015 | 0,015 | 0,015 |
| b (Rundlauf) | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,013 | 0,013 |
| c | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,013 | 0,013 |
| d | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,013 | 0,013 |
| e | 0,031 | 0,031 | 0,031 | 0,041 | 0,047 | 0,047 |

# Montagetoleranzen

Wir empfehlen bei der Montage die Einhaltung der folgenden Toleranzen der Anschlusskomponenten:

Abbildung 2.5.12

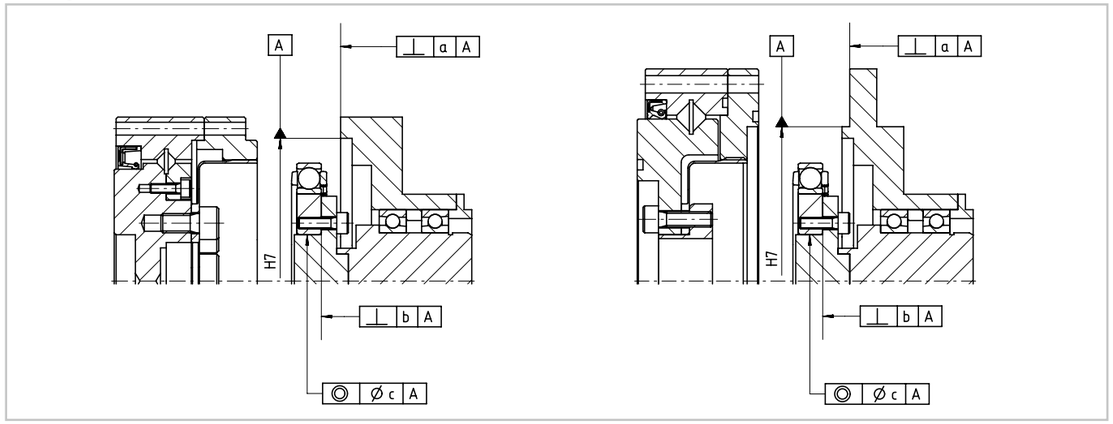



Tabelle 2.5.19

**CSD-2UH [mm]**

| Symbol | Empfohlene Toleranz Welle/Bohrung der Anschlusskomponenten | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| a | | 0,011 | 0,015 | 0,017 | 0,024 | 0,026 | 0,026 | 0,028 |
| b | | 0,008 | 0,010 | 0,012 | 0,012 | 0,012 | 0,012 | 0,015 |
| Øc | h6 | 0,016 | 0,018 | 0,019 | 0,022 | 0,022 | 0,024 | 0,030 |

Tabelle 2.5.20

**CSD-2UF [mm]**

| Symbol | Empfohlene Toleranz Welle/Bohrung der Anschlusskomponenten | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| a | | 0,011 | 0,015 | 0,017 | 0,024 | 0,026 | 0,026 |
| b | | 0,008 | 0,010 | 0,012 | 0,012 | 0,012 | 0,012 |
| Øc | h6 | 0,016 | 0,018 | 0,019 | 0,22 | 0,022 | 0,024 |

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

# Montage

Abbildung 2.5.13

**CSD-2UH**

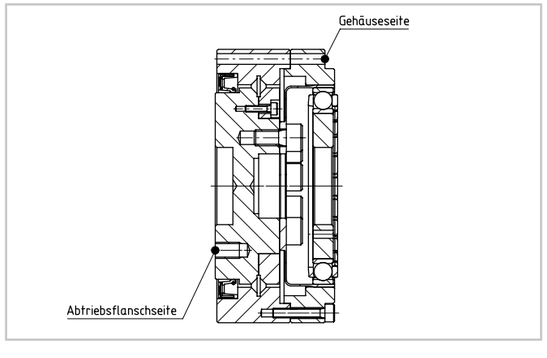
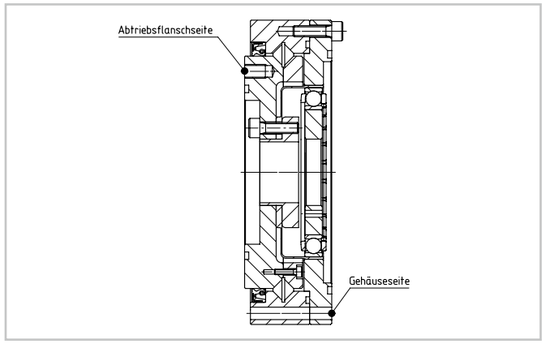



Abbildung 2.5.14

**CSD-2UF**






## Verschraubung Abtriebsflansch

Tabelle 2.5.21

**CSD-2UH**

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| Anzahl der Schrauben | | 10 | 8 | 8 | 8 | 10 | 10 | 10 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M5 | M6 | M8 | M8 | M10 | M12 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 25 | 27 | 34 | 42 | 57 | 72 | 88 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,0 | 9,0 | 15,3 | 37,0 | 37,0 | 74,0 | 128,0 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 52 | 121 | 216 | 485 | 823 | 1660 | 2930 |

Schraubenqualität: 12.9, Reibungskoeffizient μ = 0,15

Tabelle 2.5.22

**CSD-2UF**

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| Anzahl der Schrauben | | 8 | 10 | 8 | 8 | 8 | 12 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M4 | M5 | M6 | M6 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 42 | 50 | 60 | 73 | 96 | 116 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,0 | 2,0 | 4,5 | 9,0 | 15,3 | 15,3 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 70 | 104 | 168 | 328 | 612 | 1100 |

Schraubenqualität: 12.9, Reibungskoeffizient μ = 0,15

## Verschraubung Gehäuse

Tabelle 2.5.23

**CSD-2UH**

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| Anzahl der Schrauben | | 6 | 10 | 12 | 18 | 18 | 18 | 22 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M6 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 49,0 | 56,0 | 64,0 | 79,0 | 104,0 | 117,5 | 147,0 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 4,5 | 9,0 | 15,3 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 61 | 116 | 160 | 296 | 658 | 1180 | 2570 |

Schraubenqualität: 12.9, Reibungskoeffizient μ = 0,15

Tabelle 2.5.24

**CSD-2UF**

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| Anzahl der Schrauben | | 6 | 8 | 8 | 10 | 10 | 10 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M6 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 64 | 74 | 84 | 102 | 132 | 158 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 4,5 | 9,0 | 15,3 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 80 | 123 | 140 | 358 | 742 | 1250 |

Schraubenqualität: 12.9, Reibungskoeffizient μ = 0,15

## Verschraubung am Wave Generator

Tabelle 2.5.25

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| Anzahl der Schrauben | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M6 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 17,0 | 21,0 | 26,0 | 30,0 | 40,0 | 50,0 | 60,0 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,30 | 2,30 | 2,30 | 2,30 | 5,29 | 10,54 | 17,81 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 10 | 12 | 15 | 18 | 47 | 104 | 187 |

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

# Konstruktionshinweise

Zur Sicherstellung einer optimalen Schmierung sollte der Getrieberaum kompakt gehalten werden. Bei Füllung des Getrieberaums mit mehr als 50 % Schmierfett steigt die Leckagegefahr. Darum sollte die Relation Fettvolumen/Getrieberaum kleiner als 0,5 sein. Beim Einbau mit vertikaler Achse und vorwiegend oben oder unten liegendem Wave Generator sollte der Spalt zwischen Wave Generator und eingangsseitigem (Motor) Adapterflansch mit Fett gefüllt werden, siehe Tabelle 2.5.26.

## • Empfohlene Gehäuseabmessungen

Die Getriebe werden mit einer Lebensdauerfettschmierung geliefert. Ein zusätzliches Schmieren der Getriebe bei der Montage ist nicht notwendig. Beim Einbau sollten die Abmessungen gemäß Tabelle 2.5.26 berücksichtigt werden.

Abbildung 2.5.15 **CSD-2UH**

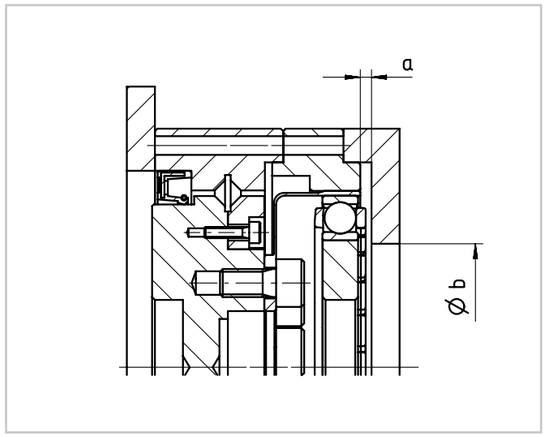



Abbildung 2.5.16 **CSD-2UF**

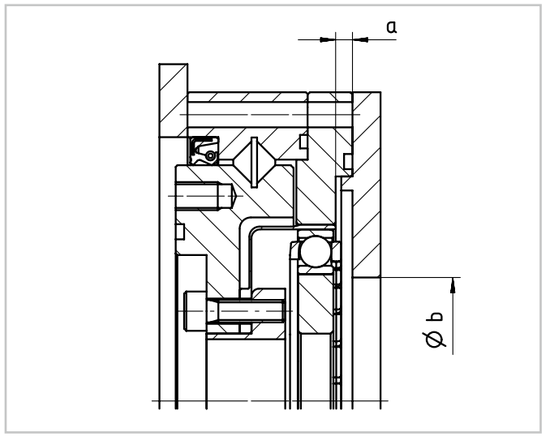



Tabelle 2.5.26 **[mm]**

| Symbol | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50[1)] |
| a* | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,5 |
| a** | 3,0 | 3,0 | 4,5 | 4,5 | 6,0 | 7,5 | 10,5 |
| Øb $^{+0,5}_{0}$ | 16 | 26 | 30 | 37 | 37 | 45 | 45 |

[1)] Nur verfügbar für Version CSD-2UH
* Für Wave Generator senkrecht oder nach unten gerichtet
** Für Wave Generator nach oben gerichtet

## • Verwendete Materialien und Beschichtungen

Material:
Abtriebslager: Stahl korrosionsgeschützt
Circular Spline: Grauguss korrosionsgeschützt
Flexspline: blanker Stahl
Wave Generator: blanker Stahl

Optionale Materialien und Beschichtungen sind bei Harmonic Drive SE anzufragen.

# Schmierung

Die Getriebe mit Abtriebslager CSD-2UH und CSD-2UF werden vollständig gefettet geliefert. Sie sind werkseitig mit einer Lebensdauerfettschmierung versehen. Für die Schmierung der Getriebe empfehlen wir die in Tabelle 2.5.27 aufgeführten Schmierstoffe. Bitte berücksichtigen Sie, dass bei der Einbaulage „Wave Generator oben“ oder „Wave Generator unten“ gemäß Tabelle 2.5.27 eine zusätzliche Fettmenge erforderlich ist, die separat bestellt werden muss.

Tabelle 2.5.27

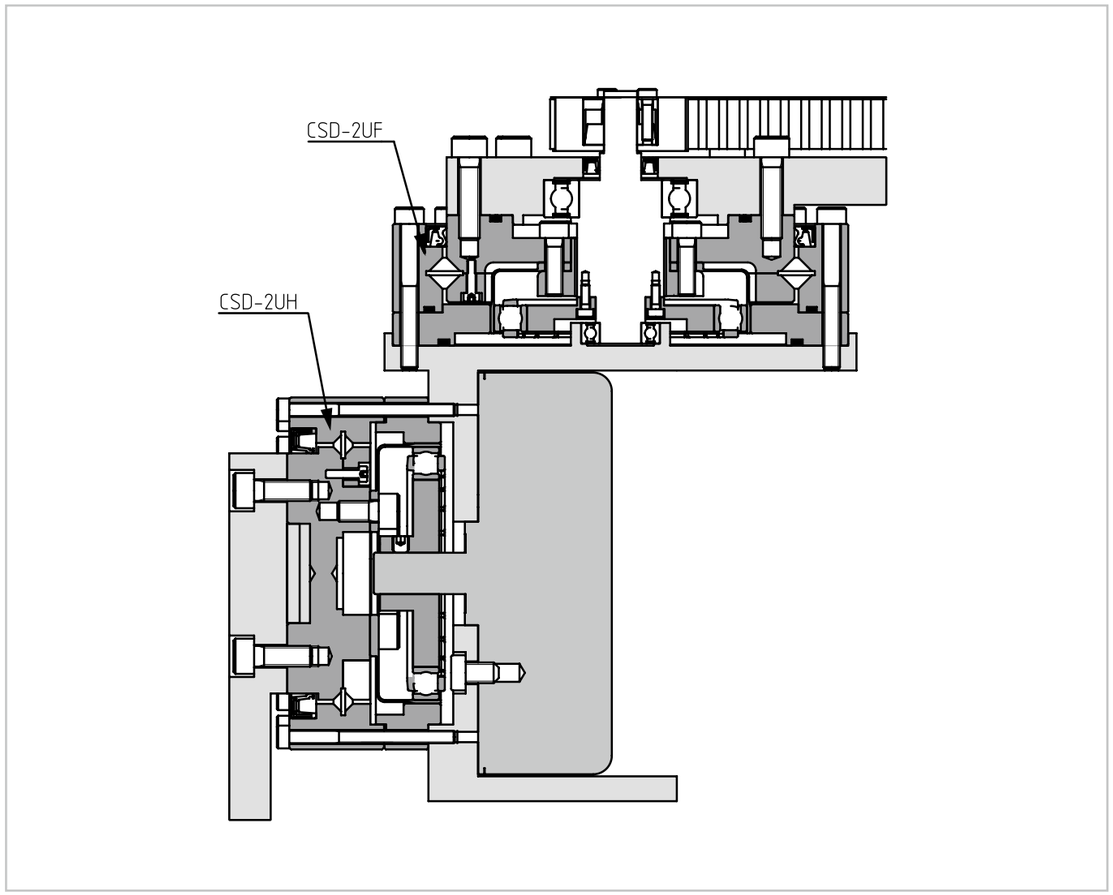
| Harmonic Drive® Schmierfett | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| SK-1A | - | - | O | O | O | O | O |
| SK-2 | O | O | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ |
| 4BNo.2 | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |

O Standard-Schmierfett
□ Empfohlen bei sehr hoher Last bzw. sehr hohen Anforderungen an die Lebensdauer des Schmierfetts
Δ Optionales Schmierfett, bitte Rücksprache

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

# Anwendungsbeispiel

Abbildung 2.5.17



## Produktbeschreibung

# Höchste Drehmomentkapazität und lebenslange Präzision

Die Getriebe mit Abtriebslager der Baureihe SHG-2UH/2SO/2SH zeichnen sich durch höchste Drehmomentkapazität, Lebensdauer und Überlastfähigkeit aus und sind optional mit großer Hohlwelle verfügbar.

Die Getriebe mit Abtriebslager der Baureihe HFUS-2UH/2SO/2SH ergänzen die verfügbaren SHG-Baugrößen und -Untersetzungen bei im Vergleich etwas geringerer Lebensdauer.

Neben der bewährten Wellgetriebetechnologie ist die Baureihe SHG-2UH/-2SO/-2SH auch in der Triangle-Technologie erhältlich. Diese setzt neue Maßstäbe in Torsionssteifigkeit, Übertragungsgenauigkeit und Dynamik.

## Merkmale

- Höchste Drehmomentkapazität
- Höchste Lebensdauer
- Großer Drehmomentbereich
- Optional mit großer Hohlwelle zur Durchführung von Versorgungskabeln oder Wellen verfügbar
- Integriertes präzises Kreuzrollenlager



SHG-2UH
HFUS-2UH
TriSHG-2UH
Hohlwellengetriebe zur Durchführung von Versorgungsleitungen für weiterführende Antriebssysteme



SHG-2SO
HFUS-2SO
TriSHG-2SO
Getriebe für den direkten Motoranbau



SHG-2SH
HFUS-2SH
TriSHG-2SH
Hohlwellengetriebe ohne Eingangslagerung und An- und Abtriebsflansch für die Integration in vorhandene Gehäusestruktur

## Bestellbezeichnung

Tabelle 2.6.1

| Bestellbezeichnung | Tri | SHG | - | 20 | - | 100 | - | 2UH | - | SP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Technologie**<br>Standard-Wellgetriebetechnologie (Feld bleibt leer)<br>Triangle-Technologie | [ ]<br>Tri | | | | | | | | | |
| **Baureihe** | | SHG<br>HFUS | | | | | | | | |
| **Baugröße**<br>(entspricht dem Teilkreisdurchmesser der Flexspline-Verzahnung in Zoll x 10) | | | | 11<br>14<br>17<br>20<br>25<br>32<br>40<br>45<br>50<br>58<br>65 | | | | | | |
| **Untersetzung**<br>(in der Antriebskonfiguration:<br>Circular Spline (CS) fixiert, Wave Generator (WG) Antrieb, Flexspline (FS) Abtrieb) | | | | | | 30<br>50<br>80<br>100<br>120<br>160 | | | | |
| **Version**<br>Geschlossenes Hohlwellengetriebe mit Eingangslagerung<br>Motoranbaugetriebe<br>Offenes Hohlwellengetriebe ohne Eingangslagerung | | | | | | | | 2UH<br>2SO<br>2SH | | |
| **Kundenspezifische Ausführung**<br>Standardausführung (Feld bleibt leer)<br>Leichtbauausführung (nur bei 2UH)<br>Sonderausführung (auf Anfrage) | | | | | | | | | | [ ]<br>LW<br>SP |

Bitte beachten Sie die Tabellen der möglichen Kombinationen

# Kombinationen

Tabelle 2.6.2

**SHG-2UH/2SO/2SH/2UH-LW**

| | | Baugröße | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| Untersetzung | 30 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 50 | - | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | - | - | - |
| | 80 | - | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 100 | - | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 120 | - | - | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 160 | - | - | - | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |

Tabelle 2.6.3

**HFUS-2UH/2SO/2SH/2UH-LW**

| | | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 11[1)] | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| Untersetzung | 30 | - | ● | ● | ● | ● | ● | - | - | - | - |
| | 50 | ● | - | - | - | - | - | - | - | ● | ● |
| | 80 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 100 | ● | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 120 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 160 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

[1)] Nur für Variante 2UH verfügbar

Tabelle 2.6.4

**TriSHG-2UH/-2SO/-2SH**

| | | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| Untersetzung | 50 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 80 | - | o | o | o | o | o | o | o | o |
| | 100 | - | - | o | ● | o | o | o | o | o |
| | 120 | - | - | - | o | o | o | o | o | o |
| | 160 | - | - | - | o | ● | o | o | o | o |

● verfügbar o auf Anfrage - nicht verfügbar

# Technische Daten

## • Leistungsdaten

Tabelle 2.6.5

**SHG-/HFUS-2UH/2SO/2SH**

| Bau-reihe | Bau-größe | Unter-setzung | Grenze für wiederholbares Spitzendreh-moment | Grenze für Durchschnitts-drehmoment | Nenndreh-moment bei 2000 min$^{-1}$ | Grenze für Kollisions-drehmoment | Max. Eingangs-drehzahl [min$^{-1}$] | Grenze für mittlere Ein-gangsdreh-zahl [min$^{-1}$] | Massen-trägheits-moment | Ge-wicht |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $T_R$ [Nm] | $T_A$ [Nm] | $T_N$ [Nm] | $T_M$ [Nm] | Fett-schmierung | Fett-schmierung | 2UH/2SO/ 2SH [x10$^{-4}$] | 2UH 2SO 2SH 2UH-LW |
| HFUS | 11 | 50 | 8,3 | 5,5 | 3,5 | 17,0 | 8500 | 3500 1100[2)] | 0,080 - - | 0,53 - - - |
| | 11 | 100 | 11,0 | 8,9 | 5,0 | 25,0 | | | | |
| HFUS | 14 | 30 | 9,0 | 6,8 | 4,0 | 17,0 | 8500 | 3500 1100[2)] | 0,091 0,033 0,091 | 0,71 0,41 0,45 0,55 |
| SHG | 14 | 50 | 23 | 9 | 7 | 46 | | | | |
| | 14 | 80 | 30 | 14 | 10 | 61 | | | | |
| | 14 | 100 | 36 | 14 | 10 | 70 | | | | |
| HFUS | 17 | 30 | 16,0 | 12,0 | 8,8 | 30,0 | 7300 | 3500 1100[2)] | 0,193 0,079 0,193 | 1,00 0,57 0,63 0,80 |
| SHG | 17 | 50 | 44 | 34 | 21 | 91 | | | | |
| | 17 | 80 | 56 | 35 | 29 | 113 | | | | |
| | 17 | 100 | 70 | 51 | 31 | 143 | | | | |
| | 17 | 120 | 70 | 51 | 31 | 112 | | | | |
| HFUS | 20 | 30 | 27 | 20 | 15 | 50 | 6500 | 3500 1100[2)] | 0,404 0,193 0,404 | 1,38 0,81 0,89 1,10 |
| SHG | 20 | 50 | 73 | 44 | 33 | 127 | | | | |
| | 20 | 80 | 96 | 61 | 44 | 165 | | | | |
| | 20 | 100 | 107 | 64 | 52 | 191 | | | | |
| | 20 | 120 | 113 | 64 | 52 | 191 | | | | |
| | 20 | 160 | 120 | 64 | 52 | 191 | | | | |
| HFUS | 25 | 30 | 50 | 38 | 27 | 95 | 5600 | 3500 1000[2)] | 1,070 0,413 1,070 | 2,10 1,31 1,44 1,60 |
| SHG | 25 | 50 | 127 | 72 | 51 | 242 | | | | |
| | 25 | 80 | 178 | 113 | 82 | 332 | | | | |
| | 25 | 100 | 204 | 140 | 87 | 369 | | | | |
| | 25 | 120 | 217 | 140 | 87 | 395 | | | | |
| | 25 | 160 | 229 | 140 | 87 | 408 | | | | |
| HFUS | 32 | 30 | 100 | 75 | 54 | 200 | 4800 | 3500 1000[2)] | 2,850 1,690 2,850 | 4,50 2,94 3,10 3,60 |
| SHG | 32 | 50 | 281 | 140 | 99 | 497 | | | | |
| | 32 | 80 | 395 | 217 | 153 | 738 | | | | |
| | 32 | 100 | 433 | 281 | 178 | 841 | | | | |
| | 32 | 120 | 459 | 281 | 178 | 892 | | | | |
| | 32 | 160 | 484 | 281 | 178 | 892 | | | | |
| SHG | 40 | 50 | 523 | 255 | 178 | 892 | 4000 | 3000 950[2)] | 9,280 4,500 9,280 | 7,70 5,10 5,40 6,20 |
| | 40 | 80 | 675 | 369 | 268 | 1270 | | | | |
| | 40 | 100 | 738 | 484 | 345 | 1400 | | | | |
| | 40 | 120 | 802 | 586 | 382 | 1530 | | | | |
| | 40 | 160 | 841 | 586 | 382 | 1530 | | | | |
| SHG | 45 | 50 | 650 | 345 | 229 | 1235 | 3800 | 3000 900[2)] | 13,80 8,680 13,80 | 10,00 6,50 6,90 8,00 |
| | 45 | 80 | 918 | 507 | 407 | 1651 | | | | |
| | 45 | 100 | 982 | 650 | 459 | 2041 | | | | |
| | 45 | 120 | 1070 | 806 | 523 | 2288 | | | | |
| | 45 | 160 | 1147 | 819 | 523 | 2483 | | | | |
| HFUS | 50 | 50 | 715 | 175[1)] | 122[1)] | 1430 | 3500 | 2500 850[2)] | 25,20 12,50 25,20 | 14,50 9,60 10,20 11,80 |
| SHG | 50 | 80 | 1223 | 675 | 484 | 2418 | | | | |
| | 50 | 100 | 1274 | 866 | 611 | 2678 | | | | |
| | 50 | 120 | 1404 | 1057 | 688 | 2678 | | | | |
| | 50 | 160 | 1534 | 1096 | 688 | 3185 | | | | |
| HFUS | 58 | 50 | 1020 | 260[1)] | 176[1)] | 1960 | 3000 | 2200 800[2)] | 49,50 27,30 49,50 | 20,00 13,50 14,10 16,40 |
| SHG | 58 | 80 | 1924 | 1001 | 714 | 3185 | | | | |
| | 58 | 100 | 2067 | 1378 | 905 | 4134 | | | | |
| | 58 | 120 | 2236 | 1547 | 969 | 4329 | | | | |
| | 58 | 160 | 2392 | 1573 | 969 | 4459 | | | | |
| SHG | 65 | 80 | 2743 | 1352 | 969 | 4836 | 2800 | 1900 800[2)] | 94,10 46,80 94,10 | 28,50 19,50 20,90 23,30 |
| | 65 | 100 | 2990 | 1976 | 1236 | 6175 | | | | |
| | 65 | 120 | 3263 | 2041 | 1236 | 6175 | | | | |
| | 65 | 160 | 3419 | 2041 | 1236 | 6175 | | | | |

[1)] Bei Einsatz von Ölschmierung sind ein höheres Nenndrehmoment und Durchschnittsdrehmoment möglich. Bitte kontaktieren Sie die Harmonic Drive SE.
[2)] Gültig für SHG/HFUS-2UH und für SHG/HFUS-2SH, wenn Radialwellendichtungen an der Hohlwelle eingesetzt werden.

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

Tabelle 2.6.6

**TriSHG-2UH/2SO/2SH**

| Baureihe | Baugröße | Untersetzung | Grenze für wiederholbares Spitzendrehmoment | Grenze für Durchschnittsdrehmoment | Nenndrehmoment bei 2000 min$^{-1}$ | Grenze für Kollisionsdrehmoment | Max. Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] | Grenze für mittlere Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] | Massenträgheitsmoment | Gewicht |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $T_R$ [Nm] | $T_A$ [Nm] | $T_N$ [Nm] | $T_M$ [Nm] | Fettschmierung | Fettschmierung | 2UH/2SO/2SH [x10$^{-4}$] | 2UH<br>2SO<br>2SH |
| TriSHG | 25 | 100 | 204 | 140 | 87 | 369 | 5600 | 3500<br>1000[2)] | 1,070<br>0,413<br>1,070 | 2,10<br>1,31<br>1,44 |
| | 32 | 160 | 484 | 281 | 178 | 892 | 4800 | 3500<br>1000[2)] | 2,850<br>1,690<br>2,850 | 4,50<br>2,94<br>3,10 |

[2)] Gültig für SHG/HFUS-2UH und für SHG/HFUS-2SH, wenn Radialwellendichtungen an der Hohlwelle eingesetzt werden.

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Genauigkeit

Tabelle 2.6.7

**SHG-/HFUS-2UH/2SO/2SH [arcmin]**

| | Baugröße | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 11 | | 14 | | | 17 | | | 20 ... 65 | | |
| Untersetzung | ≥50 | 100 | 30 | 50 | ≥80 | 30 | 50 | ≥80 | 30 | 50 | ≥80 |
| Übertragungsgenauigkeit | <2,0 | <1,5 | <1,5 | | | <1,5 | | | <1,5 | <1,0 | |
| Hystereseverlust | <2,0 | | <3,0 | <2,0 | <1,0 | <3,0 | <2,0 | <1,0 | <3,0 | <2,0 | <1,0 |
| Lost Motion | <1,0 | | | | | | | | | | |
| Wiederholgenauigkeit | < ±0,1 | | | | | | | | | | |

Tabelle 2.6.8

**TriSHG-2UH/2SO/2SH [arcmin]**

| | Baugröße<br>25 ... 32 |
|---|---|
| Untersetzung | ≥100 |
| Übertragungsgenauigkeit | <0,5 |
| Hystereseverlust | <1,0 |
| Lost Motion | <1,0 |
| Wiederholgenauigkeit | < ±0,1 |

## • Torsionssteifigkeit

Tabelle 2.6.9

**SHG-/HFUS-2UH/2SO/2SH**

| | Symbol [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| Grenzdrehmomente | $T_1$ [Nm] | 0,8 | 2,0 | 3,9 | 7,0 | 14 | 29 | 54 | 76 | 108 | 168 | 235 |
| | $T_2$ [Nm] | 2,0 | 6,9 | 12 | 25 | 48 | 108 | 196 | 275 | 382 | 598 | 843 |
| i = 30 | K3 [x 10$^4$ Nm/rad] | - | 0,34 | 0,67 | 1,10 | 2,10 | 4,90 | - | - | - | - | - |
| | K2 [x 10$^4$ Nm/rad] | - | 0,24 | 0,44 | 0,71 | 1,30 | 3,00 | - | - | - | - | - |
| | K1 [x 10$^4$ Nm/rad] | - | 0,19 | 0,34 | 0,57 | 1,00 | 2,40 | - | - | - | - | - |
| i = 50 | K3 [x 10$^4$ Nm/rad] | 0,32 | 0,57 | 1,30 | 2,30 | 4,40 | 9,80 | 18,0 | 26,0 | 34,0 | 54,0 | - |
| | K2 [x 10$^4$ Nm/rad] | 0,30 | 0,47 | 1,10 | 1,80 | 3,40 | 7,80 | 14,0 | 20,0 | 28,0 | 44,0 | - |
| | K1 [x 10$^4$ Nm/rad] | 0,22 | 0,34 | 0,81 | 1,30 | 2,50 | 5,40 | 10,0 | 15,0 | 20,0 | 31,0 | - |
| i ≥ 80 | K3 [x 10$^4$ Nm/rad] | 0,44 | 0,71 | 1,60 | 2,90 | 5,70 | 12,0 | 23,0 | 33,0 | 44,0 | 71,0 | 98,0 |
| | K2 [x 10$^4$ Nm/rad] | 0,34 | 0,61 | 1,40 | 2,50 | 5,00 | 11,0 | 20,0 | 29,0 | 40,0 | 61,0 | 88,0 |
| | K1 [x 10$^4$ Nm/rad] | 0,27 | 0,47 | 1,00 | 1,60 | 3,10 | 6,70 | 13,0 | 18,0 | 25,0 | 40,0 | 54,0 |

Tabelle 2.6.10

**TriSHG-2UH/2SO/2SH**

| | Symbol [Einheit] | Baugröße | |
|---|---|---|---|
| | | 25 | 32 |
| Grenzdrehmomente | $T_1$ [Nm] | 14 | 29 |
| | $T_2$ [Nm] | 48 | 108 |
| i ≥ 100 | K3 [x 10$^4$ Nm/rad] | 7.4 | 20.6 |
| | K2 [x 10$^4$ Nm/rad] | 6.5 | 16.9 |
| | K1 [x 10$^4$ Nm/rad] | 5.0 | 13.5 |

# Abtriebslager

## • Leistungsdaten

Tabelle 2.6.11

| | Symbol [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| Lagertyp [1)] | | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| Teilkreisdurchmesser | $d_p$ [m] | 0,043 | 0,050 | 0,060 | 0,070 | 0,085 | 0,111 | 0,133 | 0,154 | 0,170 | 0,195 | 0,218 |
| Abstand [2)] | R [m] | 0,0180 | 0,0217 | 0,0239 | 0,0255 | 0,0296 | 0,0364 | 0,0440 | 0,0475 | 0,0525 | 0,0622 | 0,0720 |
| Dynamische Tragzahl | C [N] | 5290 | 5800 | 10400 | 14600 | 21800 | 38200 | 43300 | 77600 | 81600 | 87400 | 130000 |
| Statische Tragzahl | $C_0$ [N] | 7550 | 8600 | 16300 | 20000 | 35800 | 65400 | 81600 | 135000 | 149000 | 171000 | 223000 |
| Zulässiges dynamisches Kippmoment [3,4)] | M [Nm] | 74 | 74 | 124 | 187 | 258 | 580 | 849 | 1127 | 1487 | 2180 | 2740 |
| Kippsteifigkeit [5)] | $K_B$ [Nm/arcmin] | 19 | 25 | 45 | 74 | 114 | 290 | 522 | 749 | 1020 | 1550 | 2155 |
| Zulässige Axiallast [4)] | $F_a$ [N] | 1130 | 1239 | 2222 | 3119 | 4657 | 8161 | 9250 | 16578 | 17433 | 18672 | 27773 |
| Zulässige Radiallast [4)] | $F_r$ [N] | 757 | 830 | 1489 | 2090 | 3120 | 5468 | 6198 | 11107 | 11680 | 12510 | 18608 |

[1)] Lagertyp C = Kreuzrollenlager; F = Vierpunktlager
[2)] Abstand Wälzlagermitte zur abtriebsseitigen Anschraubfläche, siehe Kapitel Getriebeauslegung.
[3)] Diese Daten gelten für drehende Getriebe. Sie basieren entweder auf der Lebensdauergleichung des Abtriebslagers oder auf der maximal zulässigen Verkippung des Harmonic Drive® Getriebe-Einbausatzes. Die angegebenen Daten dürfen auch dann nicht überschritten werden, wenn die Lebensdauergleichung des Lagers höhere Werte zulässt.
[4)] Die Daten gelten für M: Fa = 0, Fr = 0 I Fa: M = 0, Fr = 0 I Fr: M = 0, Fa = 0
[5)] Der Wert der Kippsteifigkeit ist der Mittelwert (± 20 %).

## • Abtriebslager- und Gehäusetoleranzen

Bei diesen Getrieben mit Abtriebslager wird die Last über einen Flansch mit dem Kreuzrollenlager verbunden. Je nach Befestigungsart kann der mit dem Außenring oder der mit dem Innenring des Abtriebslagers verbundene Flansch als Abtrieb genutzt werden, siehe Abbildung 2.6.1 und Abbildung 2.6.2. Die in der Tabelle 2.6.12 und Tabelle 2.6.13 aufgeführten Toleranzen beinhalten die Summe aus Lager- und Flanschtoleranzen.

### Flexspline fixiert

Eingang: Wave Generator
Ausgang: Circular Spline
Fixiert: Flexspline

Abbildung 2.6.1

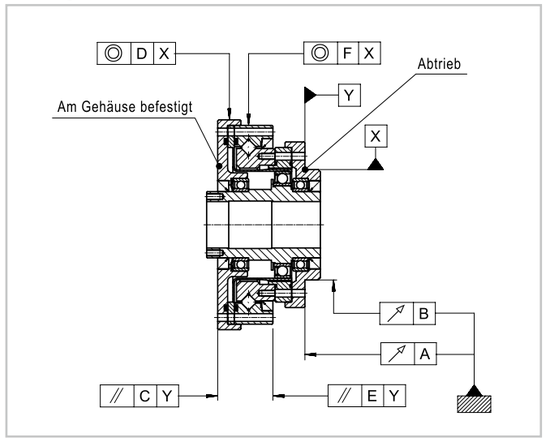



Tabelle 2.6.12 **[mm]**

| Symbol | Baugröße | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| A (Planlauf) | 0,033 | 0,033 | 0,038 | 0,040 | 0,046 | 0,054 | 0,057 | 0,057 | 0,063 | 0,063 | 0,067 |
| B (Rundlauf) | 0,035 | 0,035 | 0,035 | 0,039 | 0,041 | 0,047 | 0,050 | 0,053 | 0,060 | 0,063 | 0,063 |
| C | 0,053 | 0,064 | 0,071 | 0,079 | 0,085 | 0,104 | 0,111 | 0,118 | 0,121 | 0,121 | 0,131 |
| D | 0,053 | 0,053 | 0,050 | 0,059 | 0,061 | 0,072 | 0,075 | 0,078 | 0,085 | 0,088 | 0,089 |
| E | 0,039 | 0,040 | 0,045 | 0,051 | 0,057 | 0,065 | 0,071 | 0,072 | 0,076 | 0,076 | 0,082 |
| F | 0,038 | 0,038 | 0,038 | 0,047 | 0,049 | 0,054 | 0,060 | 0,065 | 0,067 | 0,070 | 0,072 |

### Circular Spline fixiert

Eingang: Wave Generator
Ausgang: Flexspline
Fixiert: Circular Spline

Abbildung 2.6.2

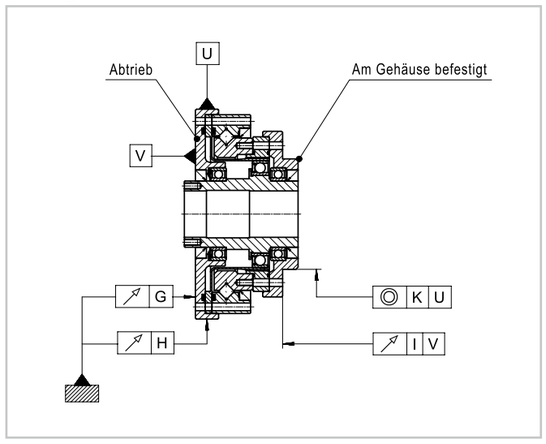



Tabelle 2.6.13 **[mm]**

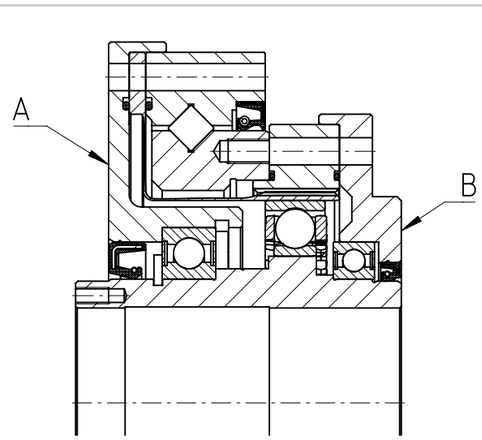
| Symbol | Baugröße | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| G (Planlauf) | 0,027 | 0,037 | 0,039 | 0,046 | 0,047 | 0,059 | 0,060 | 0,070 | 0,070 | 0,070 | 0,076 |
| H (Rundlauf) | 0,031 | 0,031 | 0,031 | 0,038 | 0,038 | 0,045 | 0,048 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,054 |
| I | 0,053 | 0,064 | 0,071 | 0,079 | 0,085 | 0,104 | 0,111 | 0,118 | 0,121 | 0,121 | 0,131 |
| J | 0,053 | 0,053 | 0,053 | 0,059 | 0,061 | 0,072 | 0,075 | 0,078 | 0,085 | 0,088 | 0,089 |



# Montage

## • Verschraubung

Abbildung 2.6.3




## • Verschraubung an Seite A

Tabelle 2.6.14 **SHG-2UH/2SO/2SH/2UH-LW**

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| Anzahl der Schrauben | | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 18 | 12 | 16 | 16 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M6 | M6 | M8 | M8 | M10 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 64 | 74 | 84 | 102 | 132 | 158 | 180 | 200 | 226 | 258 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 5,4 | 10,8 | 18,4 | 18,4 | 44,0 | 44,0 | 74,0 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 128 | 222 | 252 | 516 | 1069 | 1813 | 3098 | 4163 | 6272 | 9546 |

Schraubenqualität 12.9, Reibungskoeffizient μ=0,15

Tabelle 2.6.15 **HFUS-2UH/2SO/2SH/2UH-LW**

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| Anzahl der Schrauben | | 4 | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | - | - | 12 | 16 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | - | - | M8 | M8 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 56,4 | 64,0 | 74,0 | 84,0 | 102,0 | 132,0 | - | - | 200,0 | 226,0 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 4,5 | 9,0 | - | - | 37,0 | 37,0 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 47 | 108 | 186 | 206 | 431 | 892 | - | - | 3489 | 5263 |

Schraubenqualität 12.9, Reibungskoeffizient μ=0,15

## • Verschraubung an Seite B

Tabelle 2.6.16

**SHG-2UH/2SO/2SH/2UH-LW**

| | Einheit | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| Anzahl der Schrauben | | 8 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 12 | 16 | 12 | 16 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M6 | M8 | M8 | M10 | M10 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 44 | 54 | 62 | 77 | 100 | 122 | 140 | 154 | 178 | 195 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,40 | 2,40 | 2,40 | 5,40 | 10,80 | 18,36 | 44,00 | 44,00 | 89,00 | 89,00 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 88 | 216 | 248 | 520 | 1080 | 1867 | 2914 | 4274 | 5927 | 8658 |

Schraubenqualität 12.9, Reibungskoeffizient μ=0,15

Tabelle 2.6.17

**HFUS-2UH/2SO/2SH/2UH-LW**

| | Einheit | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| Anzahl der Schrauben | | 6 | 8 | 16 | 16 | 16 | 16 | - | - | 16 | 12 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | - | - | M8 | M10 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 37 | 44 | 54 | 62 | 77 | 100 | - | - | 154 | 178 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 4,5 | 9,0 | - | - | 37,0 | 74,0 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 46 | 72 | 176 | 206 | 431 | 902 | - | - | 3587 | 4910 |

Schraubenqualität 12.9, Reibungskoeffizient μ=0,15

## • Verschraubung an der Eingangswelle

Tabelle 2.6.18

**SHG-/HFUS-/SHF-2UH/2SH/2UH-LW**

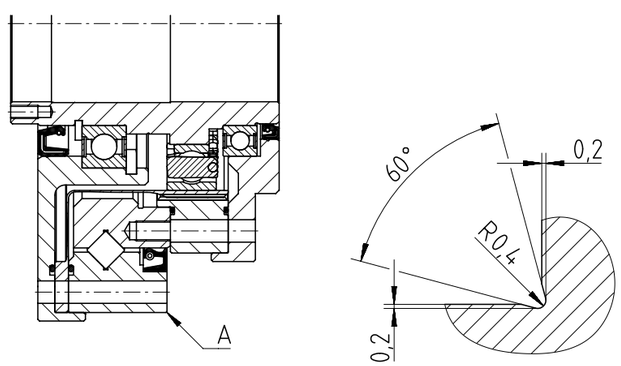
| | Einheit | Baugröße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 |
| Anzahl der Schrauben | | 3 | 3 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 8 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M3 | M3 | M3 | M4 | M4 | M4 | M4 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |

Schraubenqualität 12.9, Reibungskoeffizient μ=0,15

## • Gehäusedetail

Wir empfehlen den folgenden Freistich am Kundenflansch.

Abbildung 2.6.4






# Technische Daten SHG-/HFUS-/TriSHG-/2UH

## • Abmessungen

Abbildung 2.6.5

**Baugrößen 11 ... 14 [mm]**

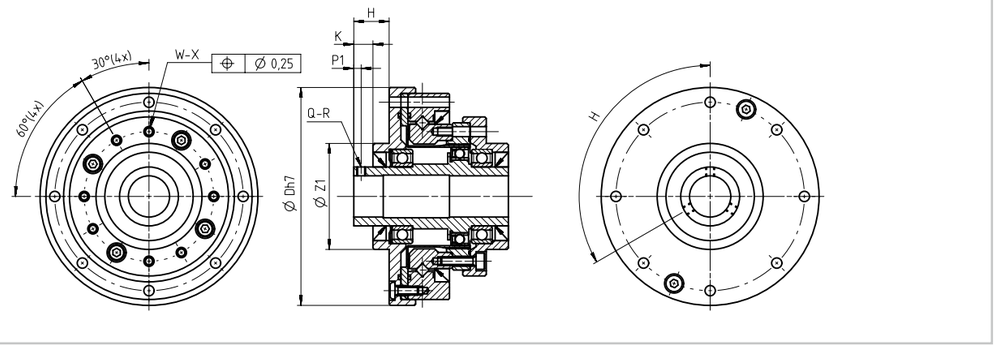



Abbildung 2.6.6

**Baugröße 17 [mm]**

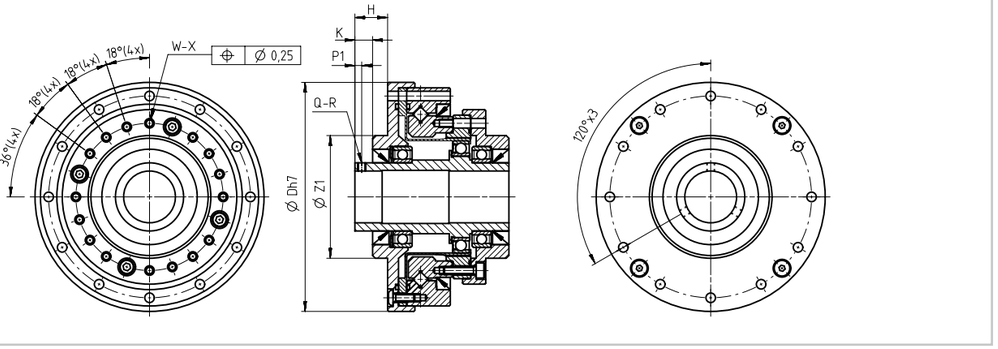



Abbildung 2.6.7

**Baugrößen 20 ... 65 [mm]**

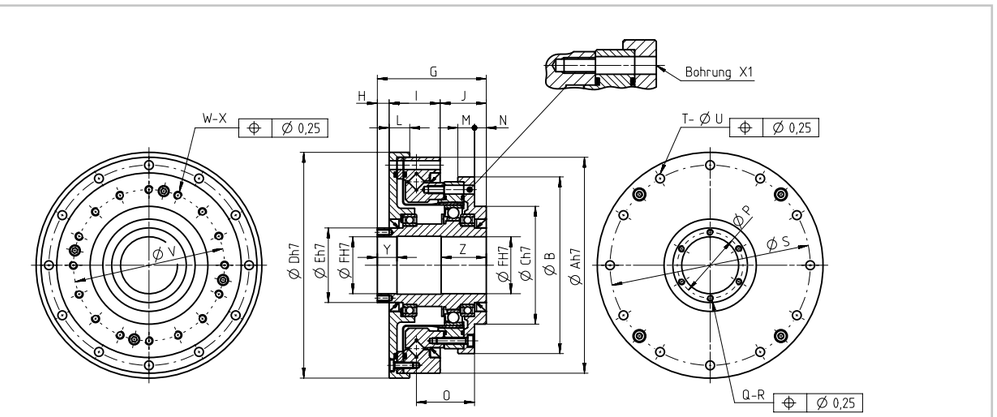



Tabelle 2.6.19

**SHG-/HFUS-/TriSHG-2UH [mm]**

| | | Baugröße | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| ØA h7 | | 62 | 70 | 80 | 90 | 110 | 142 | 170 | 190 | 214 | 240 | 276 |
| ØB | Standard | 45,3 | 54,0 | 64,0 | 75,0 | 90,0 | 115,0 | 140,0 | 160,0 | 175,0 | 201,0 | 221,0 |
| | LW | - | 52,0 | 62,0 | 73,0 | 88,0 | 115,0 | 145,0 | 160,0 | 168,0 | 195,0 | 213,0 |
| ØC h7 | | 30,5 | 36,0 | 45,0 | 50,0 | 60,0 | 85,0 | 100,0 | 120,0 | 130,0 | 150,0 | 160,0 |
| ØD h7 | | 64 | 74 | 84 | 95 | 115 | 147 | 175 | 195 | 220 | 246 | 284 |
| ØE h7 | | 18 | 20 | 25 | 30 | 38 | 45 | 59 | 64 | 74 | 84 | 96 |
| ØF h7 | | 14 | 14 | 19 | 21 | 29 | 36 | 46 | 52 | 60 | 70 | 80 |
| G | | 48,0 | 52,5 | 56,5 | 51,5 | 55,5 | 65,5 | 79,0 | 85,0 | 93,0 | 106,0 | 128,0 |
| H | | 14 | 12 | 12 | 5,0 $^{+1,2}_{-0,9}$ | 6,0 $^{+1,2}_{-0,9}$ | 7,0 $^{+0,7}_{-0,6}$ | 8,0 $^{+0,7}_{-0,6}$ | 8,0 $^{+0,8}_{-0,6}$ | 9,0 $^{+0,8}_{-0,6}$ | 10,0 $^{+0,9}_{-0,7}$ | 10,0 $^{+0,5}_{-2,0}$ |
| I | | 19,0 | 20,5 | 23,0 | 25,0 | 26,0 | 32,0 | 38,0 | 42,0 | 45,0 | 52,0 | 56,5 |
| J | | 15,0 | 20,0 | 21,5 | 21,5 | 23,5 | 26,5 | 33,0 | 35,0 | 39,0 | 44,0 | 57,5 |
| K | | 6,5 $^{+0,5}_{-0,75}$ | 6,5±1,2 | 6,5 $^{+1,0}_{-1,1}$ | - | - | - | - | - | - | - | - |
| L | | 8,0 | 9,0 | 10,0 | 10,5 | 10,5 | 12,0 | 14,0 | 15,0 | 16,0 | 17,0 | 18,0 |
| M | Standard | 6,5 | 8,0 | 8,5 | 9,0 | 8,5 | 9,5 | 13,0 | 12,0 | 12,0 | 15,0 | 19,5 |
| | LW | - | 11,5 | 12,0 | 13,5 | 15,5 | 20,5 | 25,0 | 27,0 | 30,0 | 35,0 | 42,5 |
| N | | 6,5 | 7,5 | 8,5 | 7,0 | 6,0 | 5,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 12,0 |
| O | | 17,5 | 21,7 | 23,9 | 25,5 | 29,6 | 36,4 | 44,0 | 47,5 | 52,5 | 62,2 | 72,0 |
| O1 | | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 12 | 15 | 15 | 15 | 20 |
| O2 | | 20 | 20 | 22 | 22 | 23 | 25 | 32 | 35 | 37 | 43 | 54 |
| ØP | | - | - | - | 25,5 | 33,5 | 40,5 | 52,0 | 58,0 | 67,0 | 77,0 | 88,0 |
| P1 | | - | 2,5 | 2,5 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Q | | - | 3 | 3 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 8 | 6 |
| R | | - | M3 | M3 | M3x6 | M3x6 | M3x6 | M4x8 | M4x8 | M4x8 | M4x8 | M5x10 |
| ØS | | 56,4 | 64,0 | 74,0 | 84,0 | 102,0 | 132,0 | 158,0 | 180,0 | 200,0 | 226,0 | 258,0 |
| T | | 4 | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 18 | 12 | 16 | 16 |
| ØU | | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 4,5 | 5,5 | 6,6 | 6,6 | 9,0 | 9,0 | 11,0 |
| ØV | | 37 | 44 | 54 | 62 | 77 | 100 | 122 | 140 | 154 | 178 | 195 |
| W[1)] | | 6 | 8 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 12 | 16 | 12 | 16 |
| X[1)] | | M3x5 | M3x5 | M3x6 | M3x6 | M4x7 | M5x8 | M6x10 | M8x10 | M8x11 | M10x15 | M10x15 |
| Bohrung X1 | | Ø3,4x8,5 | Ø3,5x11,5 | Ø3,5x12,0 | Ø3,5x13,5 | Ø4,5x15,5 | Ø5,5x20,5 | Ø6,6x25,0 | Ø9,0x27,0 | Ø9,0x30,0 | Ø11,0x35,0 | Ø11,0x42,5 |
| Y | | 13 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 12 | 15 | 15 | 15 | 20 |
| Z | | 16 | 20 | 22 | 22 | 23 | 25 | 32 | 35 | 37 | 43 | 54 |
| ØZ1 | | 36 | 36 | 45 | - | - | - | - | - | - | - | - |

CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

## • Lastfreies Anlaufdrehmoment

Tabelle 2.6.20

**SHG-/HFUS-2UH [Ncm]**

| Untersetzung | Baureihe | Baugröße | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| 30 | HFUS | - | 11,0 | 30 | 43 | 64 | 112 | - | - | - | - | - |
| 50 | SHG | - | 8,8 | 27 | 36 | 56 | 85 | 136 | 165 | - | - | - |
| | HFUS | 7,1 | - | - | - | - | - | - | - | 216 | 297 | - |
| 80 | SHG | - | 7,5 | 25 | 33 | 50 | 74 | 117 | 138 | 179 | 244 | 314 |
| | HFUS | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 100 | SHG | - | 6,9 | 24 | 32 | 49 | 72 | 112 | 131 | 171 | 231 | 297 |
| | HFUS | 5,9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 120 | SHG | - | - | 24 | 31 | 48 | 68 | 110 | 126 | 165 | 223 | 287 |
| | HFUS | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 160 | SHG | - | - | - | 31 | 47 | 67 | 105 | 122 | 156 | 213 | 276 |
| | HFUS | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Tabelle 2.6.21

**TriSHG-2UH [Ncm]**

| Untersetzung | Baureihe | Baugröße | |
|---|---|---|---|
| | | 25 | 32 |
| 100 | SHG | 53 | - |
| 160 | SHG | - | 65 |

## • Lastfreies Rückdrehmoment

Tabelle 2.6.22

**SHG-/HFUS-2UH [Nm]**

| Untersetzung | Baureihe | Baugröße | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| 30 | HFUS | - | 5,4 | 17 | 23 | 35 | 57 | - | - | - | - | - |
| 50 | SHG | - | 5,3 | 16 | 22 | 34 | 51 | 82 | 99 | - | - | - |
| | HFUS | 4,6 | - | - | - | - | - | - | - | 129 | 178 | - |
| 80 | SHG | - | 7,2 | 24 | 31 | 48 | 70 | 112 | 133 | 172 | 234 | 301 |
| | HFUS | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 100 | SHG | - | 8,2 | 29 | 38 | 59 | 86 | 134 | 158 | 205 | 278 | 356 |
| | HFUS | 7,6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 120 | SHG | - | - | 34 | 45 | 69 | 97 | 158 | 182 | 237 | 322 | 413 |
| | HFUS | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 160 | SHG | - | - | - | 59 | 90 | 128 | 201 | 233 | 299 | 408 | 530 |
| | HFUS | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Tabelle 2.6.23

**TriSHG-2UH [Nm]**

| Untersetzung | Baureihe | Baugröße | |
|---|---|---|---|
| | | 25 | 32 |
| 100 | SHG | 67 | - |
| 160 | SHG | - | - |

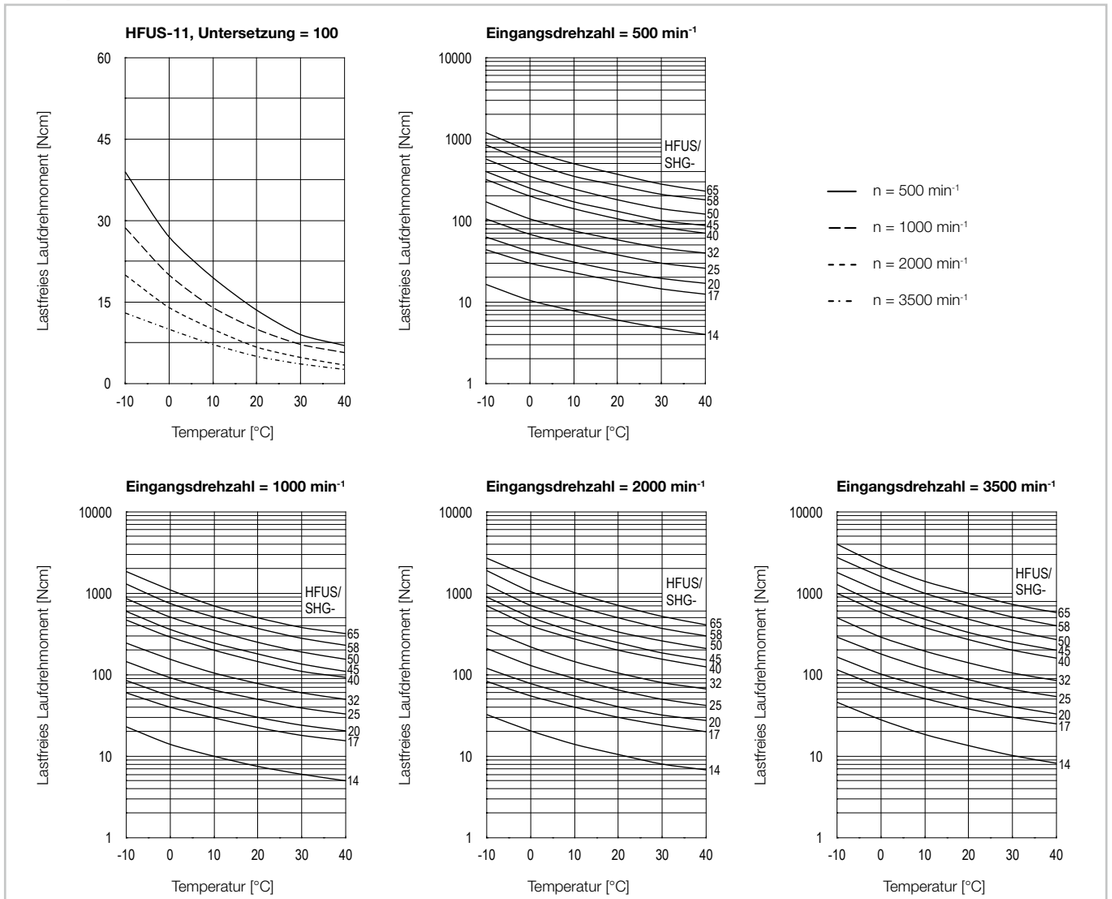
Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Lastfreies Laufdrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett SK-2 (Baugröße 11 … 17) bzw. SK-1A (Baugröße ≥ 20).

Abbildung 2.6.8

**SHG-/HFUS-2UH**




## • Korrekturwerte lastfreies Laufdrehmoment

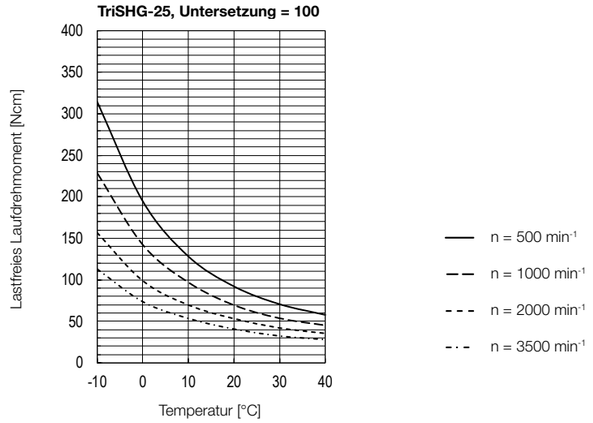
Tabelle 2.6.24

**SHG-/HFUS-2UH [Ncm]**

| Untersetzung | Baugröße | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| 30 | - | 2,6 | 4,1 | 5,9 | 9,6 | 18,3 | - | - | - | - | - |
| 50 | 0,5 | 1,1 | 1,8 | 2,6 | 4,2 | 8,0 | 13,3 | 18,2 | 23,9 | 34,6 | - |
| 80 | - | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 0,8 | 1,5 | 2,4 | 3,3 | 4,3 | 6,2 | 8,1 |
| 120 | - | - | -0,2 | -0,4 | -0,6 | -1,1 | -1,7 | -2,4 | -3,1 | -4,4 | -5,8 |
| 160 | - | - | - | -0,8 | -1,3 | -2,5 | -4,0 | -5,5 | -7,2 | -10,3 | -13,7 |

Abbildung 2.6.9

**TriSHG-2UH**

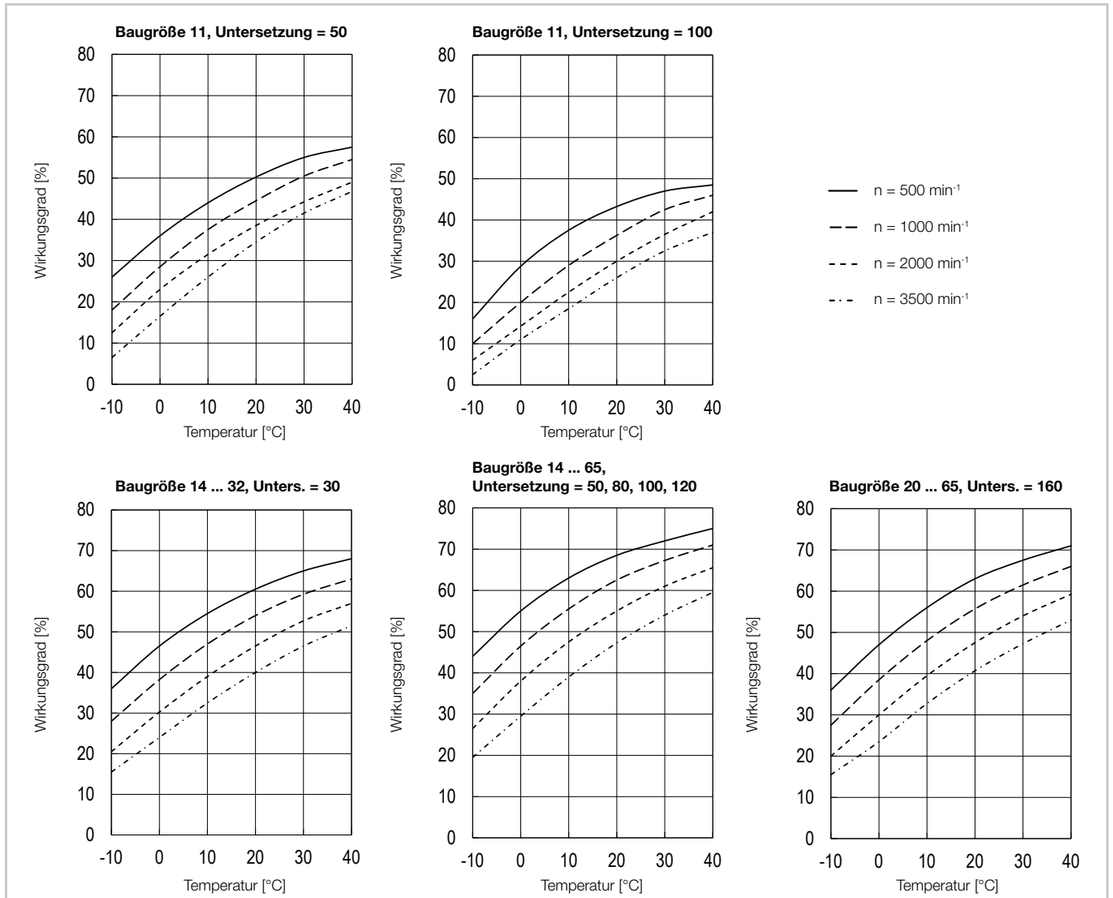



## • Wirkungsgrad

Wirkungsgrad für Fettschmierung bei Nenndrehmoment. Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett SK-2 (Baugröße 11 … 17) bzw. SK-1A (Baugröße ≥ 20).

Abbildung 2.6.10

**SHG-/HFUS-2UH**

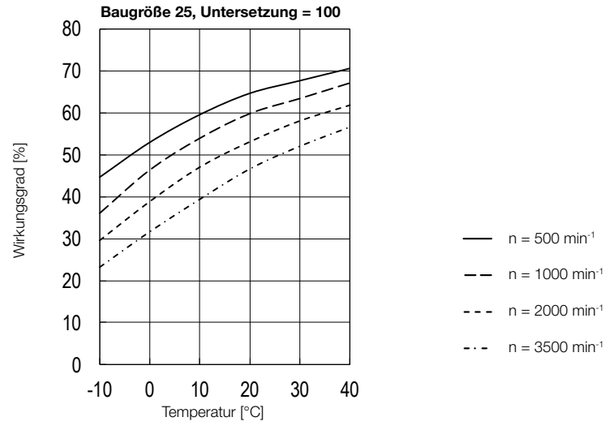



Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

Wirkungsgrad fur Fettschmierung bei Nenndrehmoment. Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett Flexolub®-A1.

Abbildung 2.6.11

**TriSHG-2UH**




Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## Wirkungsgradberechnung

Der Wirkungsgrad hängt von folgenden Parametern ab:
Untersetzung, Eingangsdrehzahl, Lastmoment, Temperatur, Schmierstoff und Schmierstoffmenge. Wenn das Lastmoment kleiner als das Nennmoment ist, ergibt sich ein kleinerer Wirkungsgrad als in den Wirkungsgradlinien angegeben. Der drehmomentspezifische Wirkungsgrad wird mittels des Berechnungsfaktors K ermittelt. Bei Getrieben mit gelagerter und gedichteter Eingangswelle wird die zusätzliche Reduzierung des Wirkungsgrads durch den Korrekturwert $\eta_e$ berücksichtigt.

## Berechnungsbeispiel:

Produkt: SHG-20-80-2UH

- Eingangsdrehzahl: 1000 $min^{-1}$
- (Durchschnittliches) Lastmoment $T_{av}$: 36 Nm
- Nenndrehmoment $T_N$ (Katalogangabe): 44 Nm
- Fettschmierung mit Harmonic Drive® Schmierfett SK-1A, Schmiermitteltemperatur: 20°C

1. Berechnung des Drehmomentfaktors
   $V = T_{av}/T_N = 36/44 = 0{,}82$ (Für V > 1 ist K = 1)
2. Ablesen des Berechnungsfaktors K aus Diagramm Abbildung 2.6.12: K = 0,91
3. Ablesen des Wirkungsgrads aus Wirkungsgradkennlinie Abbildung 2.6.10: η = 63 %
4. Ablesen des Wirkungsgrad-Korrekturwerts aus Diagramm Abbildung 2.6.13: $\eta_e$ = -6,5 %
5. Berechnung des lastabhängigen Wirkungsgrads
   $\eta_L = K \cdot (\eta + \eta e) = 0{,}91 \cdot (63\ \% - 6{,}5\ \%) = 51\ \%$

Abbildung 2.6.12

**Berechnungsfaktor K**

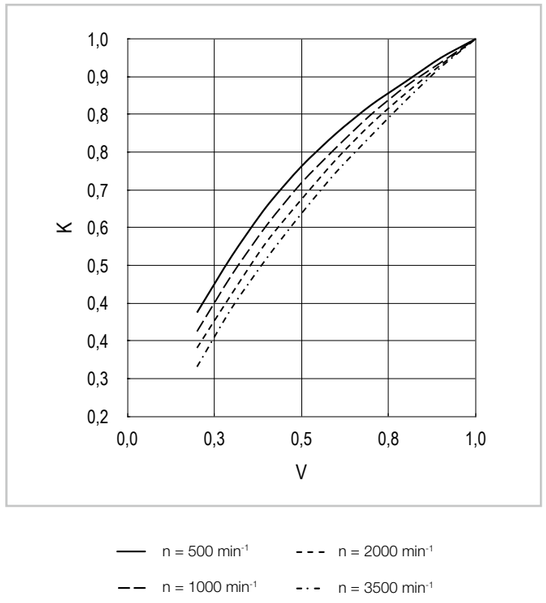
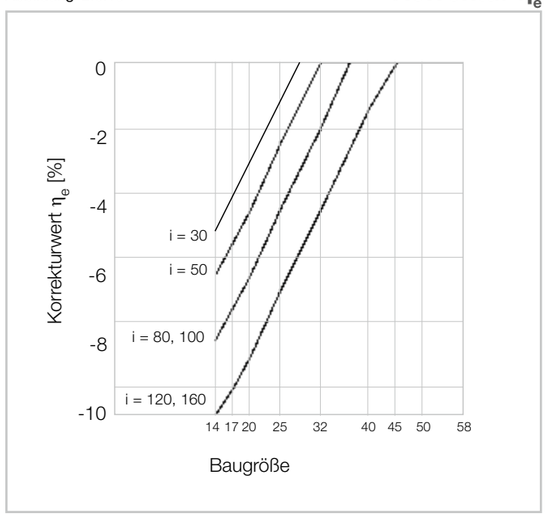



Abbildung 2.6.13

**Korrektur $\eta_e$**

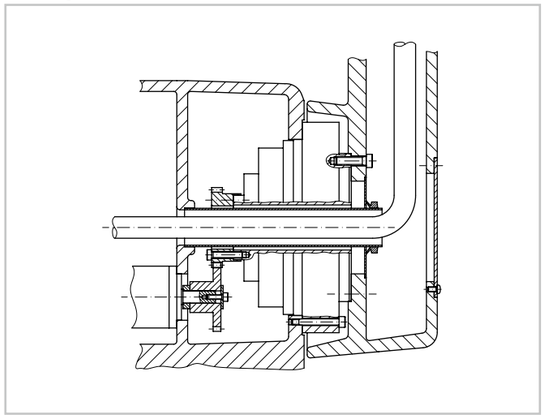


## • Kontinuierlicher Betrieb Hohlwellengetriebe SHG-/HFUS-/TriSHG-2UH

Die Reibung der eingangsseitigen Radialwellendichtungen kann bei den Hohlwellengetriebe während des Betriebes zu einer zusätzlichen Temperaturerhöhung führen. Daher gilt für diese Getriebe eine reduzierte „Grenze für mittlere Eingangsdrehzahl". Für den kontinuierlichen Betrieb bei Nenndrehzahl sollten die in Tabelle 2.6.25 genannten max. Betriebszeiten nicht überschritten werden.

Alternativ kann eine Konstruktion gemäß Abbildung 2.6.14 eingesetzt werden. Bei diesem Einsatzbeispiel wurden die eingangsseitigen (schnelllaufenden) Radialwellendichtungen entfernt. Einschränkungen bei der Einschaltdauer bestehen bei dieser Konstruktion nicht. Die Entfernung einer oder beider eingangsseitigen Radialwellendichtungen sollte nur dann vorgenommen werden, wenn Fett- bzw. Grundölaustritt erlaubt ist oder wenn dies durch die Einbaulage ausgeschlossen wird.

Abbildung 2.6.14



## • Maximal zulässige Betriebszeit bei kontinuierlichem Betrieb

Tabelle 2.6.25

**SHG-2UH/HFUS-2UH**

| Betriebszeit | Einheit | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| Bei Betrieb ohne Last | [min] | 90 | 90 | 90 | 60 | 45 | 40 | 35 | 30 | 20 | 15 |
| Bei Nenndrehmoment | [min] | 60 | 60 | 60 | 45 | 35 | 30 | 25 | 20 | 15 | 10 |

Die in Tabelle 2.6.25 genannten Daten gelten für:
- Umgebungstemperatur: 25 °C
- Eingangsdrehzahl: 2000 $min^{-1}$
- Max. Schmierstofftemperatur: 80 °C
- Befestigung der Getriebe an einer Platte mit folgenden Abmessungen:
  - Plattenhöhe: 330 mm
  - Plattendicke: 15 mm für Baugrößen ≤ 32
  - 30 mm für Baugrößen ≥ 40
  - Plattenmaterial: Stahl
  - Ein zusätzlicher Abtriebsflansch ist nicht montiert.

## Eingangslagerung

Die Hohlwelle der Getriebe SHG/HFUS-2UH ist mit zwei Rillenkugellagern gelagert. Abbildung 2.6.15 zeigt die Kraftangriffspunkte der in Tabelle 2.6.26, Abbildung 2.6.16 und Abbildung 2.6.17 dargestellten max. zulässigen Radial- und Axialkräfte. Beispiel: Wenn die Hohlwelle eines Getriebes SHG-40-2UH mit einer Axialkraft von 500 N vorgespannt ist, beträgt die max. zulässige Radialkraft 420 N, siehe Abbildung 2.6.17.

Die hier dargestellten Maximalwerte gelten für eine durchschnittliche Eingangsdrehzahl von 2000 $min^{-1}$ und eine mittlere Lagerlebensdauer von $L_{10}$ = 7000 h.
Die Getriebe SHG/HFUS-2UH sind typischerweise vorgesehen für Zahnriemenantriebe. Bei Anwendungen, die eine genaue Axialposition der Eingangswelle erfordern, bitte Rücksprache mit der Harmonic Drive SE.

Tabelle 2.6.26

| | | Baugröße | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| Lager A | Model | 6804ZZ | 6804ZZ | 6805ZZ | 6806ZZ | 6808ZZ | 6909ZZ | 6912ZZ | 6913ZZ | 6915ZZ | 6917ZZ | 6920ZZ |
| | Dynamische Tragzahl C [N] | 4000 | 4000 | 4300 | 4500 | 4900 | 14100 | 16400 | 17400 | 24400 | 32000 | 42500 |
| | Statische Tragzahl $C_0$ [N] | 2470 | 2470 | 2950 | 3450 | 4350 | 10900 | 14300 | 16100 | 22600 | 29600 | 36500 |
| Lager B | Model | 6704ZZ | 6804ZZ | 6805ZZ | 6806ZZ | 6808ZZ | 6909ZZ | 6812ZZ | 6813ZZ | 6815ZZ | 6817ZZ | 6820ZZ |
| | Dynamische Tragzahl C [N] | 1400 | 4000 | 4300 | 4500 | 4900 | 5350 | 11500 | 11900 | 12500 | 18700 | 19600 |
| | Statische Tragzahl $C_0$ [N] | 720 | 2470 | 2950 | 3450 | 4350 | 5250 | 10900 | 12100 | 13900 | 20000 | 21200 |
| a | [mm] | 25,7 | 27,0 | 29,0 | 27,0 | 29,5 | 33,0 | 39,5 | 44,0 | 49,0 | 56,2 | 67,0 |
| b | [mm] | 15,5 | 16,5 | 17,5 | 15,5 | 16,5 | 23,0 | 27,5 | 28,5 | 31,5 | 36,5 | 44,5 |
| Max. zul. Radialkraft | $F_r$ [N] | - | 230 | 250 | 275 | 250 | 770 | 1060 | 900 | 1370 | 1720 | 2300 |

Abbildung 2.6.15

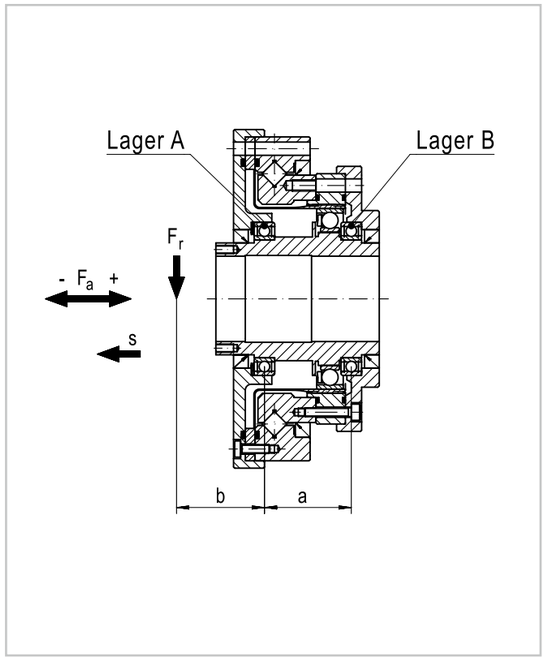



Abbildung 2.6.16

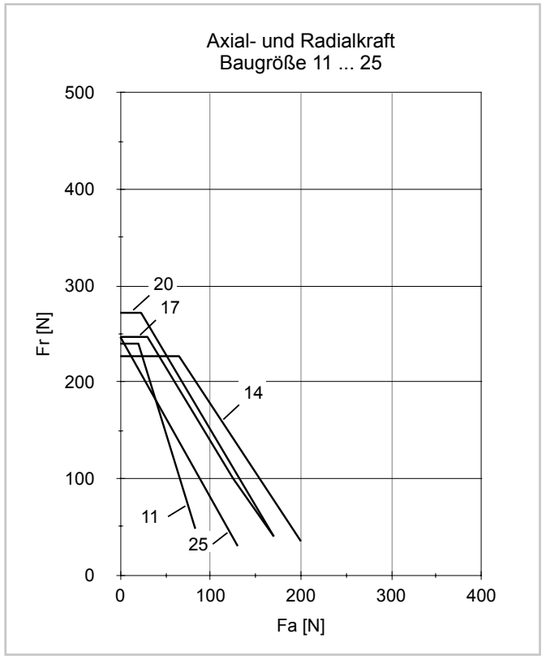
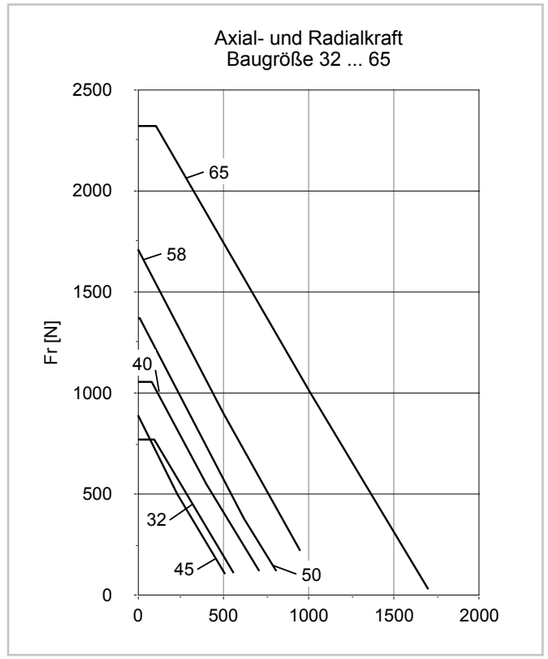



Abbildung 2.6.17

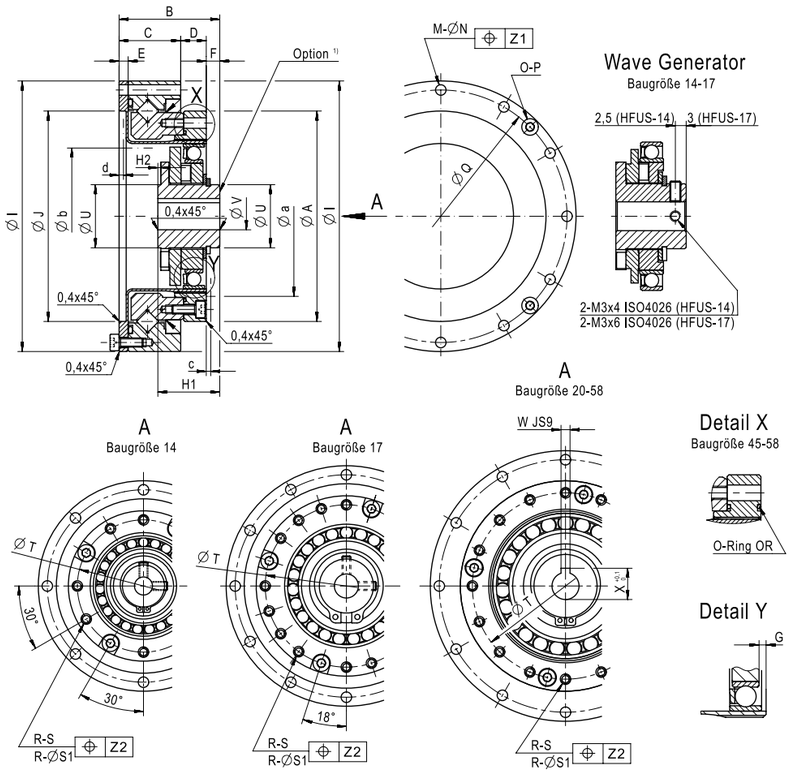


# Technische Daten SHG-/HFUS-/TriSHG-2SO

## • Abmessungen

Abbildung 2.6.18

**Baugrößen 14 ... 65 [mm]**




## • Genauigkeit der Oldham-Kupplung

Harmonic Drive® Getriebe sind spielfrei. Wird eine Oldham-Kupplung eingesetzt, entsteht außerhalb des Zahneingriffes ein geringes Spiel in Bereich von wenigen Winkelsekunden, siehe Tabelle 2.6.27. Dieses geringe Spiel tritt bei einem Solid Wave Generator nicht auf.

Tabelle 2.6.27

**[arcsec]**

| Untersetzung | Baureihe | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| 30 | HFUS | 60 | 33 | 28 | 28 | 23 | - | - | - | - | - |
| 50 | SHG | 36 | 20 | 17 | 17 | 14 | 14 | 12 | - | - | - |
| | HFUS | - | - | - | - | - | - | - | 12 | 10 | - |
| 80 | SHG | 23 | 13 | 11 | 11 | 9 | 9 | 8 | 8 | 6 | 6 |
| | HFUS | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 100 | SHG | 18 | 10 | 9 | 9 | 7 | 7 | 6 | 6 | 5 | 5 |
| | HFUS | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 120 | SHG | - | 8 | 8 | 8 | 6 | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| | HFUS | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 160 | SHG | - | - | 6 | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| | HFUS | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

Tabelle 2.6.28

**SHG-/HFUS-/TriSHG-2SO [mm]**

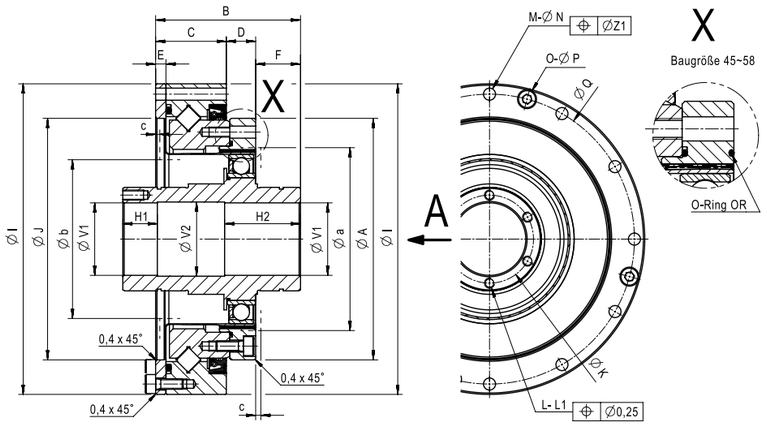
| | | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| ØA h6 | | 50 | 60 | 70 | 85 | 110 | 135 | 155 | 170 | 195 | 215 |
| B | HFUS | 28,5 $^{0}_{-0,8}$ | 32,5 $^{0}_{-0,9}$ | 33,5 $^{0}_{-1,0}$ | 37,0 $^{0}_{-1,1}$ | 44,0 $^{0}_{-1,1}$ | - | - | 64,0 $^{0}_{-1,3}$ | 75,5 $^{0}_{-1,3}$ | - |
| | SHG | 28,5 $^{0}_{-0,4}$ | 32,5 $^{0}_{-0,4}$ | 33,5 $^{0}_{-0,4}$ | 37,0 $^{0}_{-0,5}$ | 44,0 $^{0}_{-0,6}$ | 53,0 $^{0}_{-0,6}$ | 58,0 $^{0}_{-0,6}$ | 64,0 $^{0}_{-0,7}$ | 75,5 $^{0}_{-0,7}$ | 83,0 $^{0}_{-0,7}$ |
| C | | 16,5 | 19,0 | 20,5 | 22,0 | 27,0 | 33,0 | 36,5 | 39,0 | 46,0 | 49,5 |
| D | | 7,0 | 7,5 | 8,5 | 12,0 | 15,0 | 18,0 | 20,0 | 24,0 | 27,0 | 32,0 |
| E | | 2,4 | 3,0 | 3,0 | 3,3 | 3,6 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,8 | 6,5 |
| F | | 5,0 | 6,0 | 4,5 | 3,0 | 2,0 | 2,0 | 1,5 | 1,0 | 2,5 | 1,5 |
| G | HFUS | 0,4 | 0,3 | 0,1 | 2,1 | 2,5 | - | - | 4,2 | 4,8 | - |
| | SHG | 1,4 | 1,6 | 1,5 | 3,5 | 4,2 | 5,6 | 6,3 | 7,0 | 8,2 | 9,5 |
| H1 | HFUS | 17,6 $^{0}_{-0,1}$ | 19,5 $^{0}_{-0,1}$ | 20,1 $^{0}_{-0,1}$ | 20,2 $^{0}_{-0,1}$ | 22,0 $^{0}_{-0,1}$ | - | - | 32,0 $^{0}_{-0,1}$ | 34,9 $^{0}_{-0,1}$ | - |
| | SHG | 18,5 $^{0}_{-0,1}$ | 20,7 $^{0}_{-0,1}$ | 21,5 $^{0}_{-0,1}$ | 21,6 $^{0}_{-0,1}$ | 23,6 $^{0}_{-0,1}$ | 29,7 $^{0}_{-0,1}$ | 30,5 $^{0}_{-0,1}$ | 34,8 $^{0}_{-0,1}$ | 38,3 $^{0}_{-0,1}$ | 44,6 $^{0}_{-0,1}$ |
| H2 | | - | - | - | - | - | 0,4 | - | 0,8 | - | - |
| ØI | HFUS | 70 h6 | 80 h6 | 90 h6 | 110 h6 | 142 h6 | - | - | 214 h6 | 240 h6 | 276 h6 |
| | SHG | 70 h7 | 80 h7 | 90 h7 | 110 h7 | 142 h7 | 170 h7 | 190 h7 | 214 h7 | 240 h7 | 276 h7 |
| ØJ | HFUS | 48 h6 | 60 h6 | 70 h6 | 88 h6 | 114 h6 | - | - | 175 h6 | 203 h6 | 232 h6 |
| | SHG | 48 h7 | 60 h7 | 70 h7 | 88 h7 | 114 h7 | 140 h7 | 158 h7 | 175 h7 | 203 h7 | 232 h7 |
| M | | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 18 | 12 | 16 | 16 |
| ØN | | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 4,5 | 5,5 | 6,6 | 6,6 | 9,0 | 9,0 | 11,0 |
| O | | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 6 | 6 | 6 | 8 | 8 |
| P | | M3x6 | M3x6 | M3x8 | M3x8 | M4x8 | M4x10 | M4x8 | M5x12 | M5x12 | M6x16 |
| ØQ | | 64 | 74 | 84 | 102 | 132 | 158 | 180 | 200 | 226 | 258 |
| R | | 8 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 12 | 16 | 12 | 16 |
| S | | M3x5 | M3x6 | M3x6 | M4x7 | M5x8 | M6x10 | M8x10 | M8x11 | M10x15 | M10x15 |
| ØT | | 44 | 54 | 62 | 77 | 100 | 122 | 140 | 154 | 178 | 195 |
| ØU | | 14 | 18 | 21 | 26 | 26 | 32 | 32 | 32 | 40 | 48 |
| ØV H7 | | 6 | 8 | 9 | 11 | 14 | 14 | 19 | 19 | 22 | 24 |
| W | | - | - | 3 Js9 | 4 Js9 | 5 Js9 | 5 Js9 | 6 Js9 | 6 Js9 | 6 JS9 | 8 Js9 |
| X | | - | - | 10,4 | 12,8 | 16,3 | 16,3 | 21,8 | 21,8 | 24,8 | 27,3 |
| Z1 | | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,30 | 0,30 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| Z2 | | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,30 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| Min. Gehäuse-abstand | Øa | 38 | 45 | 53 | 66 | 86 | 106 | 119 | 133 | 154 | 172 |
| | Øb | 31 | 38 | 45 | 56 | 73 | 90 | 101 | 113 | 131 | 150 |
| | c | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,5 | 2,5 |
| | d | 1,7 | 2,1 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,3 | 2,5 | 2,9 | 3,5 |
| O-Ring | | - | - | - | - | - | - | 121,5x2,0 | 134,5x2,0 | 157,0x2,0 | S175 |

# Technische Daten SHG-/HFUS-/TriSHG-2SH

- Abmessungen

Abbildung 2.6.19

**Baugrößen 14 ... 65 [mm]**




## Details Wave Generator

Abbildung 2.6.20

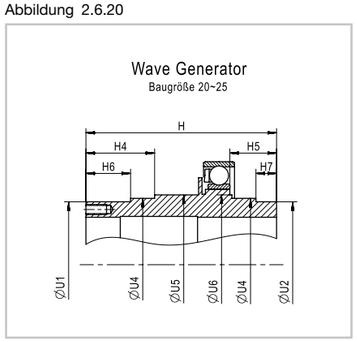



Abbildung 2.6.21

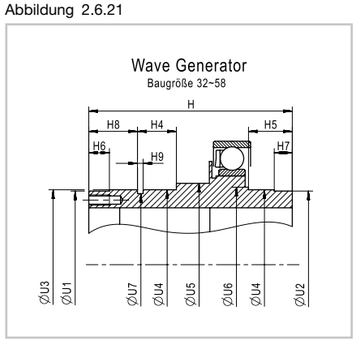



Abbildung 2.6.22

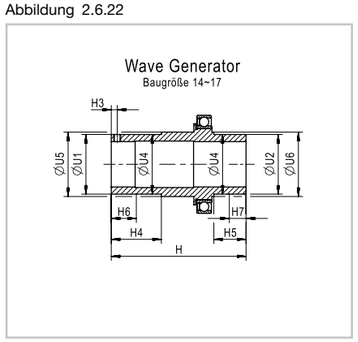



Tabelle 2.6.29

**SHG-/HFUS-/TriSHG-2SH [mm]**

| | | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| ØA h6 | | 50 | 60 | 70 | 85 | 110 | 135 | 155 | 170 | 195 | 215 |
| B | | 36,5 $^{0}_{-0,8}$ | 40,5 $^{0}_{-0,9}$ | 42,0 $^{0}_{-1,0}$ | 45,5 $^{0}_{-1,1}$ | 53,5 $^{0}_{-1,1}$ | 66,0 $^{0}_{-1,1}$ | 71,5 $^{0}_{-1,2}$ | 78,0 $^{0}_{-1,3}$ | 90,0 $^{0}_{-1,3}$ | 107,0 $^{0}_{-1,3}$ |
| C | | 16,5 | 19,0 | 20,5 | 22,0 | 27,0 | 33,0 | 36,5 | 39,0 | 46,0 | 49,5 |
| D | | 7,0 | 7,5 | 8,5 | 12,0 | 15,0 | 18,0 | 20,0 | 24,0 | 27,0 | 32,0 |
| E | | 2,4 | 3,0 | 3,0 | 3,3 | 3,6 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,8 | 6,5 |
| F | | 13,0 | 14,0 | 13,0 | 11,5 | 11,5 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 17,0 | 25,5 |
| H | | 52,5 $^{0}_{-0,1}$ | 56,5 $^{0}_{-0,1}$ | 51,5 $^{0}_{-0,1}$ | 55,5 $^{0}_{-0,1}$ | 65,5 $^{0}_{-0,1}$ | 79,0 $^{0}_{-0,1}$ | 85,0 $^{0}_{-0,1}$ | 93,0 $^{0}_{-0,1}$ | 106,0 $^{0}_{-0,1}$ | 128,0 $^{0}_{-0,1}$ |
| H1 | | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 12 | 15 | 15 | 15 | 20 |
| H2 | | 20 | 22 | 22 | 23 | 25 | 32 | 35 | 37 | 43 | 54 |
| H3 | | 2,5 | 2,5 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| H4 | | 20,0 | 21,5 | 19,0 | 20,0 | 13,9 | 15,1 | 15,6 | 18,6 | 21,1 | 23,1 |
| H5 | HFUS | 12,5 | 13,5 | 12,5 | 13,0 | 13,0 | - | - | 17,5 | 20,0 | - |
| | SHG | | | | | | 16,5 | 17,5 | | | |
| H6 | | 13,0 | 14,5 | 12,0 | 13,5 | - | - | 8,0 | 9,0 | 10,0 | 14,0 |
| H7 | HFUS | 5,5 | 6,5 | 5,5 | 6,5 | 6,0 | - | - | 8,0 | 7,5 | 11,5 |
| | SHG | | | | | | 7,0 | 8,0 | | | |
| H8 | | - | - | - | - | 15,1 | 18,9 | 19,4 | 20,9 | 24,2 | 31,4 |
| H9 | | - | - | - | - | 1,9 | 2,2 | 2,7 | 2,7 | 3,2 | 3,1 |
| ØI h6 | | 70 | 80 | 90 | 110 | 142 | 170 | 190 | 214 | 240 | 276 |
| ØJ H6 | | 48 | 60 | 70 | 88 | 114 | 140 | 158 | 175 | 203 | 232 |
| ØK | | - | - | 25,5 | 33,5 | 40,5 | 52,0 | 58,0 | 67,0 | 77,0 | 88,0 |
| L | | 3 | 3 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 8 | 6 |
| L1 | | M3 | M3 | M3x6 | M3x6 | M3x6 | M4x8 | M4x8 | M4x8 | M4x8 | M5x10 |
| M | | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 18 | 12 | 16 | 16 |
| ØN | | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 4,5 | 5,5 | 6,6 | 6,6 | 9,0 | 9,0 | 11,0 |
| O | | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 6 | 6 | 6 | 8 | 8 |
| P | | M3x6 | M3x6 | M3x8 | M3x8 | M4x8 | M4x10 | M4x10 | M5x12 | M5x12 | M6x16 |
| ØQ | | 64 | 74 | 84 | 102 | 132 | 158 | 180 | 200 | 226 | 258 |
| R | | 8 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 12 | 16 | 12 | 16 |
| S | | M3x5 | M3x6 | M3x8 | M3x8 | M4x8 | M4x10 | M4x10 | M5x12 | M5x12 | M6x16 |
| S1 | | Ø3,5x6,0 | Ø3,5x6,0 | Ø3,5x7,5 | Ø4,5x10 | Ø5,5x14 | Ø6,6x17 | Ø9,0x19 | Ø9,0x22 | Ø11,0x25 | Ø11,0x29 |
| ØT | | 44 | 54 | 62 | 77 | 100 | 122 | 140 | 154 | 178 | 195 |
| ØU1 h7 | | 20 | 25 | 30 | 38 | 45 | 59 | 64 | 74 | 84 | 96 |
| ØU2 | | 20 f7 | 25 f7 | 30 f7 | 40 h9 | 45 f7 | 59 h9 | 59 h9 | 69 h9 | 84 h9 | 96 h9 |
| ØU3 | HFUS | - | - | - | - | - | - | - | 75 h9 | 85 h9 | - |
| | SHG | | | | | | 60 f7 | 65 f7 | 75 f7 | 85 f7 | 100 f7 |
| ØU4 j6 | | 20 | 25 | 30 | 40 | 45 | 60 | 65 | 75 | 85 | 100 |
| ØU5 | | 22,0 | 27,0 | 32,0 | 42,0 | 49,0 | 65,0 | 70,0 | 80,0 | 91,5 | 111,0 |
| ØU6 | | 22 | 27 | 32 | 42 | 47 | 62 | 69 | 79 | 90 | 106 |
| ØU7 | | - | - | - | - | 42,5 | 57,0 | 62,0 | 72,0 | 81,5 | 96,5 |
| ØV1 H7 | | 14 | 19 | 21 | 29 | 36 | 46 | 52 | 60 | 70 | 80 |
| ØV2 | | 14,5 | 19,5 | 21,5 | 29,5 | 36,5 | 46,5 | 52,5 | 60,5 | 70,5 | 80,5 |
| Z1 | | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,30 | 0,30 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| Z2 | | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,30 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| O-Ring | | - | - | - | - | - | - | 121,5x2 | 134,5x2 | 157,0x2 | S175 |
| Min. Gehäuse-abstand | Øa | 38 | 45 | 53 | 66 | 86 | 106 | 119 | 133 | 154 | 172 |
| | Øb | 31 | 38 | 45 | 56 | 73 | 90 | 101 | 113 | 131 | 150 |
| | c | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,5 | 2,5 |
| | d | 1,7 | 2,1 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,3 | 2,5 | 2,9 | 3,5 |

# Montage SHG-/HFUS-/TriSHG-2SO/2SH

## • Montagetoleranzen

Abbildung 2.6.23

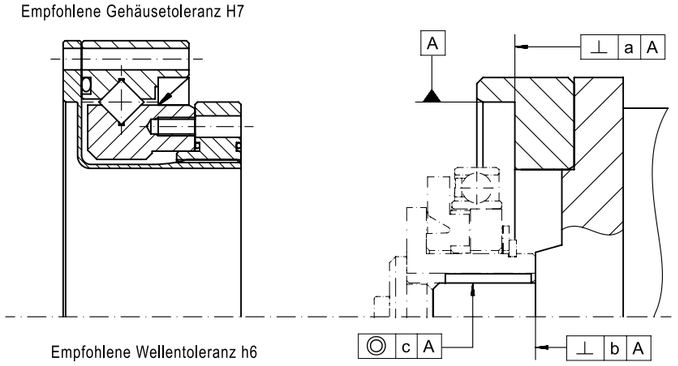



Tabelle 2.6.30

| Symbol | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| a | 0,011 | 0,015 | 0,017 | 0,024 | 0,026 | 0,026 | 0,027 | 0,028 | 0,031 | 0,034 |
| b | 0,017 | 0,020 | 0,020 | 0,024 | 0,024 | 0,024 | 0,032 | 0,032 | 0,032 | 0,032 |
| | (0,008) | (0,010) | (0,010) | (0,012) | (0,012) | (0,012) | (0,012) | (0,015) | (0,015) | (0,015) |
| c | 0,030 | 0,034 | 0,044 | 0,047 | 0,047 | 0,050 | 0,063 | 0,066 | 0,068 | 0,070 |
| | (0,016) | (0,018) | (0,019) | (0,022) | (0,022) | (0,022) | (0,024) | (0,030) | (0,033) | (0,035) |

## Verschraubung am Wave Generator

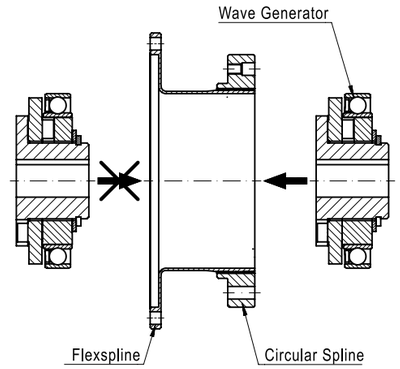
Tabelle 2.6.31

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| | | SHG/HFUS | SHG/HFUS/ TriSHG | SHG/HFUS/ TriSHG | SHG/HFUS | SHG/HFUS | SHG/HFUS | SHG/HFUS | SHG |
| Anzahl der Schrauben | | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M3 | M4 | M4 | M4 | M4 | M5 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 22,5 | 33,5 | 40,5 | 52,0 | 58,0 | 67,0 | 77,0 | 88,0 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,30 | 2,30 | 2,30 | 5,29 | 5,29 | 5,29 | 5,29 | 10,54 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 31 | 41 | 50 | 110 | 126 | 121 | 139 | 311 |

## • Einbau des Wave Generators

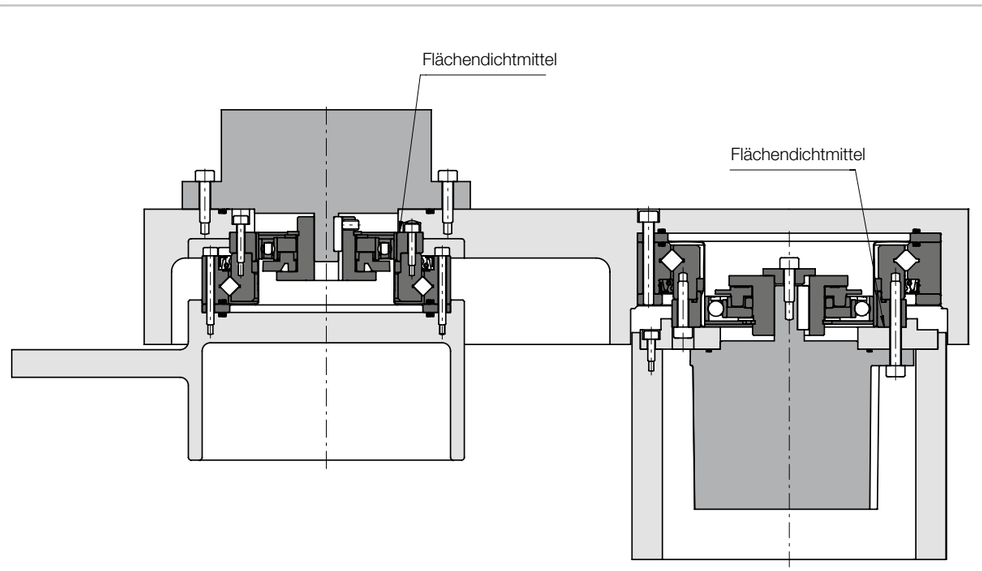
Die Montage des Wave Generators muss in Pfeilrichtung erfolgen. Beim Einschieben des Wave Generators in den Flexspline passt dieser sich der elliptischen Form des Wave Generators an.

Abbildung 2.6.24




## • Anwendungsbeispiel

Abbildung 2.6.25



# Konstruktionshinweise

## • Verwendete Materialien und Beschichtungen

Tabelle 2.6.32

| Version | SHG-/HFUS-/ TriSHG-2UH | SHG-/HFUS-/ TriSHG-2SO | SHG-/HFUS-/ TriSHG-2SH | SHG-/HFUS-2UH-LW |
|---|---|---|---|---|
| Abtriebslager | Brünierter Stahl[2] | | | |
| Circular Spline | Grauguss | | | |
| Flexspline | Blanker Stahl | | | |
| Wave Generator (Hohlwelle bei 2UH/2SH) | Blanker Stahl | | | |
| Antriebsflansch | Blanker Stahl | x | x | blankes Aluminium |
| Abtriebsflansch (Version 2SO Adapterflansch[1]) | Blanker Stahl | Hochfestes Aluminium oder Stahl, Beschichtung gemäß Bestätigungszeichnung | x | blankes Aluminium |
| Schrauben | Gegen Korrosion beschichtet | | | |

x nicht vorhanden in der Version
[1] Falls von Harmonic Drive SE geliefert
[2] kein Korrosionsschutz

Optionale Materialien und Beschichtungen sind bei Harmonic Drive SE anzufragen.

# Schmierung

## • Fettschmierung SHG-/HFUS/TriSHG-2UH/(2UH-LW)

Die Getriebe mit Abtriebslager SHG-/HFUS/TriSHG-2UH/2UH-LW werden vollständig gefettet geliefert. Sie sind werkseitig mit einer Lebensdauer-Fettschmierung versehen. Wir empfehlen den Einsatz der in Tabelle 2.6.33 genannten Schmierfette. Das Abtriebslager ist mit Harmonic Drive® Schmierfett 4BNo.2 gefettet.

## • Fettschmierung SHG-/HFUS/TriSHG-2SO und SHG-/HFUS/TriSHG-2SH

Diese Getriebe werden ohne Lebensdauer-Fettschmierung geliefert und müssen vor Inbetriebnahme kundenseitig mit einer Schmierstofffüllung versehen werden. Die empfohlenen Fetttypen sind in Tabelle 2.6.33 aufgezeigt. Bei Einsatz eines anderen Fettes ist der Fetttyp auf der Kundenzeichnung vermerkt. Bei Lieferung von Standardgetrieben SHG-/HFUS/TriSHG-2SO und -2SH sind die Verzahnungen von Flexspline und Circular Spline bereits fertig geschmiert. Vor der Montage müssen das Wave-Generator-Kugellager und die Innenseite des Flexsplines gefettet werden. Eventuell muss zusätzlich Fett vor der Stirnseite des Wave Generator platziert werden. Das Maß „s“ soll ungefähr der Höhe des Wave-Generator-Kugellagers entsprechen.

Wichtig bei Fettschmierung ist die Sicherstellung einer ausreichenden Fettmenge an den zu schmierenden Stellen. Dies kann durch die Optimierung des Bauraumes zwischen Getriebe und Gehäuse erreicht werden, siehe Abbildung 2.6.26.

Abbildung 2.6.26 zeigt die zu schmierenden Bereiche.

Abbildung 2.6.26

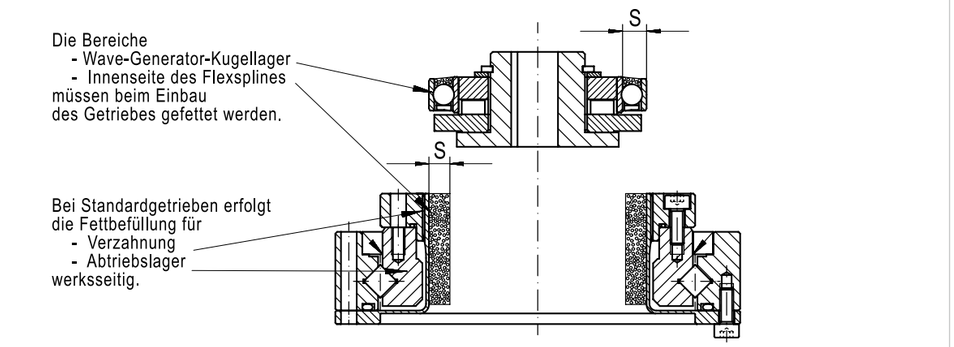



Tabelle 2.6.33

**SHG/HFUS-2UH/2SO/2SH**

| Untersetzung | Harmonic Drive® Schmierfett | Baugröße 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 ... 58 | 65 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 30 (HFUS) | Flexolub®-A1[1] | - | O | O | O | O | O | - | - | - |
| | SK-1A | - | - | - | Δ | Δ | Δ | - | - | - |
| | SK-2 | - | Δ | Δ | - | - | - | - | - | - |
| | 4BNo.2 | - | Δ | Δ | □ | □ | □ | - | - | - |
| ≥50 | SK-1A | - | - | - | O | O | O | O | O | O |
| | SK-2 | O | O | O | Δ | Δ | Δ | Δ | - | - |
| | 4BNo.2 | - | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| | Flexolub®-A1[1] | - | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | - |

[1] nur für Baureihe HFUS
O Standard-Schmierfett
□ Empfohlen bei sehr hoher Last bzw. sehr hohen Anforderungen an die Lebensdauer des Schmierfetts
Δ Optionales Schmierfett, bitte Rücksprache

Tabelle 2.6.34

**TriSHG-2UH/2SO/2SH**

| Untersetzung | Harmonic Drive® Schmierfett | Baugröße 25 ... 32 |
|---|---|---|
| 100 ... 160 | Flexolub®-A1 | O |
| | SK-1A | - |
| | SK-2 | Δ |
| | 4BNo.2 | Δ |

O Standard-Schmierfett
□ Empfohlen bei sehr hoher Last bzw. sehr hohen Anforderungen an die Lebensdauer des Schmierfetts
Δ Optionales Schmierfett, bitte Rücksprache

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Fettmenge SHG-/HFUS/TriSHG-2SO und SHG-/HFUS/TriSHG-2SH

Tabelle 2.6.36 und Tabelle 2.6.35 zeigen die Fettmengen für SHG-/HFUS-2SO und SHG-/HFUS-2SH in den verschiedenen Einbaulagen.

Tabelle 2.6.35

**Fettmenge SHG-/HFUS/TriSHG-2SO [g]**

| | | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| Einbaulage | Wave Generator senkrecht | 5,8 | 11 | 18 | 32 | 64 | 120 | 185 | 235 | 385 | 385 |
| | Wave Generator unten | 7,5 | 13 | 19 | 37 | 74 | 130 | 200 | 255 | 400 | 400 |
| | Wave Generator oben | 8,9 | 15 | 22 | 42 | 84 | 150 | 230 | 290 | 480 | 480 |

Tabelle 2.6.36

**Fettmenge SHG-/HFUS/TriSHG-2SH [g]**

| | | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 |
| Einbaulage | Wave Generator senkrecht | 5,7 | 8,4 | 10 | 17 | 30 | 49 | 79 | 99 | 155 | 207 |
| | Wave Generator unten | 7,4 | 10 | 11 | 22 | 40 | 59 | 94 | 119 | 170 | 242 |
| | Wave Generator oben | 8,8 | 12 | 14 | 27 | 50 | 79 | 124 | 154 | 250 | 342 |

## • Fettmenge bei Einbauten in den Getrieberaum

Wenn Einbauten in den Getrieberaum vorgesehen sind (z. B. Flansche), so ist die Fettmenge noch einmal gesondert zu betrachten. Um einen zu hohen Druckanstieg während der Erwärmung des Getriebes im Betrieb zu vermeiden, empfehlen wir generell, ein Verhältnis zwischen Fettvolumen zu Gehäusevolumen von ca. 50 ... 60 % nicht zu überschreiten.
Abbildung 2.6.27 zeigt das verfügbare Getriebevolumen für den Schmierstoff.
Kontaktieren Sie in diesem Fall die Harmonic Drive SE.

Abbildung 2.6.27

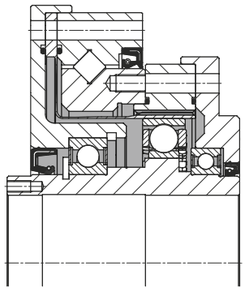
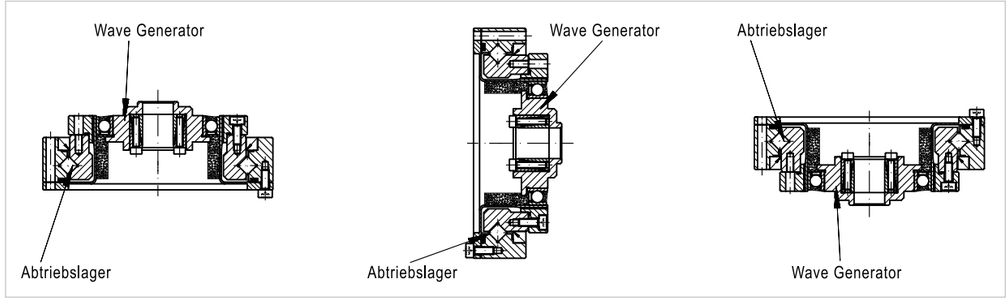
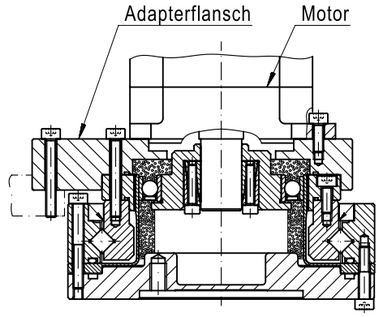


Abbildung 2.6.28




Die im Text definierten Einbaulagen „Wave Generator oben“ bzw. „Wave Generator unten“ beziehen sich auf die relative Lage des Wave Generators zum Abtriebslager des Getriebes, siehe Abbildung 2.6.29.
Bei überwiegendem Einsatz mit oben liegendem Wave Generator ist diese zusätzliche Fettbefüllung erforderlich. In diesem Fall sollten ca. 60 % des verfügbaren Volumens im Adapterflansch mit Fett befüllt werden.

Abbildung 2.6.29




## • Ölschmierung

Harmonic Drive® Getriebe mit Abtriebslager mit Ölschmierung sind kundenspezifische Sonderanfertigungen. Schmierung und Nachschmierung werden individuell festgelegt.

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## Produktbeschreibung

# Leichtes und kurzbauendes Hohlwellengetriebe

Die Getriebe mit Abtriebslager der Baureihe SHD-2SH zeichnen sich durch ihre sehr kurze Bauform aus. Im Vergleich zur SHG/HFUS Baureihe ist die axiale Länge um etwa 50 % reduziert. Darüber hinaus weist diese Baureihe ein sehr geringes Gewicht auf sowie einen Wave Generator mit großer Bohrung zur Durchführung von Versorgungsleitungen.

## Merkmale

- Sehr kurze Bauform
- Sehr geringes Gewicht
- Große Wave Generator Bohrung
- Hohe einstufige Untersetzungen
- Spielfreiheit
- Hohe Übertragungsgenauigkeit
- Hohe Drehmomentkapazität
- Hohe Torsionssteifigkeit



## Bestellbezeichnung

Tabelle 2.7.1

| Bestellbezeichnung | SHD | - | 25 | - | 100 | - | 2SH | - | SP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baureihe** | | | | | | | | | |
| **Baugröße**<br>(entspricht dem Teilkreis-Durchmesser der Flexspline-Verzahnung in Zoll x 10) | | | 14<br>17<br>20<br>25<br>32<br>40 | | | | | | |
| **Untersetzung**<br>(In der Antriebskonfiguration: Circular Spline (CS) fixiert, Wave Generator (WG), Antrieb, Flexspline (FS) Abtrieb) | | | | | 50<br>80<br>100<br>120<br>160 | | | | |
| **Version**<br>Getriebe für Motoranbau | | | | | | | 2SH | | |
| **Kundenspezifische Ausführung**<br>Standardausführung (Feld bleibt leer)<br>Sonderausführung (auf Anfrage) | | | | | | | | | [ ]<br>SP |

Bitte beachten Sie die Tabelle der möglichen Kombinationen.

## Kombinationen

Tabelle 2.7.2

| | | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| Untersetzung | 50 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 80 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 100 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 120 | - | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 160 | - | - | ● | ● | ● | ● |

● verfügbar o auf Anfrage - nicht verfügbar

# Technische Daten

## • Leistungsdaten

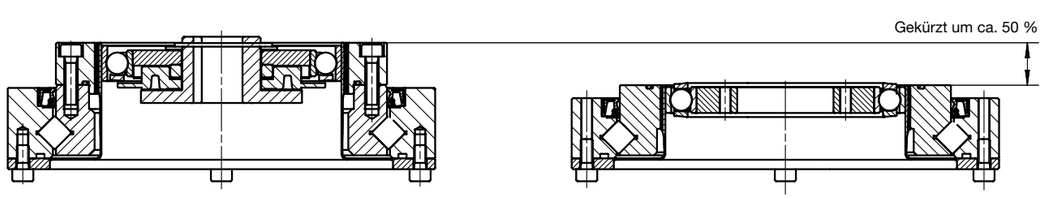
Tabelle 2.7.3

| Baugröße | Untersetzung | Grenze für wiederholbares Spitzendrehmoment | Grenze für Durchschnittsdrehmoment | Nenndrehmoment bei Nenndrehzahl 2000 min$^{-1}$ | Grenze für Kollisionsdrehmoment | Max. Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] | Grenze für mittlere Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] | Massenträgheitsmoment | Gewicht |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | i | $T_R$ [Nm] | $T_A$ [Nm] | $T_N$ [Nm] | $T_M$ [Nm] | Fettschmierung | Fettschmierung | [kgm$^2$] | [kg] |
| 14 | 50 | 12,0 | 4,8 | 3,7 | 23,0 | 8500 | 3500 | 0,021x10$^{-4}$ | 0,33 |
| | 80 | 16,0 | 7,7 | 5,4 | 35,0 | | | | |
| | 100 | 19,0 | 7,7 | 5,4 | 35,0 | | | | |
| 17 | 50 | 23 | 18 | 11 | 48 | 7300 | 3500 | 0,054x10$^{-4}$ | 0,42 |
| | 80 | 29 | 19 | 15 | 61 | | | | |
| | 100 | 37 | 27 | 16 | 71 | | | | |
| | 120 | 37 | 27 | 16 | 71 | | | | |
| 20 | 50 | 39 | 24 | 17 | 69 | 6500 | 3500 | 0,090x10$^{-4}$ | 0,52 |
| | 80 | 51 | 33 | 24 | 89 | | | | |
| | 100 | 57 | 34 | 28 | 95 | | | | |
| | 120 | 60 | 34 | 28 | 95 | | | | |
| | 160 | 64 | 34 | 28 | 95 | | | | |
| 25 | 50 | 69 | 38 | 27 | 127 | 5600 | 3500 | 0,282x10$^{-4}$ | 0,91 |
| | 80 | 96 | 60 | 44 | 179 | | | | |
| | 100 | 110 | 75 | 47 | 184 | | | | |
| | 120 | 117 | 75 | 47 | 204 | | | | |
| | 160 | 123 | 75 | 47 | 204 | | | | |
| 32 | 50 | 151 | 75 | 53 | 268 | 4800 | 3500 | 1,090x10$^{-4}$ | 1,87 |
| | 80 | 213 | 117 | 83 | 398 | | | | |
| | 100 | 233 | 151 | 96 | 420 | | | | |
| | 120 | 247 | 151 | 96 | 445 | | | | |
| | 160 | 261 | 151 | 96 | 445 | | | | |
| 40 | 50 | 281 | 137 | 96 | 480 | 4000 | 3000 | 2,850x10$^{-4}$ | 3,09 |
| | 80 | 364 | 198 | 144 | 686 | | | | |
| | 100 | 398 | 260 | 185 | 700 | | | | |
| | 120 | 432 | 315 | 205 | 765 | | | | |
| | 160 | 453 | 316 | 206 | 765 | | | | |

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Vergleich SHG-2SH zu SHD-2SH

Abbildung 2.7.1




## • Abmessungen

Abbildung 2.7.2 **[mm]**

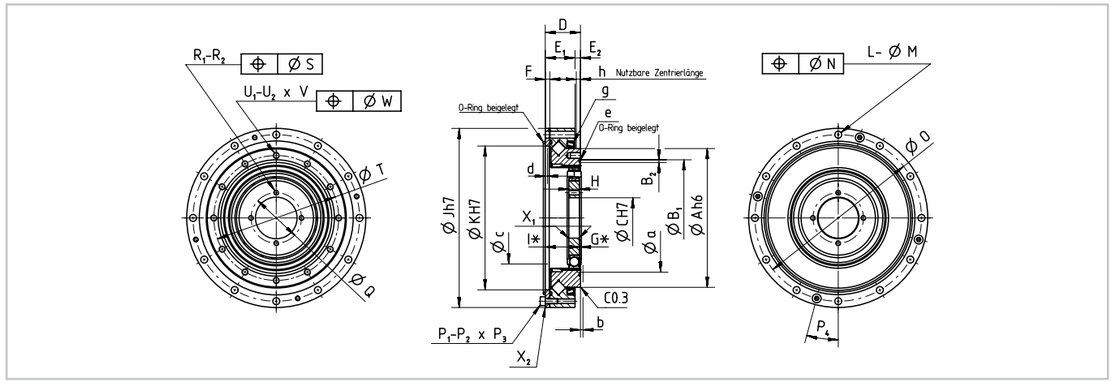



Tabelle 2.7.4 **[mm]**

| | | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| ø A h6 | | 49 $^{0}_{-0,016}$ | 59 $^{0}_{-0,019}$ | 69 $^{0}_{-0,019}$ | 84 $^{0}_{-0,022}$ | 110 $^{0}_{-0,022}$ | 132 $^{0}_{-0,025}$ |
| ø $B_1$ | | 39,1 $^{+0,1}_{0}$ | 48,0 $^{+0,1}_{0}$ | 56,8 $^{+0,1}_{0}$ | 70,5 $^{+0,1}_{0}$ | 92,0 $^{+0,1}_{0}$ | 112,4 $^{+0,1}_{0}$ |
| $B_2$ | | 0,8 $^{+0,15}_{0}$ | 1,1 $^{+0,25}_{0}$ | 1,4 $^{+0,25}_{0}$ | 1,7 $^{+0,25}_{0}$ | 2,0 $^{+0,25}_{0}$ | 2,2 $^{+0,25}_{0}$ |
| ø C H7 | | 11 $^{+0,018}_{0}$ | 15 $^{+0,018}_{0}$ | 20 $^{+0,021}_{0}$ | 24 $^{+0,021}_{0}$ | 32 $^{+0,025}_{0}$ | 40 $^{+0,025}_{0}$ |
| D | | 17,5 ±0,1 | 18,5 ±0,1 | 19,0 ±0,1 | 22,0 ±0,1 | 27,9 ±0,1 | 33,0 ±0,1 |
| $E_1$ | | 15,5 | 16,5 | 17,0 | 20,0 | 23,6 | 28,0 |
| $E_2$ | | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 4,3 | 5,0 |
| F | | 2,4 | 3,0 | 3,0 | 3,3 | 3,6 | 4,0 |
| G* | | 1,8 | 1,6 | 1,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 |
| H | | 4,0 $^{0}_{-0,1}$ | 5,0 $^{0}_{-0,1}$ | 5,2 $^{0}_{-0,1}$ | 6,3 $^{0}_{-0,1}$ | 8,6 $^{0}_{-0,1}$ | 10,3 $^{0}_{-0,1}$ |
| l* | | 15,7 $^{0}_{-0,2}$ | 16,9 $^{0}_{-0,2}$ | 17,8 $^{0}_{-0,2}$ | 21,6 $^{0}_{-0,2}$ | 27,3 $^{0}_{-0,2}$ | 32,2 $^{0}_{-0,2}$ |
| ø J H7 | | 70 $^{0}_{-0,030}$ | 80 $^{0}_{-0,030}$ | 90 $^{0}_{-0,035}$ | 110 $^{0}_{-0,035}$ | 142 $^{0}_{-0,040}$ | 170 $^{0}_{-0,040}$ |
| ø K H7 | | 50 $^{+0,025}_{0}$ | 61 $^{+0,030}_{0}$ | 71 $^{+0,030}_{0}$ | 88 $^{+0,035}_{0}$ | 114 $^{+0,035}_{0}$ | 140 $^{+0,040}_{0}$ |
| L | | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| ø M | | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 4,5 | 5,5 | 6,6 |
| ø N | | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,30 |
| ø O | | 64 | 74 | 84 | 102 | 132 | 158 |
| Schraubenbezeichnung | $P_1$ | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 |
| | $P_2$ | M3 | M3 | M3 | M3 | M4 | M4 |
| | $P_3$ | 6 | 6 | 8 | 8 | 8 | 10 |
| $P_4$ | | 22,5 ° | 15 ° | 15 ° | 15 ° | 15 ° | 15 ° |
| ø Q | | 17 | 21 | 26 | 30 | 40 | 50 |
| $R_1$ | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| $R_2$ | | M3 | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 |
| ø S | | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| ø T | | 43,0 | 52,0 | 61,4 | 76,0 | 99,0 | 120,0 |
| Gewindebezeichnung | $U_1$ | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| | $U_2$ | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M6 |
| | V | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 6,0 | 8,0 | 9,0 |
| ø W | | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,30 |
| $X_1$ | | C0,4 | C0,4 | C0,5 | C0,5 | C0,5 | C0,5 |
| $X_2$ | | C0,4 | C0,4 | C0,5 | C0,5 | C0,5 | C0,5 |
| Minimaler Gehäuseabstand | ø a | 36,5 | 45,0 | 53,0 | 66,0 | 86,0 | 106,0 |
| | b | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 2,5 |
| | ø c | 31 | 38 | 45 | 56 | 73 | 90 |
| | d | 1,4 | 1,8 | 1,7 | 1,8 | 1,8 | 1,8 |
| e | | d37,10 d0,60 | d45,40 d0,80 | d53,28 d0,99 | d66,50 d1,30 | d87,50 d1,50 | d107,50 d1,60 |
| g | | D49585 | D59685 | D69785 | D84945 | D1101226 | D1321467 |
| h | | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 3,3 | 4,0 |

CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

## • Genauigkeit

Tabelle 2.7.5

**[arcmin]**

| | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | | 17 | | 20 ... 40 | |
| Untersetzung | 50 | >50 | 50 | >50 | 50 | >50 |
| Übertragungsgenauigkeit | <1,5 | | <1,5 | | <1,0 | |
| Hystereseverlust | <2,5 | <2,0 | <2,0 | <1,0 | <2,0 | <1,0 |

## • Torsionssteifigkeit

Tabelle 2.7.6

| | Symbol [Einheit] | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| Grenzdrehmomente | $T_1$ [Nm] | 2,0 | 3,9 | 7,0 | 14,0 | 29,0 | 54,0 |
| | $T_2$ [Nm] | 6,9 | 12,0 | 25,0 | 48,0 | 108,0 | 196,0 |
| i = 50 | $K_3$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,47 | 1,20 | 2,00 | 3,70 | 8,40 | 15,00 |
| | $K_2$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,37 | 0,88 | 1,30 | 2,70 | 6,10 | 11,00 |
| | $K_1$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,29 | 0,67 | 1,10 | 2,00 | 4,70 | 8,80 |
| i ≥ 80 | $K_3$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,61 | 1,30 | 2,50 | 4,70 | 11,00 | 20,00 |
| | $K_2$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,44 | 0,94 | 1,70 | 3,70 | 7,80 | 14,00 |
| | $K_1$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,40 | 0,84 | 1,30 | 2,70 | 6,10 | 11,00 |

## • Lastfreies Anlaufdrehmoment

Tabelle 2.7.7

**[Ncm]**

| Untersetzung | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| 50 | 6,2 | 19 | 25 | 39 | 60 | 95 |
| 80 | 5,0 | 16 | 23 | 36 | 55 | 83 |
| 100 | 4,8 | 17 | 22 | 34 | 50 | 78 |
| 120 | - | 13 | 22 | 34 | 48 | 77 |
| 160 | - | - | 22 | 33 | 47 | 74 |

## • Lastfreies Rückdrehmoment

Tabelle 2.7.8

**[Nm]**

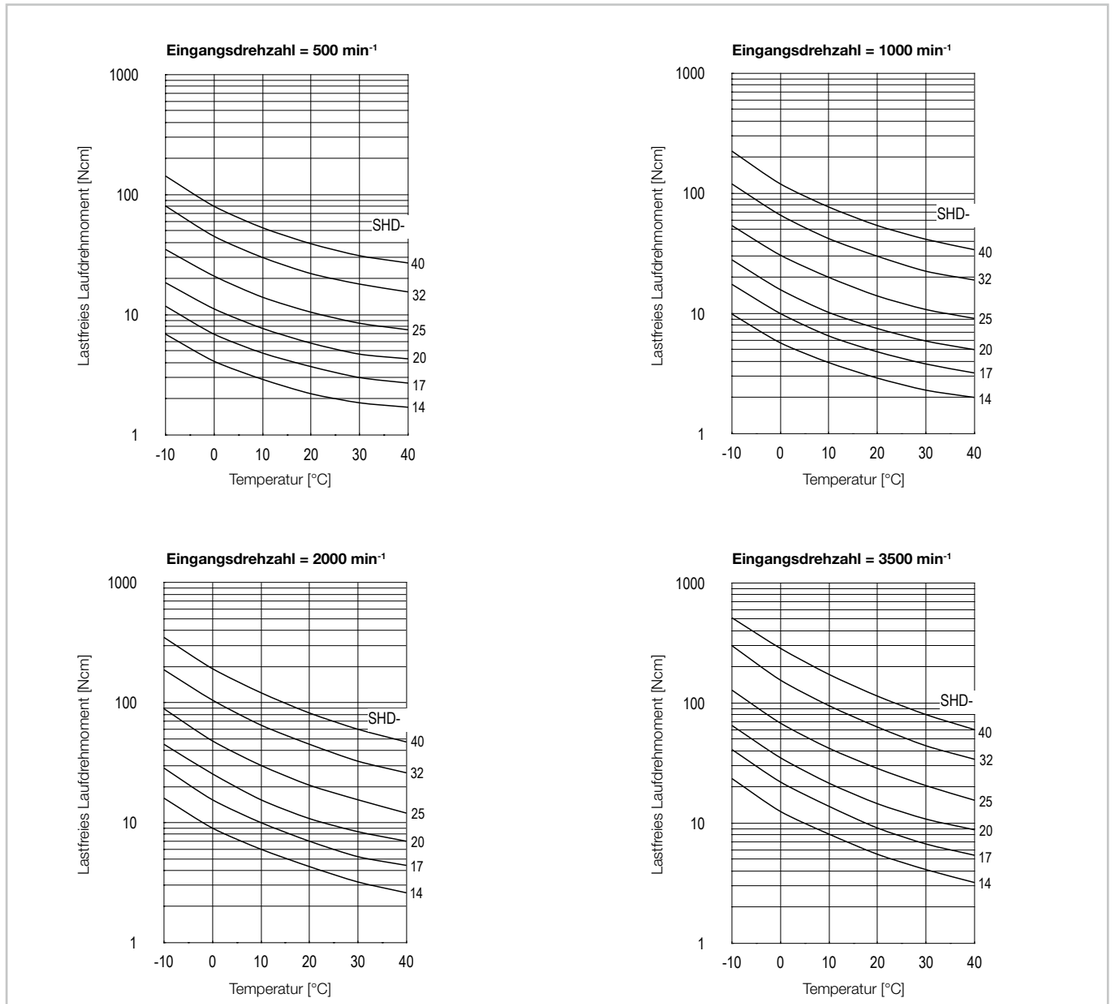
| Untersetzung | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| 50 | 3,7 | 11 | 15 | 24 | 36 | 57 |
| 80 | 4,3 | 15 | 21 | 32 | 46 | 72 |
| 100 | 5,8 | 21 | 27 | 41 | 60 | 94 |
| 120 | - | 28 | 33 | 51 | 68 | 113 |
| 160 | - | - | 42 | 64 | 91 | 143 |

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Lastfreies Laufdrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett SK-2 (Baugröße 14, 17) bzw. SK-1A (Baugröße ≥ 20).

Abbildung 2.7.3




### Korrekturwerte für lastfreies Laufdrehmoment

Beim Einsatz von Getrieben mit Untersetzungen i ≠ 100 sind die aus den Kurven abgelesenen Daten um die folgenden Werte zu korrigieren.

Tabelle 2.7.9

**[Ncm]**

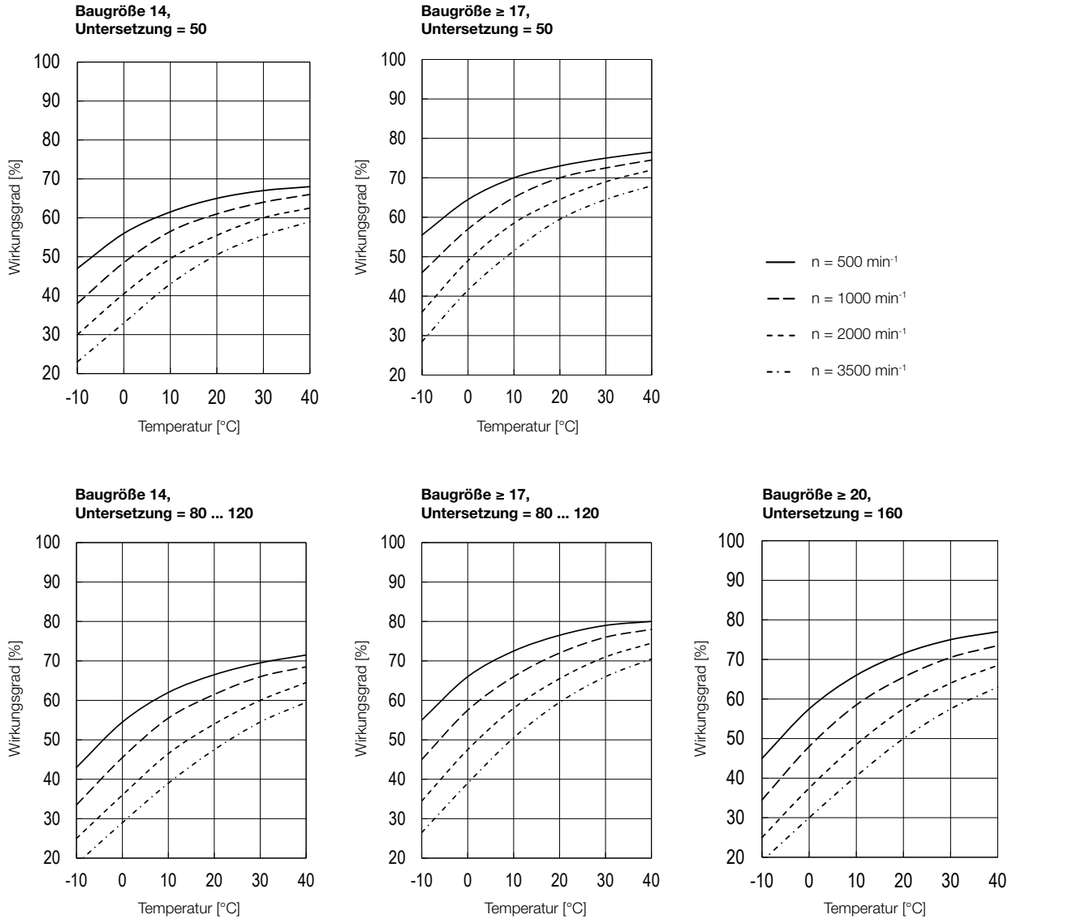
| Untersetzung | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| 50 | 1,0 | 1,6 | 2,4 | 4,0 | 7,0 | 13,0 |
| 80 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,8 | 1,4 | 2,4 |
| 120 | - | -0,2 | -0,3 | -0,5 | -1,0 | -1,7 |
| 160 | - | - | -0,7 | -1,2 | -2,4 | -3,9 |

- Wirkungsgrad

## Wirkungsgrad für Fettschmierung bei Nenndrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett SK-2 (Baugröße 14, 17) bzw. SK-1A (Baugröße ≥ 20).

Abbildung 2.7.4




Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## Wirkungsgradberechnung

Der Wirkungsgrad hängt von folgenden Parametern ab:
Untersetzung, Eingangsdrehzahl, Lastmoment, Temperatur, Schmierstoff und Schmierstoffmenge.
Wenn das Lastmoment kleiner als das Nennmoment ist, ergibt sich ein kleinerer Wirkungsgrad als in den Wirkungsgradlinien angegeben. Der drehmomentspezifische Wirkungsgrad wird mittels des Berechnungsfaktors K ermittelt.

### Berechnungsbeispiel:

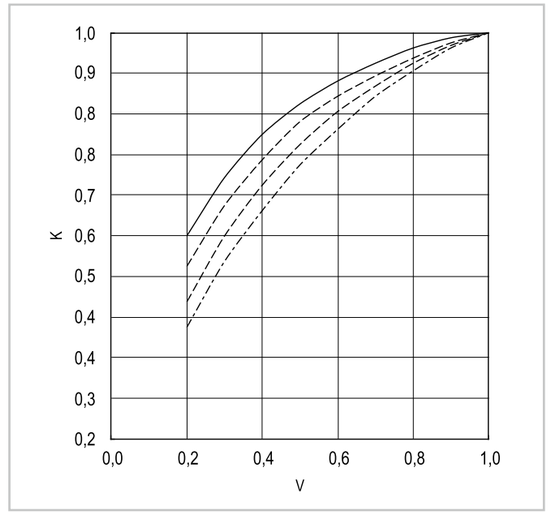
Produkt: SHD-20-80-2SH

- Eingangsdrehzahl: 1000 min$^{-1}$
- (Durchschnittliches) Lastmoment $T_{av}$: 20 Nm
- Nenndrehmoment $T_N$ (Katalogangabe): 24 Nm
- Fettschmierung mit Harmonic Drive® Schmierfett SK-1A, Schmiermitteltemperatur: 20 °C

1. Berechnung des Drehmomentfaktors
   $V = T_{av}/T_N = 20/24 = 0,83$ (Für $V > 1$ ist $K = 1$)
2. Ablesen des Berechnungsfaktors K aus Diagramm Abbildung 2.7.5: K = 0,95
3. Ablesen des Wirkungsgrads aus Wirkungsgradkennlinie Abbildung 2.7.4: η = 73 %
4. Berechnung des lastabhängigen Wirkungsgrads
   $\eta_L = 73\ \% \cdot 0,95 = 69\ \%$

Abbildung 2.7.5

**Berechnungsfaktor K**




## Korrekturwert für Wirkungsgrad

Beim Einsatz eingangsseitiger Stützlager und Radialwellendichtungen sind die folgenden Korrekturwerte für den Wirkungsgrad zu berücksichtigen.

Tabelle 2.7.10

**[%]**

| Untersetzung | Baugröße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 50 | 80 | 100 | 120 | 160 |
| 14 | 0 | 3,1 | 0 | - | - |
| 17 | 2,4 | 1,9 | 0 | -2,6 | - |
| 20 | 2,1 | 2,1 | 1,6 | -0,9 | 1,3 |
| 25 | -0,7 | 1,6 | -0,3 | -2,9 | -0,8 |
| 32 | -1,9 | 2,0 | -1,1 | -3,7 | -1,6 |
| 40 | -1,9 | -1,2 | -0,2 | -1,1 | 0,9 |

# Abtriebslager

Die Getriebe SHD-2SH sind mit einem hoch belastbaren Kreuzrollenlager am Abtrieb ausgestattet. Dieses speziell an die Abmessungen der SHD Einbausätze angepasste Lager nimmt sowohl hohe Axial- und Radialkräfte als auch hohe Kippmomente auf. Dadurch wird das Getriebe von äußeren Belastungen freigehalten, sodass eine lange Lebensdauer und gleichbleibende Genauigkeit gewährleistet sind. Für den Anwender bedeutet die Integration dieses Abtriebslagers eine erhebliche Reduzierung der Konstruktions-, Fertigungs- und Montagekosten, da zusätzliche externe Lager nicht erforderlich sind.

## • Leistungsdaten

Tabelle 2.7.11

| | Symbol [Einheit] | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| Lagertyp[1)] | | C | C | C | C | C | C |
| Teilkreisdurchmesser | $d_p$ [m] | 0,0503 | 0,0610 | 0,0700 | 0,0860 | 0,1120 | 0,1330 |
| Abstand[2)] | R [m] | 0,0111 | 0,0115 | 0,0110 | 0,0121 | 0,0173 | 0,0195 |
| Dynamische Tragzahl | C [N] | 2900 | 5200 | 7300 | 10900 | 19100 | 21600 |
| Statische Tragzahl | $C_0$ [N] | 4300 | 8100 | 11000 | 17900 | 32700 | 40800 |
| Zulässiges dynamisches Kippmoment[3,4)] | M [Nm] | 37 | 62 | 93 | 129 | 290 | 424 |
| Kippsteifigkeit[5)] | $K_B$ [Nm/arcmin] | 21 | 37 | 61 | 90 | 239 | 422 |
| Zulässige Axiallast[4)] | $F_a$ [N] | 620 | 1111 | 1560 | 2329 | 4080 | 4615 |
| Zulässige Radiallast[4)] | $F_r$ [N] | 415 | 744 | 1045 | 1560 | 2734 | 3092 |

1) Lagertyp C = Kreuzrollenlager; F = Vierpunktlager
2) Abstand Wälzlagermitte zur abtriebsseitigen Anschraubfläche, siehe Kapitel Getriebeauslegung.
3) Diese Daten gelten für drehende Getriebe. Sie basieren entweder auf der Lebensdauergleichung des Abtriebslagers oder auf der maximal zulässigen Verkippung des Harmonic Drive® Getriebe-Einbausatzes. Die angegebenen Daten dürfen auch dann nicht überschritten werden, wenn die Lebensdauergleichung des Lagers höhere Werte zulässt.
4) Die Daten gelten für M: $F_a = 0$, $F_r = 0$ I $F_a$: $M = 0$, $F_r = 0$ I $F_r$: $M = 0$, $F_a = 0$
5) Der Wert der Kippsteifigkeit ist der Mittelwert (± 20 %).

# Montagetoleranzen

Wir empfehlen bei der Montage die Einhaltung der folgenden Toleranzen der Anschlusskomponenten:

Abbildung 2.7.6

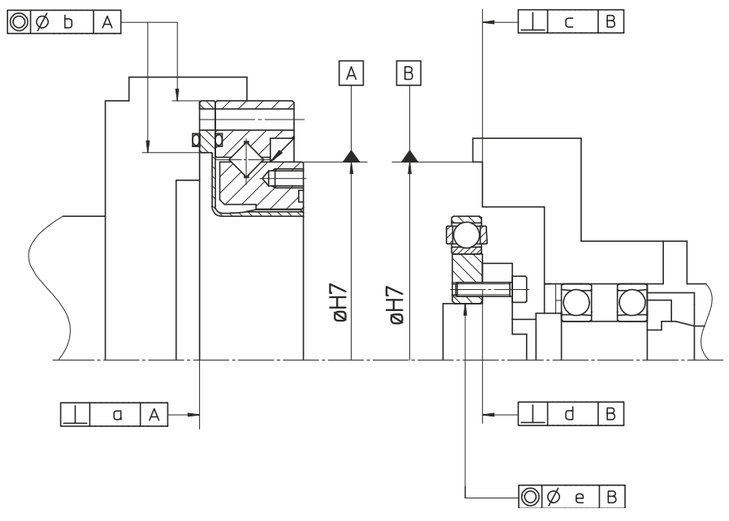



Tabelle 2.7.12 [mm]

| Symbol | Empfohlene Toleranz Welle/ Bohrung der Anschlusskomponenten | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| a | | 0,016 | 0,021 | 0,027 | 0,035 | 0,042 | 0,048 |
| Ø b | H6 / h6 | 0,015 | 0,018 | 0,019 | 0,022 | 0,022 | 0,024 |
| c | | 0,011 | 0,012 | 0,013 | 0,014 | 0,016 | 0,016 |
| d | | 0,008 | 0,010 | 0,012 | 0,012 | 0,012 | 0,012 |
| Ø e | h6 | 0,016 | 0,018 | 0,019 | 0,022 | 0,022 | 0,024 |

Motorwellentoleranzen sollten der DIN 42955 R entsprechen.

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • O-Ring-Nut am Flexspline

Empfohlene Abmessungen der O-Ring-Nut am Flexspline.

Abbildung 2.7.7

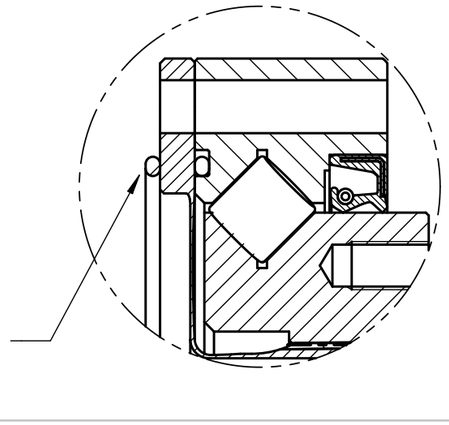


Abbildung 2.7.8

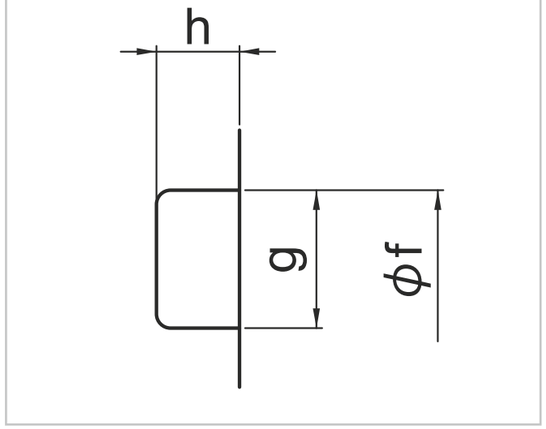
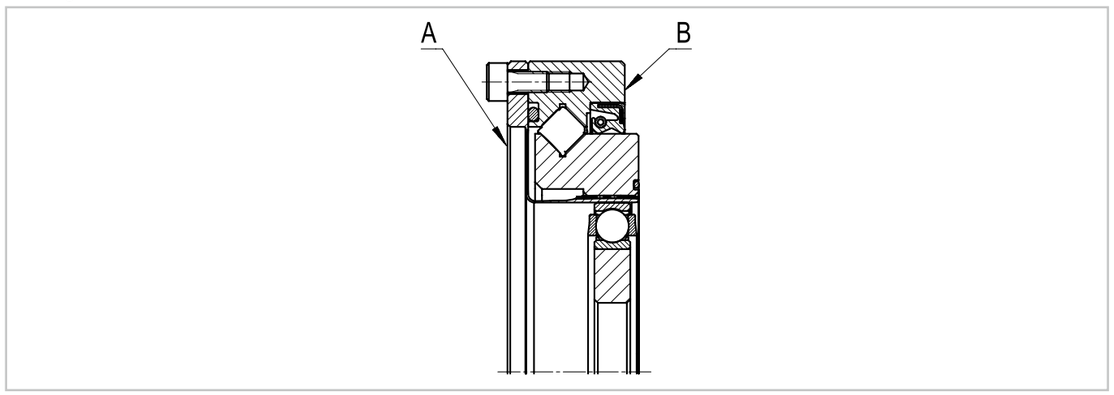



Tabelle 2.7.13 [mm]

| Symbol | Baugröße | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | | 17 | | 20 | | 25 | | 32 | | 40 | |
| Øf | 57,0 | +0,1/0 | 68,1 | +0,1/0 | 78,0 | +0,1/0 | 94,8 | +0,1/0 | 123,0 | +0,1/0 | 148,0 | +0,1/0 |
| g | 2,0 | +0,25/0 | 2,0 | +0,25/0 | 2,7 | +0,25/0 | 2,4 | +0,25/0 | 2,7 | +0,25/0 | 2,7 | +0,25/0 |
| h | 1,10 | 0/-0,1 | 1,10 | 0/-0,1 | 1,50 | 0/-0,1 | 1,35 | 0/-0,1 | 1,50 | 0/-0,1 | 1,50 | 0/-0,1 |
| O-Ring | 54,38 x 1,19 | | 64,00 x 1,50 | | 72,00 x 2,00 | | 88,62 x 1,78 | | 117,00 x 2,00 | | 142,00 x 2,00 | |

# Montage

Abbildung 2.7.9




## • Montage an der A-Seite (Flexspline)

Tabelle 2.7.14

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| Anzahl der Schrauben | | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M6 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 64 | 74 | 84 | 102 | 132 | 158 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 4,5 | 9,0 | 15,3 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 108 | 186 | 210 | 431 | 892 | 1509 |

Schraubenqualität 12.9, Reibungskoeffizient μ = 0,15

## • Montage an der B-Seite (Circular Spline)

Tabelle 2.7.15

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| Anzahl der Schrauben | | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 | M6 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 43,0 | 52,0 | 61,4 | 76,0 | 99,0 | 120,0 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 4,5 | 9,0 | 15,3 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 72 | 130 | 154 | 321 | 668 | 1148 |

Schraubenqualität 12.9, Reibungskoeffizient μ = 0,15

## • Montage am Wave Generator

Tabelle 2.7.16

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| Anzahl der Schrauben | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M3 | M3 | M4 | M5 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 17 | 21 | 26 | 30 | 40 | 50 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 4,5 | 9,0 |

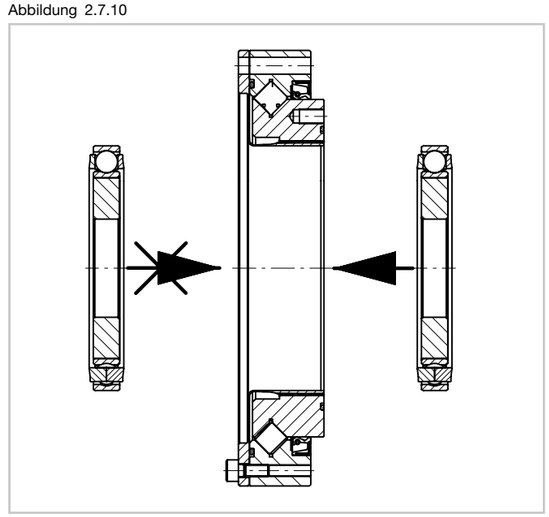
Schraubenqualität 12.9, Reibungskoeffizient μ = 0,15

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Einbau des Wave Generators

Die Montage des Wave Generators muss in Pfeilrichtung erfolgen. Beim Einschieben des Wave Generators in den Flexspline passt dieser sich der elliptischen Form des Wave Generators an.

Abbildung 2.7.10

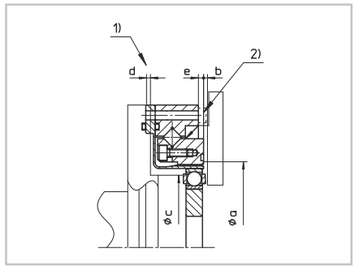


# Konstruktionshinweise

Zur Sicherstellung einer optimalen Schmierung sollte der Getrieberaum kompakt gehalten werden. Bei Füllung des Getrieberaums mit mehr als 50 % Schmierfett steigt die Leckagegefahr. Darum sollte die Relation Fettvolumen/Getrieberaum kleiner als 0,5 sein. Beim Einbau mit vertikaler Achse und vorwiegend oben oder unten liegendem Wave Generator sollte der Spalt zwischen Wave Generator und eingangsseitigem (Motor) Adapterflansch mit Fett gefüllt werden.

## • Empfohlene Gehäuseabmessungen

Abbildung 2.7.11




1) d = max. zulässige Zentrierlänge, wenn die Zentrierung innen am Flexspline erfolgt
2) Kontakt zwischen Schraube und Flansch vermeiden

Tabelle 2.7.17 **[mm]**

| Symbol | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| Øa | 36,5 | 45,0 | 53,0 | 66,0 | 86,0 | 106,0 |
| b | 1,0 (3,0) | 1,0 (3,0) | 1,5 (4,5) | 1,5 (4,5) | 2,0 (6,0) | 2,5 (7,5) |
| Øc | 31 | 38 | 45 | 56 | 73 | 90 |
| d | 1,4 | 1,8 | 1,7 | 1,8 | 1,8 | 1,8 |
| e | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 3,3 | 4,0 |

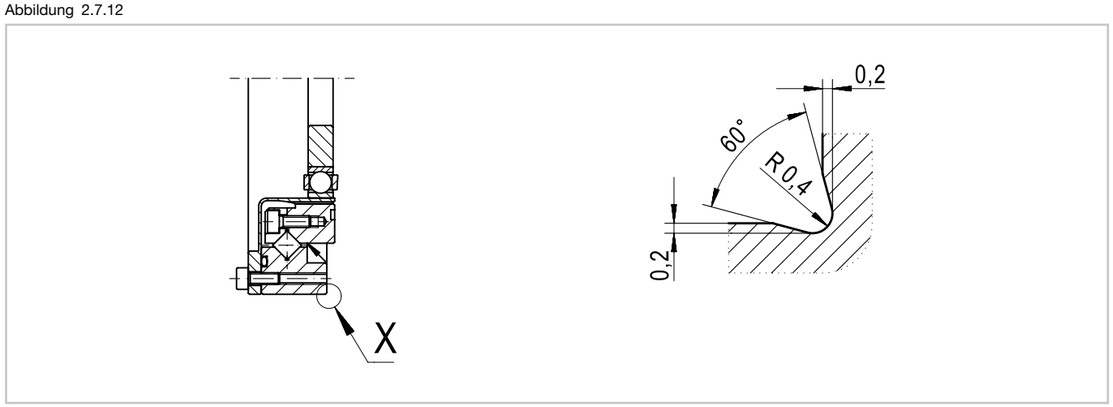
Die Werte in Klammern beziehen sich auf eine Einbaulage mit oben liegendem Wave Generator.

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Gehäusedetail

Wir empfehlen den folgenden Freistich am Kundenflansch.

Abbildung 2.7.12




## • Verwendete Materialien und Beschichtungen

Material:
Abtriebslager: blanker Stahl
Flexspline: blanker Stahl
Wave Generator: blanker Stahl

Optionale Materialien und Beschichtungen sind bei der Harmonic Drive SE anzufragen.

# Schmierung

Bei der Lieferung von Standard SHD-2SH Getrieben mit Abtriebslager sind die Verzahnungen und das Abtriebslager bereits geschmiert. Vor der Inbetriebnahme muss das Wave-Generator-Kugellager und die Innenseite des Flexsplines gefettet werden. Wir empfehlen den Einsatz der in Tabelle 2.7.18 genannten Schmierfette.

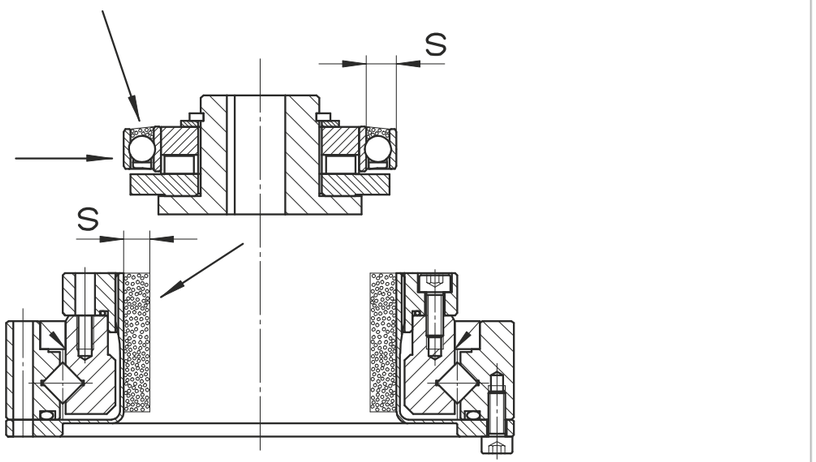
Tabelle 2.7.18

| Harmonic Drive® Schmierfett | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| SK-1A | - | - | O | O | O | O |
| SK-2 | O | O | Δ | Δ | Δ | Δ |
| 4BNo.2 | □ | □ | □ | □ | □ | □ |

O Standard-Schmierfett
□ Empfohlen bei sehr hoher Last bzw. sehr hohen Anforderungen an die Lebensdauer des Schmierfetts
Δ Optionales Schmierfett, bitte Rücksprache

Abbildung 2.7.13 zeigt die zu schmierenden Bereiche.

Abbildung 2.7.13




## • Fettschmierung

Tabelle 2.7.19

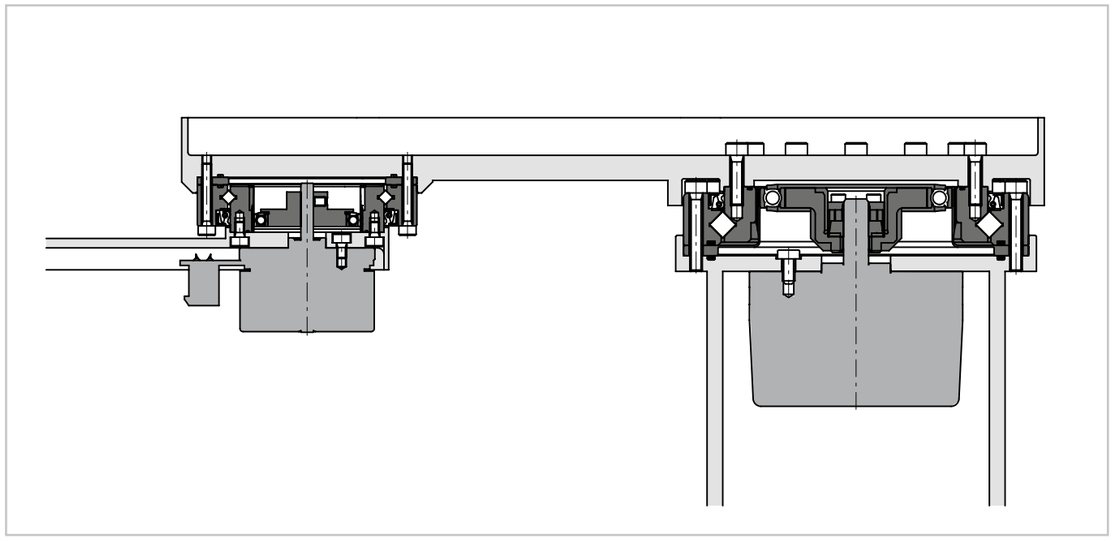
**Fettmenge [g]**

| | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| Standard-Fettmenge | 5 | 9 | 13 | 24 | 51 | 99 |

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

# Anwendungsbeispiel

Abbildung 2.7.14



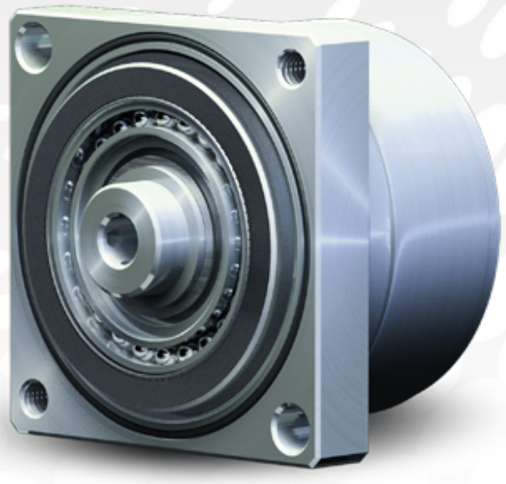
## Produktbeschreibung

# Präzisionsgetriebe für den Bereich kleiner Drehmomente

Die Getriebe der Baureihe CSF Mini bestehen aus einem HFUC-2A Getriebe-Einbausatz und einem Abtriebslager. Sie eignen sich für Anwendungen mit kleinen Drehmomenten und zeichnen sich durch höchste Präzision und geringstes Gewicht aus.

## Merkmale

- Sechs Versionen für unterschiedliche Einbausituationen
- Geringstes Gewicht
- Integriertes Abtriebslager
- Direkter Motoranbau möglich
- Für präzise Anwendungen in kleinen Drehmomentbereichen



## Bestellbezeichnung

Tabelle 2.8.1

| Bestellbezeichnung | CSF | - | 3B | - | 100 | - | 1U-CC | - | SP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baureihe** | | | | | | | | | |
| **Baugröße/Produktgeneration**<br>(entspricht dem Teilkreisdurchmesser der Flexspline-Verzahnung in Zoll x 10) | | | 3B<br>5<br>7<br>8<br>11<br>14 | | | | | | |
| **Untersetzung**<br>(in der Antriebskonfiguration:<br>Circular Spline (CS) fixiert, Wave Generator (WG) Antrieb, Flexspline (FS) Abtrieb) | | | | | 30<br>50<br>80<br>100 | | | | |
| **Version**<br>Abtriebswelle, Eingangswelle, breiter Befestigungsflansch<br>Abtriebswelle, Eingangsnabe, breiter Befestigungsflansch<br>Abtriebswelle, Eingangsnabe, schmaler Befestigungsflansch<br>Abtriebsflansch, Eingangswelle, breiter Befestigungsflansch<br>Abtriebsflansch, Eingangsnabe, breiter Befestigungsflansch<br>Abtriebsflansch, Eingangsnabe, schmaler Befestigungsflansch | | | | | | | 1U<br>1U-CC<br>2XH-J<br>1U-F<br>1U-CC-F<br>2XH-F | | |
| **Kundenspezifische Ausführung**<br>Standardausführung (Feld bleibt leer)<br>Sonderausführung (auf Anfrage) | | | | | | | | | [ ]<br>SP |

Bitte beachten Sie die Tabelle der möglichen Kombinationen.

## Kombinationen

Tabelle 2.8.2

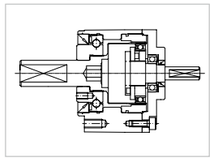
| | | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 3B | 5 | 7 | 8 | 11 | 14 |
| Untersetzung | 30 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 50 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 80 | - | - | - | - | - | ● |
| | 100 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Version | 1U | ● | ● | - | ● | ● | ● |
| | 1U-CC | ● | ● | - | ● | ● | ● |
| | 2XH-J | - | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 1U-F | - | ● | - | ● | ● | ● |
| | 1U-CC-F | - | ● | - | ● | ● | ● |
| | 2XH-F | - | ● | ● | ● | ● | ● |

● verfügbar o auf Anfrage - nicht verfügbar

Informationen zur Version siehe nächste Seite.

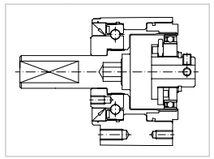
## • Versionen

Abbildung 2.8.1



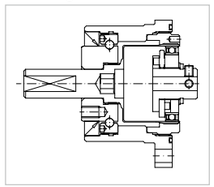
**CSF-1U**
**(Baugröße 3 ... 14)**
Abtriebswelle, Eingangswelle,
breiter Befestigungsflansch

Abbildung 2.8.2



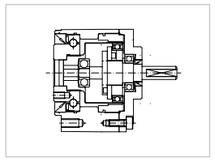
**CSF-1U-CC**
**(Baugröße 3 ... 14)**
Abtriebswelle, Eingangsnabe,
breiter Befestigungsflansch

Abbildung 2.8.3



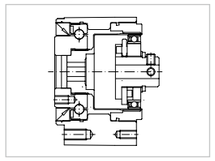
**CSF-2XH-J**
**(Baugröße 5 ... 14)**
Abtriebswelle, Eingangsnabe,
schmaler Befestigungsflansch

Abbildung 2.8.4



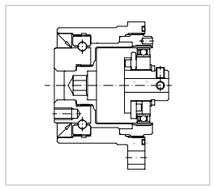
**CSF-1U-F**
**(Baugröße 5 ... 14)**
Abtriebsflansch, Eingangswelle,
breiter Befestigungsflansch

Abbildung 2.8.5



**CSF-1U-CC-F**
**(Baugröße 5 ... 14)**
Abtriebsflansch, Eingangsnabe,
breiter Befestigungsflansch

Abbildung 2.8.6



**CSF-2XH-F**
**(Baugröße 5 ... 14)**
Abtriebsflansch, Eingangsnabe,
schmaler Befestigungsflansch

# Technische Daten

## • Leistungsdaten

Tabelle 2.8.3

| Baugröße | Untersetzung | Grenze für wiederholbares Spitzendrehmoment | Grenze für Durchschnittsdrehmoment | Nenndrehmoment bei Nenndrehzahl 2000 min$^{-1}$ | Grenze für Kollisionsdrehmoment | Maximale Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] | Grenze für mittlere Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] | Massenträgheitsmoment | | Gewicht |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | i | $T_R$ [Nm] | $T_A$ [Nm] | $T_N$ [Nm] | $T_M$ [Nm] | Schmierung Fett | Schmierung Fett | -1U-(F) | -1U-CC-(F) -2XH-J, -F | [kg] |
| | | | | | | | | [kgcm$^2$] | | |
| 3B | 30 | 0,13 | 0,10 | 0,06 | 0,22 | 10000 | 6500 | 5,3x10$^{-7}$ | 7x10$^{-7}$ | siehe Abmessungen |
| | 50 | 0,21 | 0,13 | 0,11 | 0,41 | | | | | |
| | 100 | 0,30 | 0,23 | 0,15 | 0,57 | | | | | |
| 5 | 30 | 0,50 | 0,38 | 0,25 | 0,90 | 10000 | 6500 | 2,5x10$^{-4}$ | 2,5x10$^{-4}$ | |
| | 50 | 0,90 | 0,53 | 0,40 | 1,80 | | | | | |
| | 100 | 1,40 | 0,94 | 0,60 | 2,70 | | | | | |
| 7 | 30 | 1,00 | 0,77 | 0,48 | 1,80 | 8500 | 3500 | - | 1,1x10$^{-3}$ | |
| | 50 | 1,8 | 1,1 | 0,8 | 3,5 | | | | | |
| | 100 | 2,6 | 1,8 | 1,2 | 5,2 | | | | | |
| 8 | 30 | 1,8 | 1,4 | 0,9 | 3,3 | 8500 | 3500 | 3,2 x10$^{-3}$ | 3,0x10$^{-3}$ | |
| | 50 | 3,3 | 2,3 | 1,8 | 6,6 | | | | | |
| | 100 | 4,8 | 3,3 | 2,4 | 9,0 | | | | | |
| 11 | 30 | 4,5 | 3,4 | 2,2 | 8,5 | 8500 | 3500 | 1,4x10$^{-2}$ | 1,2x10$^{-2}$ | |
| | 50 | 8,3 | 5,5 | 3,5 | 17 | | | | | |
| | 100 | 11 | 8,9 | 5,0 | 25 | | | | | |
| 14 | 30 | 9 | 6,8 | 4,0 | 17 | 8500 | 3500 | 3,4x10$^{-2}$ | 3,3x10$^{-2}$ | |
| | 50 | 18 | 6,9 | 5,4 | 35 | | | | | |
| | 80 | 23 | 11 | 7,8 | 47 | | | | | |
| | 100 | 28 | 11 | 7,8 | 54 | | | | | |

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Abmessungen

Abbildung 2.8.7

**CSF-3B-xx-1U [mm]**

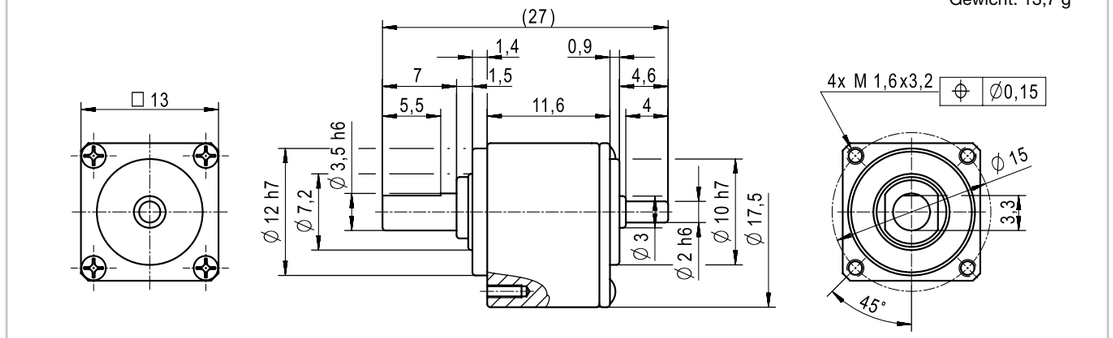
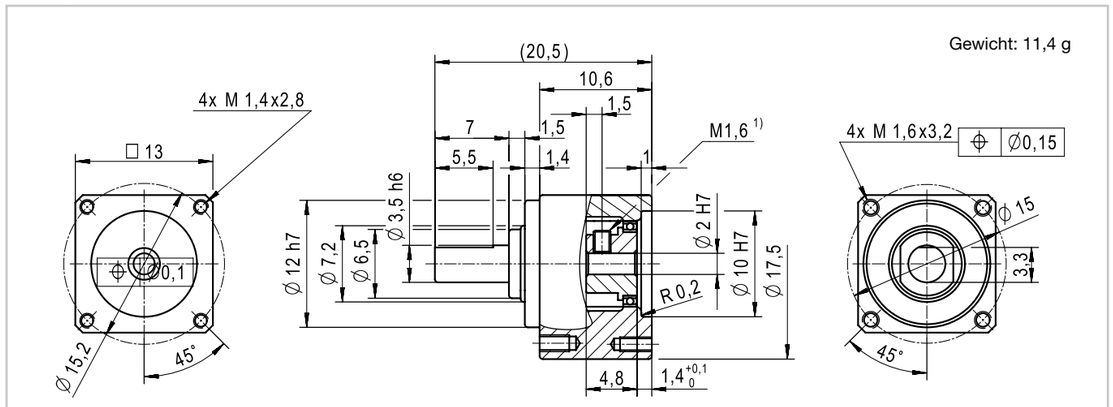



Abbildung 2.8.8

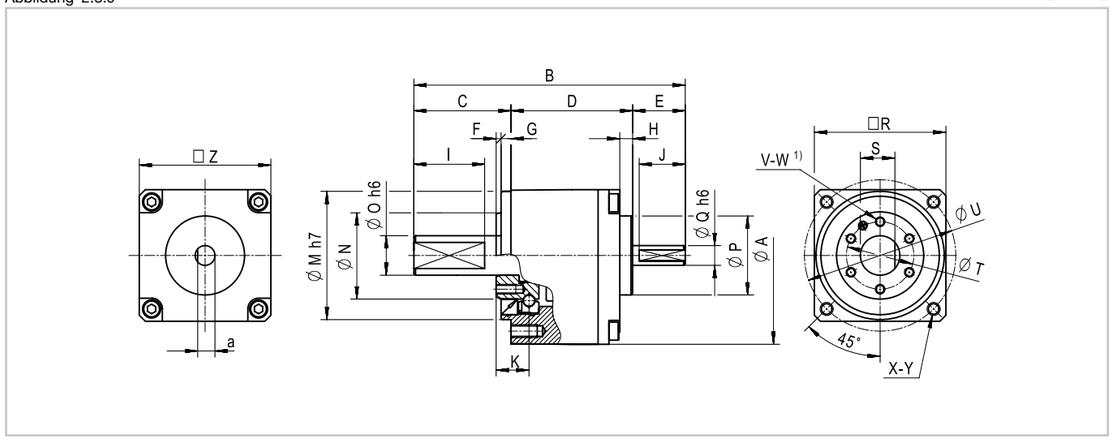
**CSF-3B-xx-1U-CC [mm]**




CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

Abbildung 2.8.9

## CSF-5 ... 14-xx-1U [mm]




1) Gleichmäßig verteilt

Tabelle 2.8.4

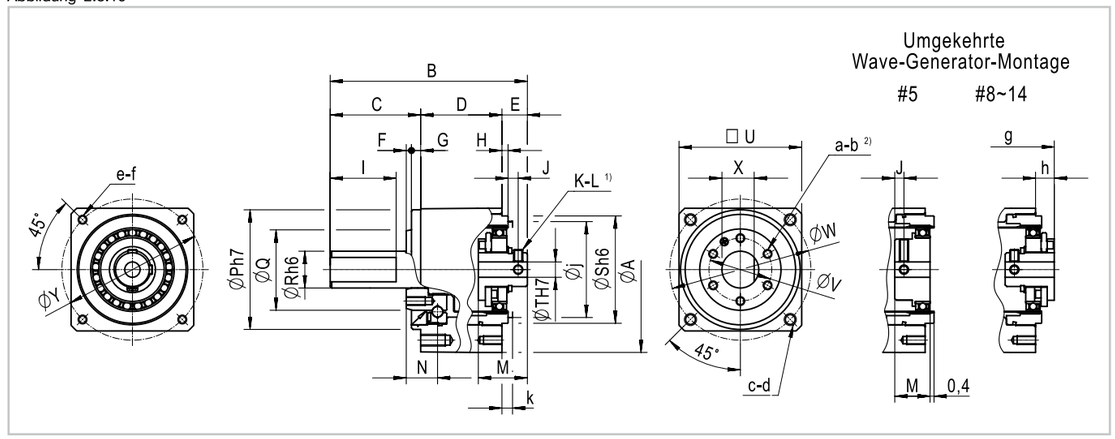
[mm]

| | Baugröße | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 5 | 8 | 11 | 14 |
| Ø A | 26,5 | 40 | 54 | 68 |
| B | 37 | 65,5 | 82,5 | 95,4 |
| C | 13 | 23 | 29,5 | 29,5 |
| D | 16 | 29,5 | 37 | 49,9 |
| E | 8 | 13 | 16 | 16 |
| F | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1,5 |
| G | 2,5 | 2,5 | 3 | 3 |
| H | 0,8 | 2,6 | 3,9 | 8,4 |
| I | 9 | 18 | 21,5 | 23 |
| J | 7 | 11 | 14 | 14 |
| K | 4,85 | 7,3 | 9 | 11,4 |
| Ø M h7 | 19,5 | 29 | 39 | 48 |
| Ø N | 13 | 20 | 26,5 | 33,5 |
| Ø O h6 | 5 | 9 | 12 | 15 |
| Ø P | 9 | 16 | 24 | 32 |
| Ø Q h6 | 3 | 5 | 6 | 8 |
| □ R | 20,4±0,42 | 30,7±0,46 | 40,9±0,50 | 51,1±0,50 |
| S | 4,6 | 8 | 10,5 | 14 |
| Ø T | 9,8 | 15,5 | 20,5 | 25,5 |
| Ø U | 23 | 35 | 46 | 58 |
| V | 3 | 4 | 6 | 6 |
| W | M2x3 | M3x4 | M3x5 | M4x6 |
| X | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Y | M2x3 | M3x6 | M4x8 | M5x10 |
| □ Z | 20±0,42 | 30±0,46 | 40±0,50 | 50±0,50 |
| a | 2,6 | 4,5 | 5,5 | 7,5 |
| Gewicht [g] | 35 | 130 | 240 | 440 |

CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

Abbildung 2.8.10

## CSF-5 ... 14-xx-1U-CC




1) Mit Befestigungsschrauben ISO 4029
2) Gleichmäßig verteilt

Tabelle 2.8.5

[mm]

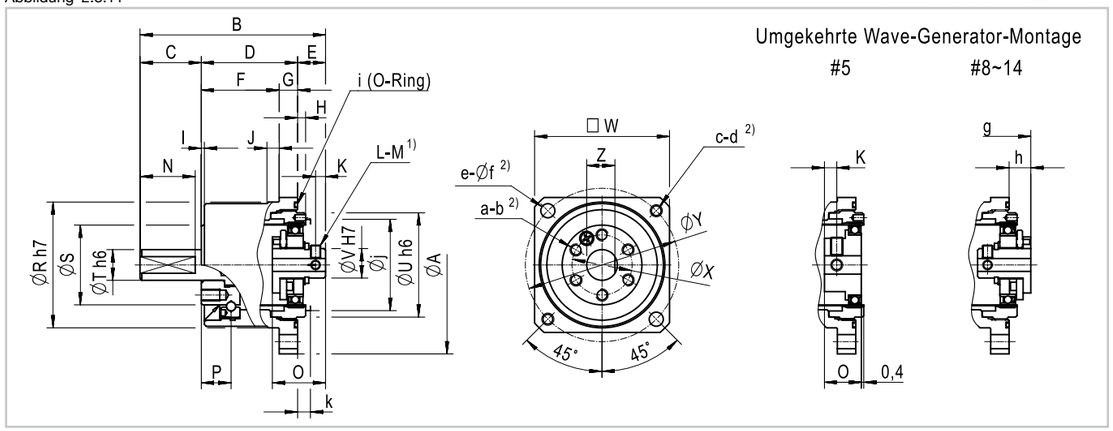
| | Baugröße | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 5 | 8 | 11 | 14 |
| Ø A | 26,5 | 40 | 54 | 68 |
| B1) | 30,5 | 51 | 64,3 | 70 |
| C | 13 | 23 | 29,5 | 29,5 |
| D | 12,7 | 21,5 | 26,5 | 33 |
| E1) | $4,8^{0}_{-0,2}$ | $6,5^{0}_{-0,3}$ | $8,3^{0}_{-0,7}$ | $7,5^{0}_{-0,8}$ |
| F | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1,5 |
| G | 2,5 | 2,5 | 3 | 3 |
| H | 1,3 | 1,5 | 2 | 2,5 |
| I | 9 | 18 | 21,5 | 23 |
| J | 2 | 2 | 3 | 2,5 |
| K | 2 | 2 | 2 | 2 |
| L | M2x3 | M2x3 | M3x4 | M3x4 |
| M | 6 | 12 | 16 | 17,6 |
| N | 4,85 | 7,3 | 9 | 11,4 |
| Ø P h7 | 19,5 | 29 | 39 | 48 |
| Ø Q | 13 | 20 | 26,5 | 33,5 |
| Ø R h6 | 5 | 9 | 12 | 15 |
| Ø S h6 | 17 | 26 | 35 | 43 |
| Ø T H7 | 3 | 3 | 5 | 6 |
| □ U | 20,4±0,42 | 30,7±0,46 | 40,9±0,5 | 51,1±0,5 |
| Ø V | 9,8 | 15,5 | 20,5 | 25,5 |
| Ø W | 23 | 35 | 46 | 58 |
| X | 4,6 | 8 | 10,5 | 14 |
| ØY | 22,5 | 34 | 46 | 58 |
| a | 3 | 4 | 6 | 6 |
| b | M2x3 | M3x4 | M3x5 | M4x6 |
| c | 4 | 4 | 4 | 4 |
| d | M2x3 | M3x6 | M4x8 | M5x10 |
| e | 4 | 4 | 4 | 4 |
| f | M2x3 | M2,5x5 | M3x6 | M4x8 |
| g1) | 27 | 48,7 | 62,1 | 70,4 |
| h1) | - | $4,2^{0}_{-0,3}$ | $6,1^{0}_{-0,7}$ | $7,9^{0}_{-0,8}$ |
| Øj | - | 21,5 | 30,0 | 38,0 |
| k | - | 2,0 | 2,5 | 3,5 |
| Gewicht [g] | 27 | 111 | 176 | 335 |

1) Axiales Maß unter Berücksichtigung der Toleranzen des Wave-Generator-Einstellmaßes. Zur Erzielung der spezifizierten Katalogdaten ist die Einhaltung dieser Abmessung erforderlich.

CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

Abbildung 2.8.11

## CSF-5 ... 14-xx-2XH-J




1) Mit Befestigungsschrauben ISO 4029
2) Gleichmäßig verteilt

Tabelle 2.8.6

[mm]

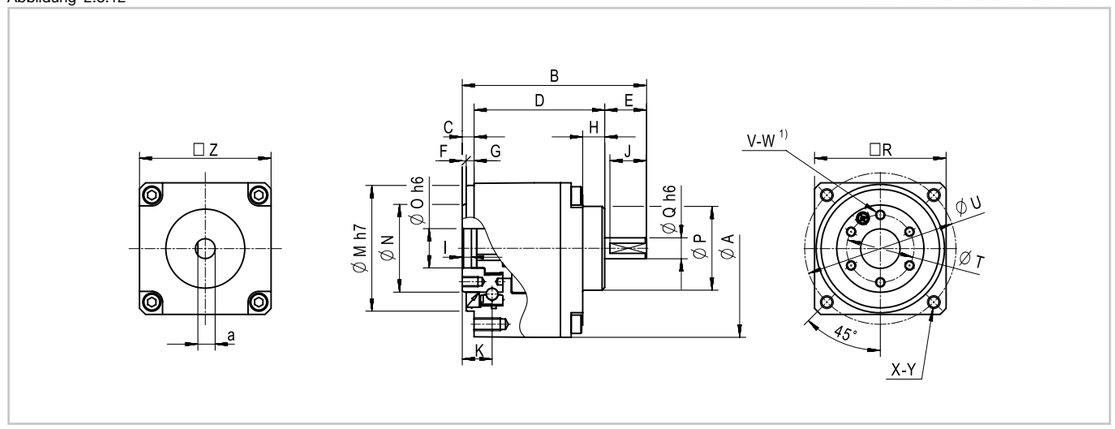
| | Baugröße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 7 | 8 | 11 | 14 |
| Ø A | 29 | 37 | 43,5 | 58 | 73 |
| B[1)] | 30,5 | 40,15 | 51 | 64,3 | 70 |
| C | 10 | 15 | 20 | 26 | 25 |
| D | 15,7 | 20,1 | 24,5 | 30 | 37,5 |
| E[1)] | $4,8^{0}_{-0,2}$ | $5,05^{0}_{-0,2}$ | $6,5^{0}_{-0,3}$ | $8,3^{0}_{-0,7}$ | $7,5^{0}_{-0,8}$ |
| F | 12,7 | 15,6 | 19 | 23,5 | 28 |
| G | 3 | 4,5 | 5,5 | 6,5 | 9,5 |
| H | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 2 | 2,5 |
| I | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 1,5 |
| J | 2 | 2,8 | 3 | 3 | 5 |
| K | 2 | 2 | 2 | 3 | 2,5 |
| L | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| M | M2x3 | M2x3 | M2x3 | M3x4 | M3x4 |
| N | 9 | 13,5 | 18 | 21,5 | 23 |
| O | 6 | 6,7 | 12 | 16 | 17,6 |
| P | 4,85 | 6 | 7,3 | 9 | 11,4 |
| Ø R h7 | 20,5 | 26 | 31 | 40,5 | 51 |
| Ø S | 13 | 16,5 | 20 | 26,5 | 33,5 |
| Ø T h6 | 5 | 7 | 9 | 12 | 15 |
| Ø U h6 | 17 | 21 | 26 | 35 | 43 |
| Ø V H7 | 3 | 4 | 3 | 5 | 6 |
| □ W | 22±0,42 | 27,5±0,46 | 32±0,46 | 43±0,50 | 53±0,50 |
| X | 9,8 | 13 | 15,5 | 20,5 | 25,5 |
| ØY | 25 | 31,5 | 37,5 | 50 | 62 |
| Z | 4,6 | 6,2 | 8 | 10,5 | 14 |
| a | 3 | 4 | 4 | 6 | 6 |
| b | M2x3 | M2,5x3,5 | M3x4 | M3x5 | M4x6 |
| c | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| d | M2 | M2,5 | M3 | M4 | M5 |
| e | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Øf | 2,3 | 2,9 | 3,4 | 4,5 | 5,5 |
| g[1)] | 27 | 36,5 | 48,7 | 62,1 | 70,4 |
| h[1)] | - | - | $4,2^{0}_{-0,3}$ | $6,1^{0}_{-0,7}$ | $7,9^{0}_{-0,9}$ |
| i | 18,90x0,70 | 23,6x0,8 | 28,20x1,00 | 38,00x1,50 | 48,00x1,00 |
| Øj | - | 18,0 | 21,5 | 30,0 | 38,0 |
| k | - | 2,0 | 2,0 | 2,5 | 3,5 |
| Gewicht [g] | 27 | 50 | 111 | 176 | 335 |

1) Axiales Maß unter Berücksichtigung der Toleranzen des Wave-Generator-Einstellmaßes. Zur Erzielung der spezifizierten Katalogdaten ist die Einhaltung dieser Abmessung erforderlich.

CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

Abbildung 2.8.12

## CSF-5 ... 14-xx-1U-F




1) Mit Befestigungsschrauben ISO 4029
2) Gleichmäßig verteilt

Tabelle 2.8.7

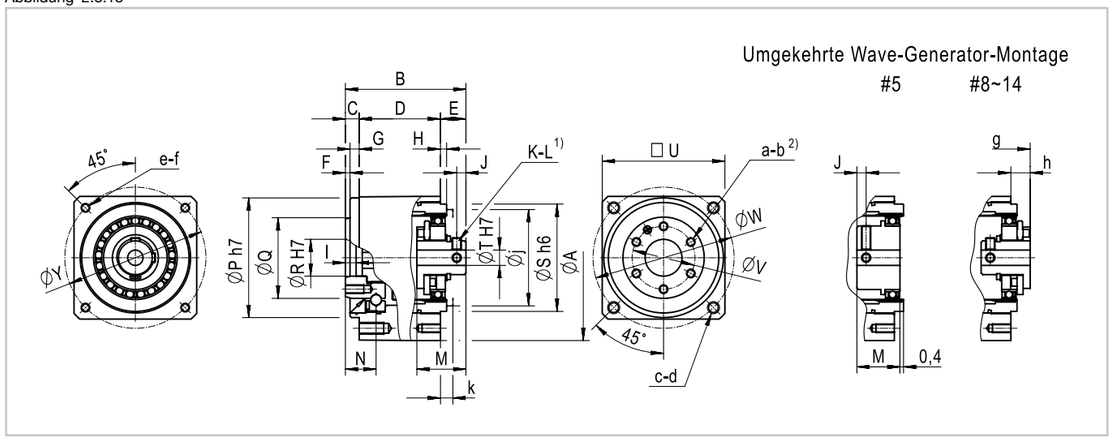
[mm]

| | Baugröße | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 5 | 8 | 11 | 14 |
| Ø A | 26,5 | 40 | 54 | 68 |
| B | 27 | 45,5 | 56,5 | 70,4 |
| C | 3 | 3 | 3,5 | 4,5 |
| D | 16 | 29,5 | 37 | 49,9 |
| E | 8 | 13 | 16 | 16 |
| F | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1,5 |
| G | 2,5 | 2,5 | 3 | 3 |
| H | 0,8 | 2,6 | 3,9 | 8,4 |
| I | 1,7 | 2,2 | 2,5 | 3,5 |
| J | 7 | 11 | 14 | 14 |
| K | 4,85 | 7,3 | 9 | 11,4 |
| Ø M h7 | 19,5 | 29 | 39 | 48 |
| Ø N | 13 | 20 | 26,5 | 33,5 |
| Ø O H7 | 5 | 9 | 12 | 15 |
| Ø P | 9 | 16 | 24 | 32 |
| Ø Q h6 | 3 | 5 | 6 | 8 |
| □ R | 20,4±0,42 | 30,7±0,46 | 40,9±0,50 | 51,1±0,50 |
| Ø T | 9,8 | 15,5 | 20,5 | 25,5 |
| Ø U | 23 | 35 | 46 | 58 |
| V | 3 | 4 | 6 | 6 |
| W | M2x3 | M3x4 | M3x5 | M4x6 |
| X | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Y | M2x3 | M3x6 | M4x8 | M5x10 |
| □ Z | 20±0,42 | 30±0,46 | 40±0,50 | 50±0,50 |
| a | 2,6 | 4,5 | 5,5 | 7,5 |
| Gewicht [g] | 34 | 120 | 220 | 405 |

CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

Abbildung 2.8.13

## CSF-5 ... 14-xx-1U-CC-F




1) Mit Befestigungsschrauben ISO 4029
2) Gleichmäßig verteilt

Tabelle 2.8.8 **[mm]**

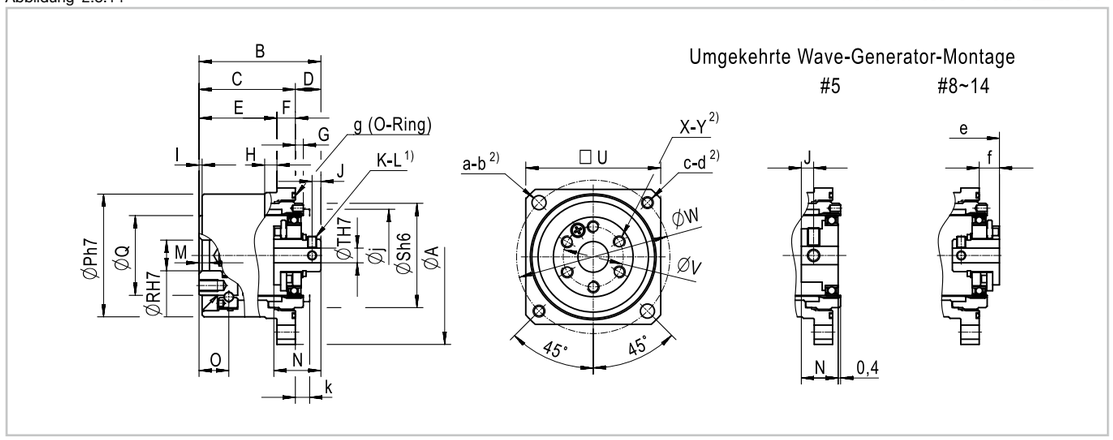
| | Baugröße | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 5 | 8 | 11 | 14 |
| Ø A | 26,5 | 40 | 54 | 68 |
| B[1)] | 20,5 | 31 | 38,3 | 45 |
| C | 3 | 3 | 3,5 | 4,5 |
| D | 12,7 | 21,5 | 26,5 | 33 |
| E[1)] | $4,8^{0}_{-0,2}$ | $6,5^{0}_{-0,3}$ | $8,3^{0}_{-0,7}$ | $7,5^{0}_{-0,8}$ |
| F | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1,5 |
| G | 2,5 | 2,5 | 3 | 3 |
| H | 1,3 | 1,5 | 2 | 2,5 |
| I | 1,7 | 2,2 | 2,5 | 3,5 |
| J | 2 | 2 | 3 | 2,5 |
| K | 2 | 2 | 2 | 2 |
| L | M2x3 | M2x3 | M3x4 | M3x4 |
| M | 6 | 12 | 16 | 17,6 |
| N | 4,85 | 7,3 | 9 | 11,4 |
| Ø P h7 | 19,5 | 29 | 39 | 48 |
| Ø Q | 13 | 20 | 26,5 | 33,5 |
| Ø R H7 | 5 | 9 | 12 | 15 |
| Ø S h6 | 17 | 26 | 35 | 43 |
| Ø T H7 | 3 | 3 | 5 | 6 |
| □ U | 20,4±0,42 | 30,7±0,46 | 40,9±0,5 | 51,1±0,5 |
| Ø V | 9,8 | 15,5 | 20,5 | 25,5 |
| Ø W | 23 | 35 | 46 | 58 |
| Ø Y | 22,5 | 34 | 46 | 58 |
| a | 3 | 4 | 6 | 6 |
| b | M2x3 | M3x4 | M3x5 | M4x6 |
| c | 4 | 4 | 4 | 4 |
| d | M2x3 | M3x6 | M4x8 | M5x10 |
| e | 4 | 4 | 4 | 4 |
| f | M2x3 | M2,5x5 | M3x6 | M4x8 |
| g[1)] | 17 | 28,7 | 36,1 | 45,4 |
| h[1)] | - | $4,2^{0}_{-0,3}$ | $6,1^{0}_{-0,7}$ | $7,9^{0}_{-0,8}$ |
| Øj | - | 21,5 | 30,0 | 38,0 |
| k | - | 2,0 | 2,5 | 3,5 |
| Gewicht [g] | 25 | 100 | 150 | 295 |

1) Axiales Maß unter Berücksichtigung der Toleranzen des Wave-Generator-Einstellmaßes. Zur Erzielung der spezifizierten Katalogdaten ist die Einhaltung dieser Abmessung erforderlich.

CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

Abbildung 2.8.14

## CSF-5 ... 14-xx-2XH-F




1) Mit Befestigungsschrauben ISO 4029
2) Gleichmäßig verteilt

Tabelle 2.8.9 **[mm]**

| | Baugröße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 7 | 8 | 11 | 14 |
| Ø A | 29 | 37 | 43.5 | 58 | 73 |
| B[1)] | 20,5 | 25,15 | 31 | 38,3 | 45 |
| C | 15,7 | 20,1 | 24,5 | 30 | 37,5 |
| D[1)] | $4,8^{0}_{-0,2}$ | $5,05^{0}_{-0,2}$ | $6,5^{0}_{-0,3}$ | $8,3^{0}_{-0,7}$ | $7,5^{0}_{-0,8}$ |
| E | 12,7 | 15,6 | 19 | 23,5 | 28 |
| F | 3 | 4,5 | 5,5 | 6,5 | 9,5 |
| G | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 2 | 2,5 |
| H | 2 | 2,8 | 3 | 3 | 5 |
| I | 0,5 | 00,45 | 0,5 | 0,5 | 1,5 |
| J | 2 | 2 | 2 | 3 | 2,5 |
| K | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| L | M2x3 | M2x3 | M2x3 | M3x4 | M3x4 |
| M | 1,7 | 1,7 | 2,2 | 2,5 | 3,5 |
| N | 6 | 6,7 | 12 | 16 | 17,6 |
| O | 4,85 | 6 | 7,3 | 9 | 11,4 |
| Ø P h7 | 20,5 | 26 | 31 | 40,5 | 51 |
| Ø Q | 13 | 16,5 | 20 | 26,5 | 33,5 |
| Ø R H7 | 5 | 7 | 9 | 12 | 15 |
| Ø S h6 | 17 | 21 | 26 | 35 | 43 |
| Ø T H7 | 3 | 4 | 3 | 5 | 6 |
| □ U | 22±0,42 | 27,5±0,46 | 32±0,46 | 43±0,50 | 53±0,50 |
| Ø V | 9,8 | 13 | 15,5 | 20,5 | 25,5 |
| Ø W | 25 | 31,5 | 37,5 | 50 | 62 |
| X | 3 | 4 | 4 | 6 | 6 |
| Y | M2x3 | M2,5x3,5 | M3x4 | M3x5 | M4x6 |
| a | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Ø b | 2,3 | 2,9 | 3,4 | 4,5 | 5,5 |
| c | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| d | M2 | M2,5 | M3 | M4 | M5 |
| e[1)] | 17 | 21,5 | 28,7 | 36,1 | 45,4 |
| f[1)] | - | - | $4,2^{0}_{-0,3}$ | $6,1^{0}_{-0,7}$ | $7,9^{0}_{-0,8}$ |
| g | 18,90x0,70 | 23,6x0,8 | 28,20x1,00 | 38,00x1,50 | 48,00x1,00 |
| Øj | - | 18,0 | 21,5 | 30,0 | 38,0 |
| k | - | 2,0 | 2,0 | 2,5 | 3,5 |
| Gewicht [g] | 25 | 45 | 100 | 150 | 295 |

1) Axiales Maß unter Berücksichtigung der Toleranzen des Wave-Generator-Einstellmaßes. Zur Erzielung der spezifizierten Katalogdaten ist die Einhaltung dieser Abmessung erforderlich.

CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

## • Genauigkeit

Tabelle 2.8.10

**[arcmin]**

| | Baugröße | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3B | | 5 | | 7 | | 8 | | 11 | | | 14 | |
| Untersetzung | 30 | ≥50 | 30 | ≥50 | 30 | ≥50 | 30 | ≥50 | 30 | 50 | ≥80 | 30 | ≥50 |
| Übertragungsgenauigkeit | <10 | | <4 | <3 | <3 | <2,5 | <2 | | <2 | <2,0 | <1,5 | <2 | <1,5 |
| Hystereseverlust | <4,5 | <4 | <3 | | <3 | <2 | <3 | <2 | <3 | <2 | <2 | <3 | <1 |
| Lost motion | <1,5 | | | | | | <1 | | | | | | |
| Wiederholgenauigkeit | < ±1,17 | | < ±0,17 | | | | < ±0,1 | | | | | | |

## • Torsionssteifigkeit

Tabelle 2.8.11

| | Symbol [Einheit] | Baugröße/Version | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 3B | 5 | | 7 | | 8 | | 11 | | 14 | |
| | | 1U 1U-CC | 1U 1U-CC 2XH-J | 1U-F 1U-CC-F 2XH-F | 2XH-J | 2XH-F | 1U 1U-CC 2XH-J | 1U-F 1U-CC-F 2XH-F | 1U 1U-CC 2XH-J | 1U-F 1U-CC-F 2XH-F | 1U 1U-CC 2XH-J | 1U-F 1U-CC-F 2XH-F |
| Grenz-drehmomente | $T_1$ [Nm] | 0,016 | 0,075 | | 0,15 | | 0,29 | | 0,8 | | 2 | |
| | $T_2$ [Nm] | 0,05 | 0,22 | | 0,40 | | 0,75 | | 2 | | 6,9 | |
| i=30 | $K_3$ [Nm/rad] | 51 | 120 | 160 | 270 | 300 | 460 | 540 | 1340 | 1580 | 2860 | 3350 |
| | $K_2$ [Nm/rad] | 40 | 110 | 130 | 200 | 240 | 390 | 440 | 1090 | 1240 | 2100 | 2350 |
| | $K_1$ [Nm/rad] | 27 | 90 | 100 | 170 | 170 | 310 | 340 | 770 | 840 | 1720 | 1880 |
| i=50 | $K_3$ [Nm/rad] | 57 | 170 | 250 | 340 | 470 | 670 | 840 | 2360 | 3200 | 4400 | 5680 |
| | $K_2$ [Nm/rad] | 47 | 140 | 180 | 300 | 370 | 560 | 670 | 2250 | 3000 | 3780 | 4680 |
| | $K_1$ [Nm/rad] | 30 | 110 | 130 | 200 | 270 | 390 | 440 | 1770 | 2210 | 2860 | 3350 |
| i≥80 | $K_3$ [Nm/rad] | 67 | 200 | 300 | 440 | 640 | 890 | 1200 | 2910 | 4320 | 5160 | 7000 |
| | $K_2$ [Nm/rad] | 54 | 180 | 270 | 370 | 540 | 800 | 1040 | 2430 | 3330 | 4600 | 6010 |
| | $K_1$ [Nm/rad] | 34 | 150 | 200 | 300 | 440 | 720 | 900 | 2060 | 2670 | 3780 | 4680 |

## • Lastfreies Anlaufdrehmoment

Tabelle 2.8.12

**[Ncm]**

| Untersetzung | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3B | | 5 | 7 | 8 | 11 | 14 |
| | 1U | 1U-CC | | | | | |
| 30 | 0,34 | 0,32 | 0,53 | 0,87 | 1,3 | 3,4 | 6,4 |
| 50 | 0,30 | 0,28 | 0,40 | 0,59 | 0,8 | 2,0 | 4,1 |
| 80 | - | - | - | - | - | - | 2,8 |
| 100 | 0,26 | 0,24 | 0,30 | 0,44 | 0,59 | 1,5 | 2,5 |

## • Lastfreies Rückdrehmoment

Tabelle 2.8.13

**[Nm]**

| Untersetzung | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3B | | 5 | 7 | 8 | 11 | 14 |
| | 1U | 1U-CC | | | | | |
| 30 | 0,14 | 0,12 | 0,29 | 0,49 | 0,70 | 1,7 | 2,4 |
| 50 | 0,14 | 0,11 | 0,21 | 0,36 | 0,55 | 1,2 | 1,6 |
| 80 | - | - | - | - | - | - | 1,6 |
| 100 | 0,16 | 0,13 | 0,27 | 0,47 | 0,75 | 1,5 | 1,8 |

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Lastfreies Laufdrehmoment

Die Diagramme gelten für Produkte mit der Untersetzung i=100 nach einer Einlaufzeit von mindestens 2 h mit der Eingangsdrehzahl 2000 min$^{-1}$ und Schmierung mit Harmonic Drive® Schmierfett SK-2.

Abbildung 2.8.15

**CSF-3B-1U-CC**

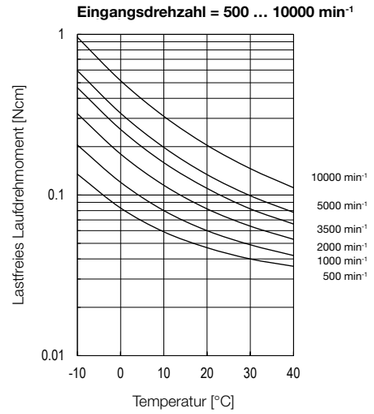



Abbildung 2.8.16

**CSF-5 ... 14-1U**

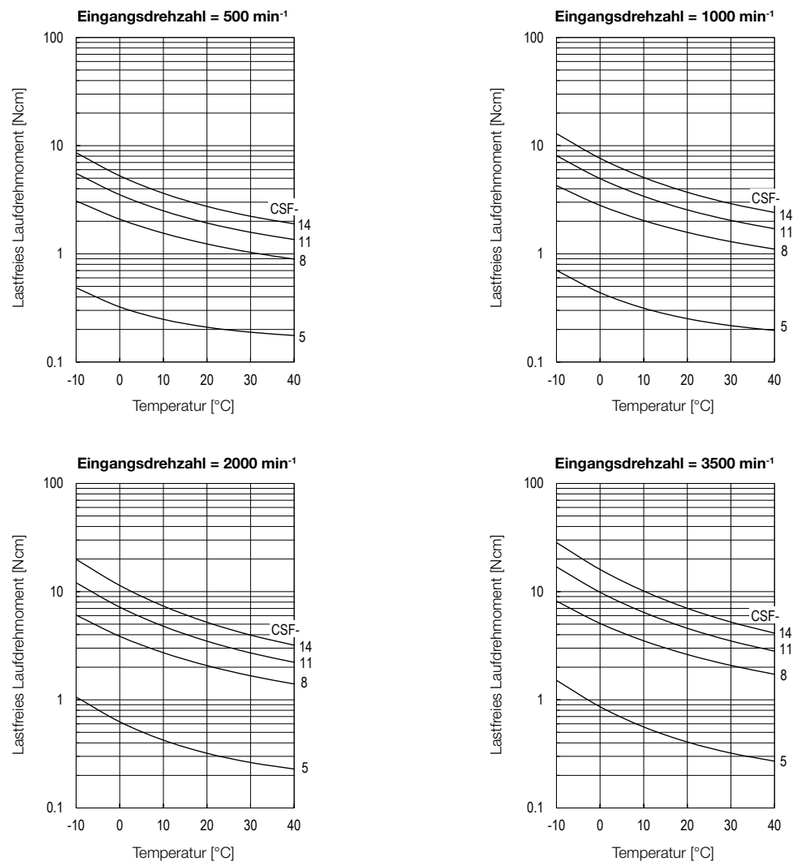
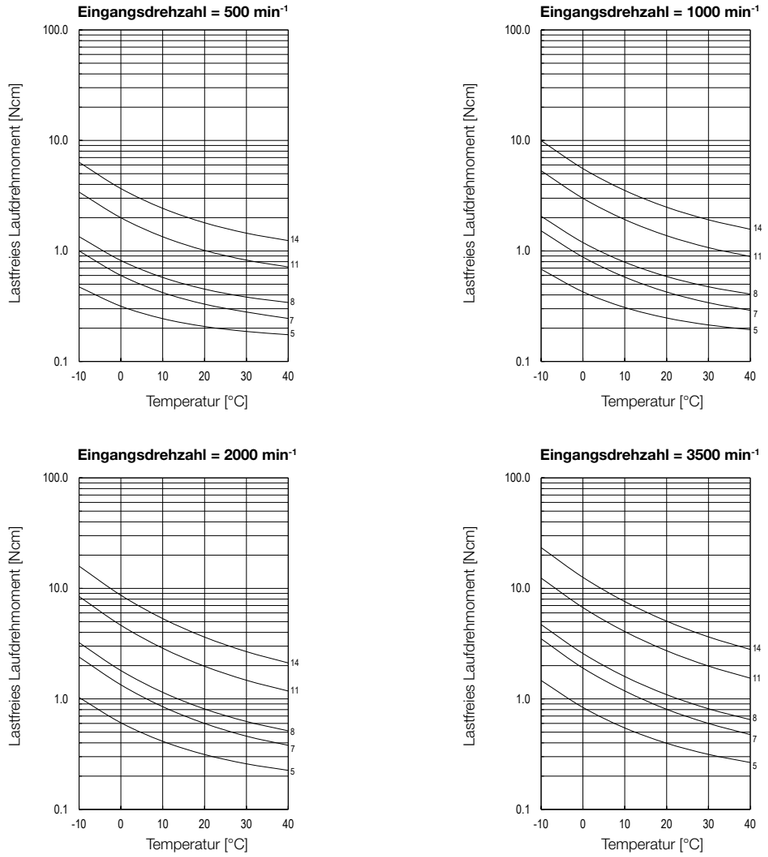


Abbildung 2.8.17

**CSF-5 ... 14-1U-CC, -2XH**




## Korrekturwerte für Lastfreies Laufdrehmoment

Beim Einsatz von Getrieben mit Untersetzungen i ≠ 100 sind die aus den Kurven (Abbildung 2.8.15 - Abbildung 2.8.17) abgelesenen Daten um die folgenden Werte zu korrigieren.

Tabelle 2.8.14

**[Ncm]**

| Baugröße | Version | Untersetzung | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 30 | 50 | 80 |
| 3B | 1U | 0,026 | 0,023 | – |
| | 1U-CC | 0,020 | 0,017 | – |
| 5 | | 0,26 | 0,11 | – |
| 7 | | 0,30 | 0,13 | – |
| 8 | | 0,44 | 0,19 | – |
| 11 | | 0,81 | 0,36 | – |
| 14 | | 1,33 | 0,58 | 0,1 |

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.



- Wirkungsgrad

## Wirkungsgrad für Fettschmierung bei Nenndrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett SK-2.

Abbildung 2.8.18

**CSF-3B-1U**

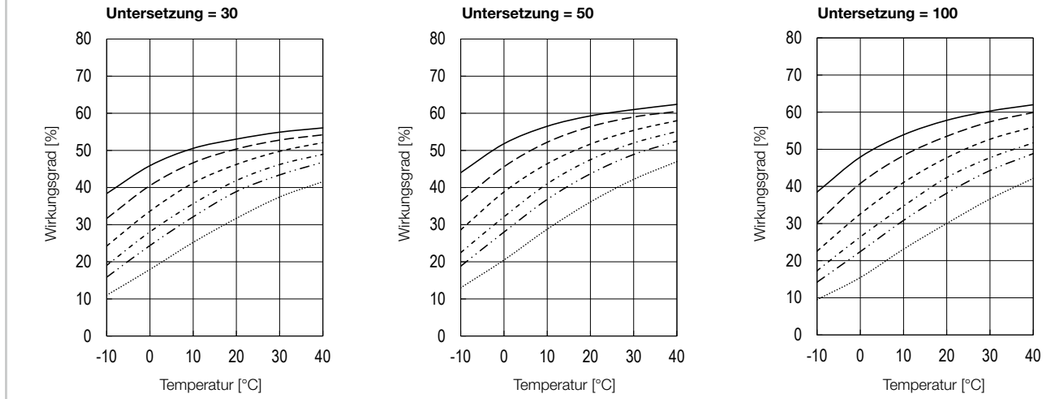



Abbildung 2.8.19

**CSF-3B-1U-CC**

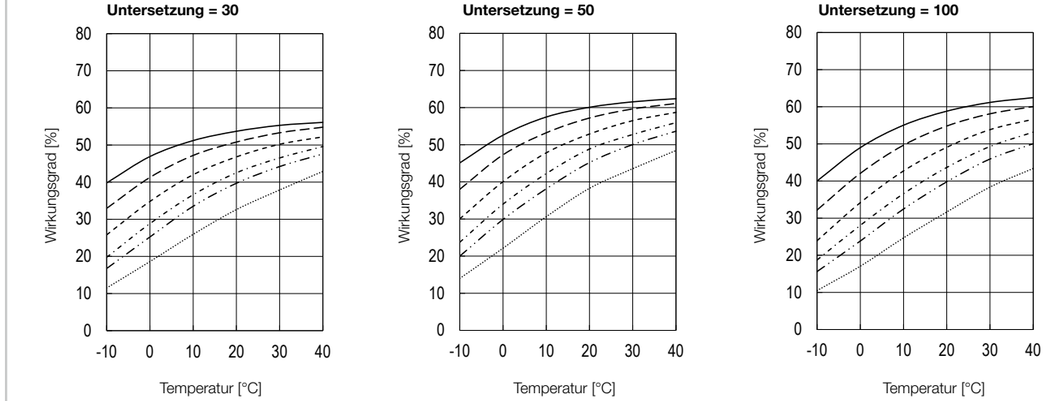
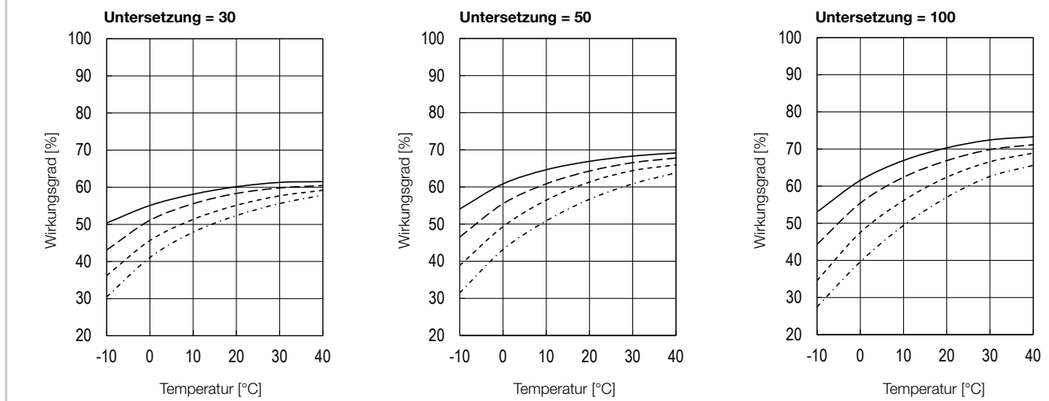



Abbildung 2.8.20

**CSF-5, alle Versionen**




n = 500 min-1 n = 1000 min-1 n = 2000 min-1 n = 3500 min-1 5000 min-1 n = 10000 min-1

Abbildung 2.8.21

## CSF-8-1U, -1U-F

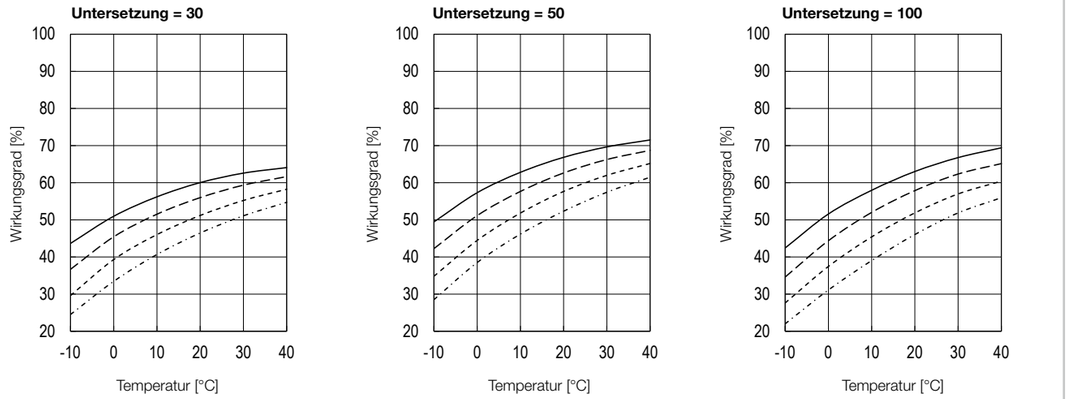



Abbildung 2.8.22

## CSF-7-2XH-J, -2XH-F

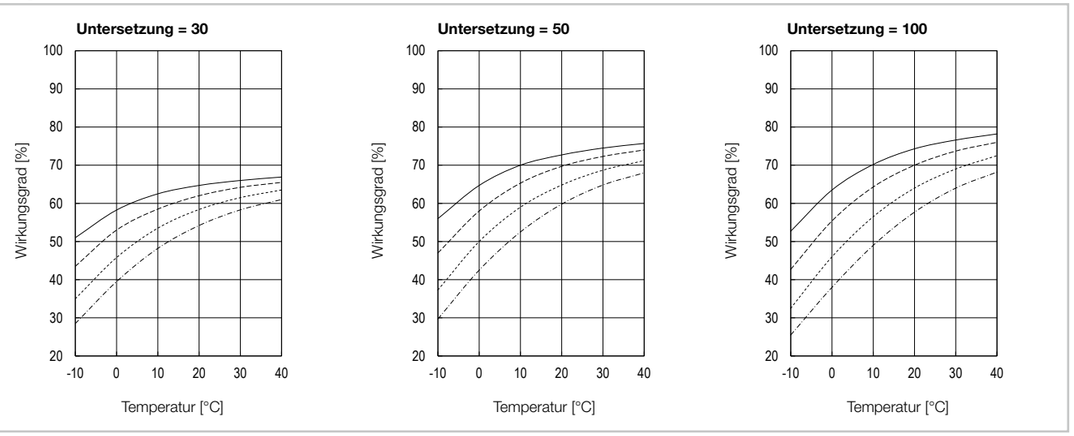



Abbildung 2.8.23

## CSF-11-1U, -1U-F

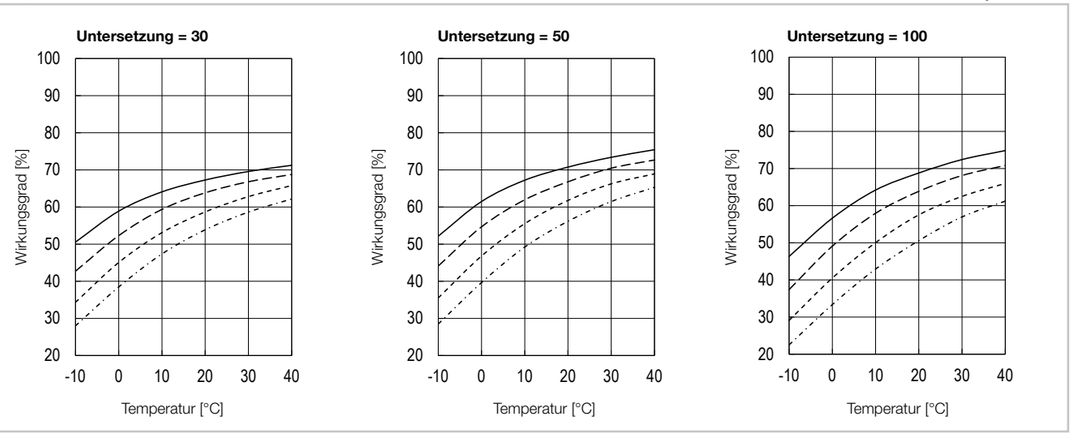



Abbildung 2.8.24

## CSF-11-1U-CC, -2XH-J, -1U-CC-F, -2XH-F

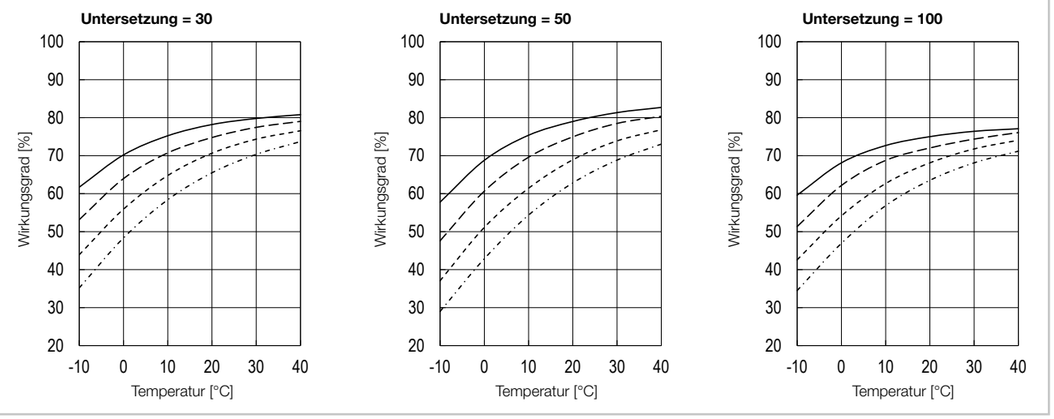



Abbildung 2.8.25

## CSF-14-1U, -1U-F

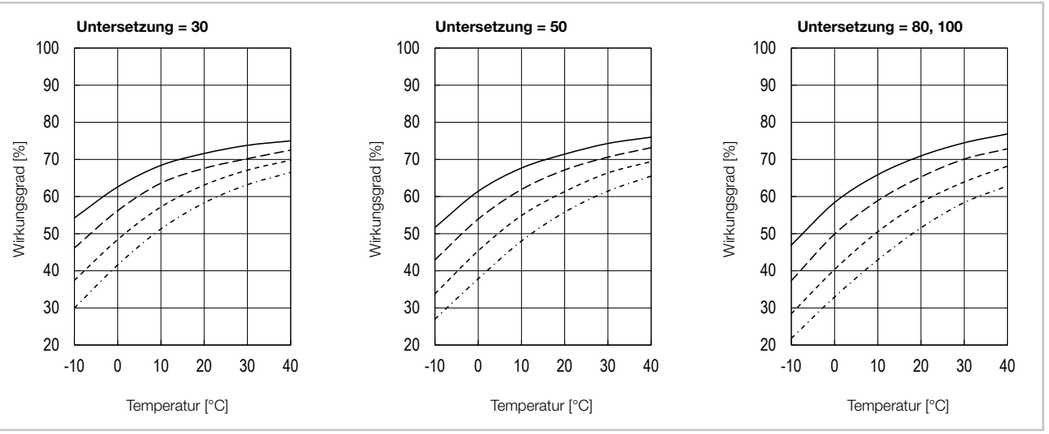
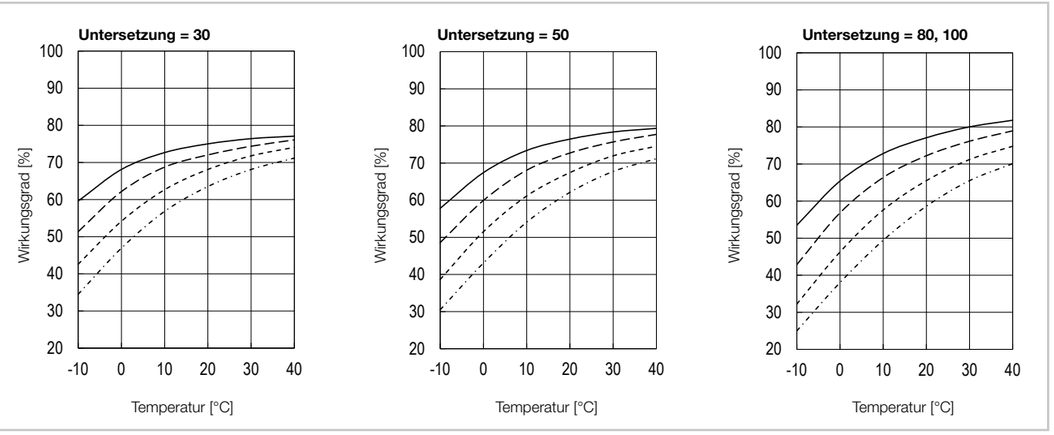



Abbildung 2.8.26

## CSF-14-1U-CC, -2XH-J, -1U-CC-F, -2XH-F




n = 500 min$^{-1}$ — n = 1000 min$^{-1}$ — n = 2000 min$^{-1}$ — n = 3500 min$^{-1}$

## Wirkungsgradberechnung

Der Wirkungsgrad hängt von folgenden Parametern ab: Untersetzung, Eingangsdrehzahl, Lastmoment, Temperatur, Schmierstoff und Schmierstoffmenge. Wenn das Lastmoment kleiner als das Nennmoment ist, ergibt sich ein kleinerer Wirkungsgrad als in den Wirkungsgradkennlinien angegeben. Der drehmomentspezifische Wirkungsgrad wird mittels des Berechnungsfaktors K ermittelt.

## Berechnungsbeispiel

Produkt: CSF-8-100-2XH

- Eingangsdrehzahl: 1000 $min^{-1}$
- (Durchschnittliches) Lastmoment $T_{av}$: 2 Nm
- Nenndrehmoment $T_N$ (Katalogangabe): 2,4 Nm
- Fettschmierung mit Harmonic Drive® Schmierfett SK-2, Schmiermitteltemperatur: 20 °C.

1. Berechnung des Drehmomentfaktors
   $V = T_{av}/T_N = 2/2,4 = 0,83$ (Für V > 1 ist K = 1)
2. Ablesen des Berechnungsfaktors K aus Diagramm Abbildung 2.8.27: K = 0,99
3. Ablesen des Wirkungsgrads aus Wirkungsgrad-kennlinie Abbildung 2.8.22: η = 77 %
4. Berechnung des lastabhängigen Wirkungsgrads
   $\eta_L = 77 \cdot 0,99 = 76$ %

Abbildung 2.8.27

**Berechnungsfaktor K**




# Abtriebslager

Tabelle 2.8.15

| | Symbol [Einheit] | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 3B | 5 | 7 | 8 | 11 | 14 |
| Lagertyp[1] | | F | F | F | F | F | F |
| Teilkreisdurchmesser | $d_p$ [mm] | 7,7 | 13,5 | 17 | 20,5 | 27,5 | 35 |
| Abstand[2] | R [mm] | 4,1 | 4,85 | 6,0 | 7,3 | 9 | 11,4 |
| Dynamische Tragzahl | C [N] | 665 | 914 | 1440 | 2160 | 3890 | 6120 |
| Statische Tragzahl | $C_0$ [N] | 424 | 7630 | 1210 | 1900 | 3540 | 5850 |
| Zulässiges dynamisches Kippmoment[3] | M [Nm] | 0,27 | 0,89 | 1,76 | 3,46 | 6,6 | 13,2 |
| Kippsteifigkeit | $K_B$ [Nm/arcmin] | 0,026 | 0,22 | 0,44 | 0,8 | 2,16 | 3,9 |
| Zulässige Axiallast[4] | $F_a$ [N] | 130 | 270 | 140 | 630 | 1150 | 1800 |
| Zulässige Radiallast[4] | $F_r$ [N] | 36 | 90 | 440 | 200 | 300 | 550 |

1) F = Vierpunktlager
2) Abstand zwischen der abtriebsseitigen Stirnfläche und der Mitte des Lager-Wälzkörpers, Details siehe Zeichnungen bzw. Kapitel Projektierung.
3) Diese Daten gelten für drehende Getriebe.
4) Die Daten gelten unter folgender Voraussetzung:
   Für $F_a$: M = 0; $F_r$ = 0
   $F_r$: M = 0; $F_a$ = 0

Die zulässige Radiallast bezieht sich auf die Wellenmittte der Abtriebsseite (Versionen 1U und 2XH-J).

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

- Abtriebslager- und Gehäusetoleranzen

Abbildung 2.8.28

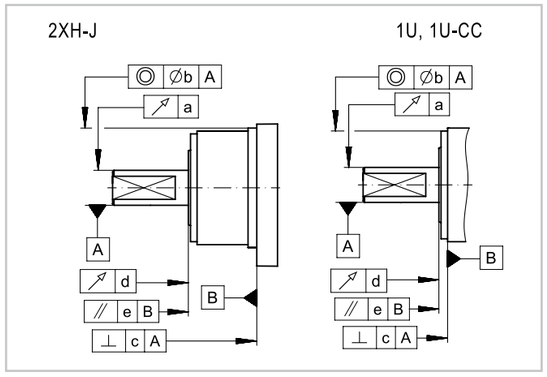



Abbildung 2.8.29

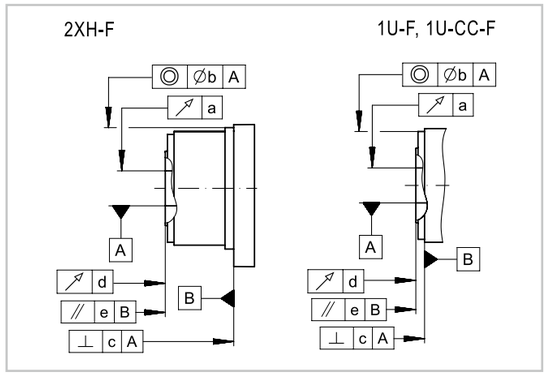



Tabelle 2.8.16

**[mm]**

| | Baugröße/Version | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3B | 5 | | 7 | | 8 | | 11 | | 14 | |
| | 1U 1U-CC | 1U 1U-CC 2XH-J | 1U-F 1U-CC-F 2XH-F | 2XH-J | 2XH-J | 1U 1U-CC 2XH-J | 1U-F 1U-CC-F 2XH-F | 1U 1U-CC 2XH-J | 1U-F 1U-CC-F 2XH-F | 1U 1U-CC 2XH-J | 1U-F 1U-CC-F 2XH-F |
| a (Rundlauf) | 0,030 | 0,030 | 0,005 | 0,030 | 0,005 | 0,030 | 0,005 | 0,030 | 0,005 | 0,030 | 0,005 |
| b | 0,020 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,055 | 0,055 | 0,055 | 0,055 |
| c | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 |
| d (Planlauf) | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 |
| e | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,018 | 0,018 | 0,020 | 0,020 | 0,030 | 0,030 | 0,030 | 0,030 |

## • Eingangslagerung

Die Eingangswelle der CSF Mini Getriebe mit Abtriebslager ist mit zwei einreihigen Rillenkugellagern gelagert. Abbildung 2.8.30 zeigt die Kraftangriffspunkte der in Tabelle 2.8.17 und in Abbildung 2.8.31 dargestellten Radial- und Axialkräfte.

Beispiel: Wenn die Eingangswelle eines CSF-14 Getriebes mit Abtriebslager mit einer Axialkraft von 7,5 N vorgespannt ist, beträgt die maximal zulässige Radialkraft 20,6 N.
Die auf dieser Seite dargestellten technischen Daten gelten für eine durchschnittliche Eingangsdrehzahl von 2000 $min^{-1}$ und eine mittlere Lagerlebensdauer von $L_{10}$ = 7000 h.

Tabelle 2.8.17

| | Symbol [Einheit] | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 3B | 5 | 7* | 8 | 11 | 14 |
| Abstand | B [mm] | 5,85 | 9,25 | - | 18,00 | 21,90 | 24,25 |
| Maximal zulässige Radialkraft | $F_r$ [N] | 6 | 8 | - | 10 | 20 | 30 |

* In dieser Baugröße gibt es keine Version mit Eingangslagerung.

Abbildung 2.8.30

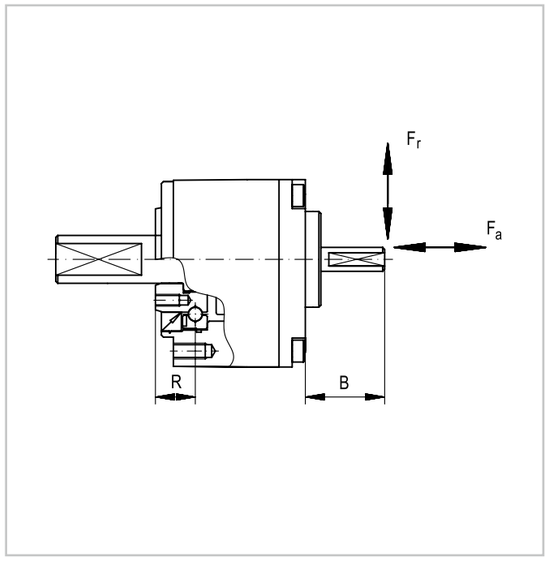
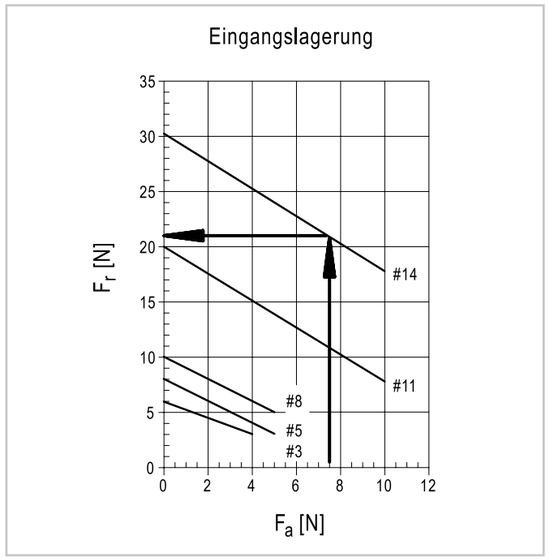



Abbildung 2.8.31




# Montagetoleranzen

Die hervorragenden Produkteigenschaften der Harmonic Drive® Getriebe CSF-1U-CC, -1U-CC-F, -2XH-J und -2XH-F sind nur dann voll nutzbar, wenn bei der Montage die Toleranzen laut Tabelle 2.8.18 eingehalten werden.

Abbildung 2.8.32

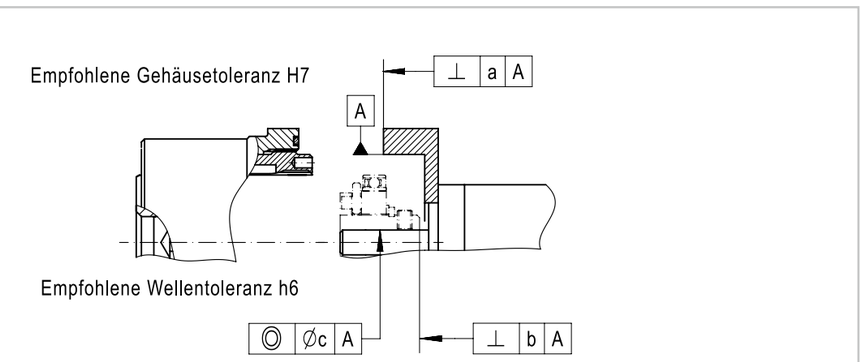



Tabelle 2.8.18 **[mm]**

| | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3B | 5 | 7 | 8 | 11 | 14 |
| a | 0,006 | 0,008 | 0,008 | 0,010 | 0,011 | 0,011 |
| b | 0,004 | 0,005 | 0,005 | 0,012 | 0,012 | 0,017 |
| | | | | (0,006) | (0,007) | (0,008) |
| c | 0,004 | 0,005 | 0,005 | 0,015 | 0,015 | 0,030 |
| | | | | (0,006) | (0,007) | (0,016) |

Die in Klammern angegebenen Werte sind empfohlene Toleranzen für einen Wave Generator ohne Oldham-Kupplung. Diese Kupplung wird zum Ausgleich von Exzentrizitätsfehlern der Motorwelle eingesetzt und ist im Standardgetriebe eingebaut. Bei einer direkten Kupplung des Wave Generator mit der Motorwelle ohne Oldham-Kupplung (Option) sollten die Motorwellentoleranzen der DIN 42955 R entsprechen.

## • Bohrungsdurchmesser Wave Generator

Der Wave Generator kann mit folgenden Bohrungsdurchmessern geliefert werden:

Tabelle 2.8.19 **[mm]**

| | Baugröße | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3B | 5 | 7 | 8 | 11 | 14 |
| Wave Generator Bohrung ø H7 | 2 | 1,5 ... 6 | 2 ... 7 | 2 ... 4 (2 ... 8) | 3 ... 7 (3 ... 8) | 4 ... 8 (4 ... 10) |

- Die Werte in Klammern gelten für einen Wave Generator ohne Oldham-Kupplung.
- Vom Standard abweichende Bohrungsdurchmesser können Auswirkungen auf andere Komponenten des Wave Generators und die Spezifikationen haben, z. B. die Größe der Sicherungsschraube, die Abmessungen der Passfeder, das übertragbare Drehmoment.

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

# Montage

## • Montage des Gehäuseflansches

Tabelle 2.8.20

| | [Einheit] | Baugröße | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 3B | 5 | 8 | 11 | 14 | 5 | 7 | 8 | 11 | 14 |
| Bezeichnung | | A | | | | | A | | | | |
| Version | | 1U, 1U-CC, 1U-F, 1U-CC-F | | | | | 2XH-F, 2XH-J | | | | |
| Anzahl der Schrauben | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Schraubengröße | | M1,6 | M2 | M3 | M4 | M5 | M2 | M2,5 | M3 | M4 | M5 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 15,0 | 23,0 | 35,0 | 46,0 | 58,0 | 25,0 | 31,5 | 37,5 | 50,0 | 62,0 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 0,26 | 0,25 | 0,85 | 2,00 | 4,00 | 0,25 | 0,49 | 0,85 | 2,00 | 4,00 |
| Übertragbares Drehmoment[1)] | [Nm] | 3,0 | 3,5 | 12,0 | 29,0 | 57,0 | 2,0 | 3,8 | 7,0 | 16,0 | 31,0 |

Abbildung 2.8.33 **1U, 1U-CC, 1U-F, 1U-CC-F**

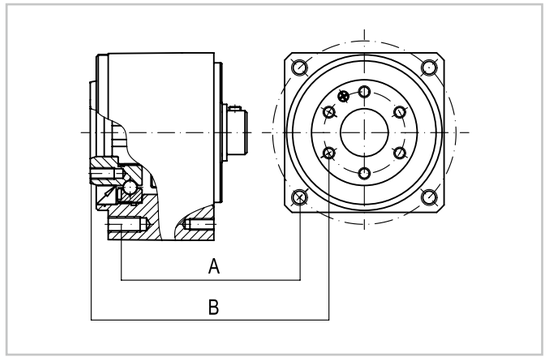
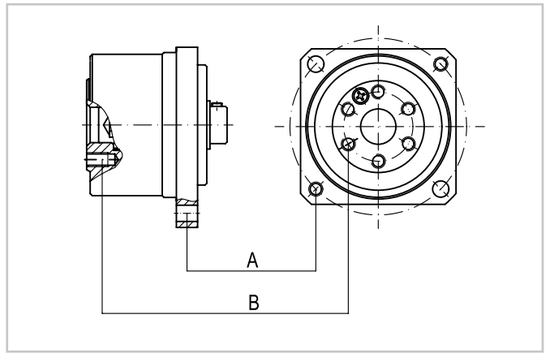



Abbildung 2.8.34 **2XH-F, 2XH-J**




## • Montage des Abtriebsflansches

Tabelle 2.8.21

| | [Einheit] | Baugröße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 | 7 | 8 | 11 | 14 |
| Bezeichnung | | B | | | | |
| Anzahl der Schrauben | | 3 | 4 | 4 | 6 | 6 |
| Schraubengröße | | M2 | M2,5 | M3 | M3 | M4 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 9,8 | 13 | 15,5 | 20,5 | 25,5 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 0,54 | 1,1 | 2,0 | 2,0 | 4,6 |
| Übertragbares Drehmoment[1)] | [Nm] | 2 | 7,2 | 13 | 26 | 55 |

1) Tabelle 2.8.20 und Tabelle 2.8.21 sind gültig für vollständig entfettete Anschlussflächen (Reibungskoeffizient μk = 0,15) und Schraubenqualität 12.9 mit metrischem Regelgewinde nach DIN13 Teil 13 und Kopfabmessungen von Zylinderschrauben ISO 4762, unbehandelt, geölt, mit μges = 0,12.

## • Montage an der Eingangswelle

Tabelle 2.8.22

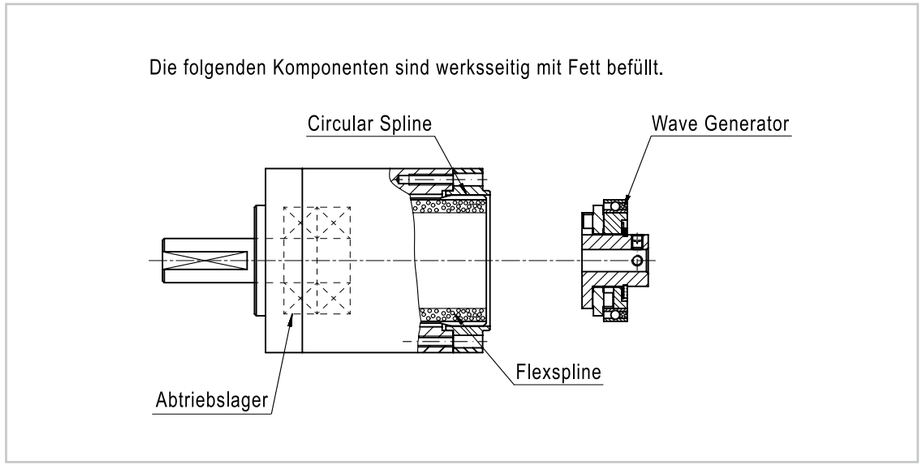
| | [Einheit] | Baugröße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 3B | 5 | 8 | 11 | 14 |
| Anzahl der Schrauben | | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Größe der Schrauben | | M1.6 | M2 | M2 | M3 | M3 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 0,09 | 0,19 | 0,19 | 0,69 | 0,69 |

Schraubenqualität 12.9, Reibungskoeffizient μ = 0,15

# Schmierung

CSF Mini Getriebe mit Abtriebslager werden einbaufertig geliefert. Sie sind werksseitig mit einer Lebensdauer-Fettschmierung versehen, siehe Abbildung 2.8.35. Das eingesetzte Harmonic Drive® Hochleistungsfett vom Typ SK-2 ist auf die speziellen Anforderungen der Harmonic Drive® Getriebe abgestimmt. Es gewährleistet konstante Genauigkeit der Getriebe über die gesamte Lebensdauer.
Schmierfett des Abtriebslagers (#5-14): Bezeichnung: Mul temp HL-D, Hersteller: Kyodo Yushi, Grundöl: Kohlenwasserstoff-Komplex, Verdicker: Lithium-Seife, Konsistenz (25 °C): 280 [0,1 mm], Tropfpunkt: 210 °C, Aussehen: weißlich.

Abbildung 2.8.35




Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## Produktbeschreibung

# Präzisionsgetriebe für kleine Drehmomente

Die Produkte der Baureihe PMG bestehen im Kern aus einem Harmonic Drive® Getriebe-Einbausatz mit einem integrierten Abtriebslager sowie einer Abtriebswelle. Der Getriebeeingang kann wahlweise mit Eingangswelle oder zum direktem Motoranbau ausgeführt werden. Neben einem besonderen Korrosionsschutz zeichnen sich die Getriebe der Baureihe PMG durch kompakte Abmessungen und geringes Gewicht aus.

## Merkmale

- Zwei Versionen für unterschiedliche Einbausituationen
- Besonderer Korrosionsschutz
- Integriertes Abtriebslager
- Kompakte Abmessungen und geringes Gewicht
- Kundenspezifische Ausführungen möglich





## Bestellbezeichnung

Tabelle 2.9.1

| Bestellbezeichnung | PMG | - | 8 | - | 100 | - | M | - | SP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baureihe** | | | | | | | | | |
| **Baugröße**<br>(entspricht dem Teilkreis-Durchmesser der Flexspline-Verzahnung in Zoll x 10) | | | 5<br>8<br>11<br>14 | | | | | | |
| **Untersetzung**<br>(in der Antriebskonfiguration:<br>Circular Spline (CS) fixiert, Wave Generator (WG) Antrieb,<br>Flexspline (FS) Abtrieb) | | | | | 50<br>72<br>80<br>88<br>100<br>110 | | | | |
| **Version**<br>Getriebe für Motoranbau<br>Getriebe mit Eingangswelle | | | | | | | M<br>S | | |
| **Kundenspezifische Ausführung**<br>Standardausführung (Feld bleibt leer)<br>Sonderausführung (auf Anfrage) | | | | | | | | | [ ]<br>SP |

Bitte beachten Sie die Tabelle der möglichen Kombinationen.

## Kombinationen

Tabelle 2.9.2

| | | Baugröße | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 | 8 | 11 | 14 |
| Untersetzung | 50 | ● | ● | ● | ● |
| | 72 | - | ● | ● | ● |
| | 80 | ● | - | - | |
| | 88 | - | - | - | ● |
| | 100 | ● | ● | ● | ● |
| | 110 | - | - | - | ● |
| Version | M | ● | ● | ● | ● |
| | S | ● | ● | ● | ● |

● verfügbar o auf Anfrage - nicht verfügbar

# Technische Daten

## • Leistungsdaten

Tabelle 2.9.3

| Baugröße | Untersetzung | Grenze für wiederholbares Spitzendrehmoment | Grenze für Durchschnittsdrehmoment | Nenndrehmoment | Grenze für Kollisionsdrehmoment | Nenndrehzahl | Maximale Eingangsdrehzahl [min⁻¹] | Grenze für mittlere Eingangsdrehzahl [min⁻¹] | Massenträgheitsmoment 2) | | Gewicht | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Typ M | Typ S | Typ M | Typ S |
| | | $T_R$ [Nm] | $T_A$ [Nm] | $T_N$ [Nm] | $T_M$ [Nm] | [min⁻¹] | Fettschmierung | Fettschmierung | [x $10^{-4}$ kgcm²] | | [kg] | [kg] |
| 5 | 50 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,4 | 4500 | 10000 | 4900 | 2,5 | 2,5 | 0,03 | 0,031 |
| | 80 | 0,45 | 0,45 | 0,30 | 0,60 | | | | | | | |
| | 100 | 0,55 | 0,55 | 0,30 | 0,70 | | | | | | | |
| 8 | 50 | 1,9 | 1,9 | 1,5 | 2,5 | 3500 | 6000 | 3500 | 30 | 30 | 0,120 | 0,125 |
| | 72 | 2,4 | 2,3 | 2,0 | 3,1 | | | | | | | |
| | 100 | 2,7 | 2,7 | 2,0 | 3,8 | | | | | | | |
| 11 | 50 | 5,0 | 4,7 | 2,5 | 6,8 | 3500 | 5000 | 3500 | 120 | 140 | 0,25 | 0,27 |
| | 72 | 5,6 | 5,4 | 4,0 | 8,8 | | | | | | | |
| | 100 | 7,9 | 7,6 | 4,0 | 10,8 | | | | | | | |
| 14 | 50 | 9,8 | 7,0 | 5,4 | 14,0 | 3500 | 5000 | 3500 | 330 | 340 | 0,420 | 0,495 |
| | 72 | 11,8 | 9,0 | 7,8 | 16,0 | | | | | | | |
| | 88 | 12,7 | 11,0 | 7,8 | 18,0 | | | | | | | |
| | 100 | 14,7 | 11,0 | 7,8 | 20,0 | | | | | | | |
| | 110 | 14,7 | 11,0 | 7,8 | 20,0 | | | | | | | |

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Abmessungen

### Version für Motoranbau

Abbildung 2.9.1 **PMG-5-M [mm]**

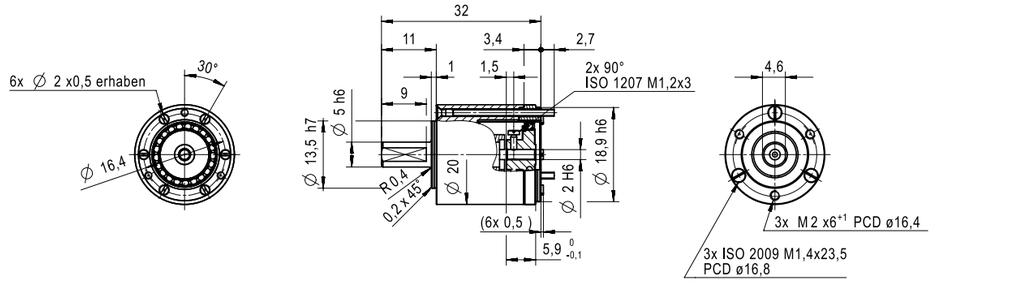



Abbildung 2.9.2 **PMG-8-M [mm]**

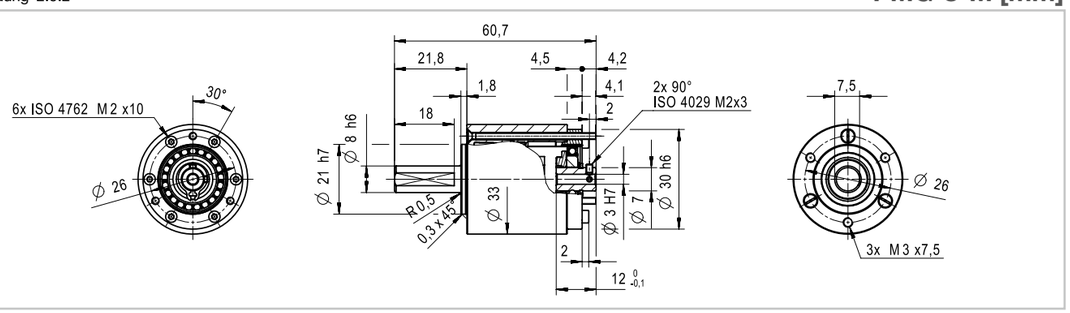



Abbildung 2.9.3 **PMG-11-M [mm]**

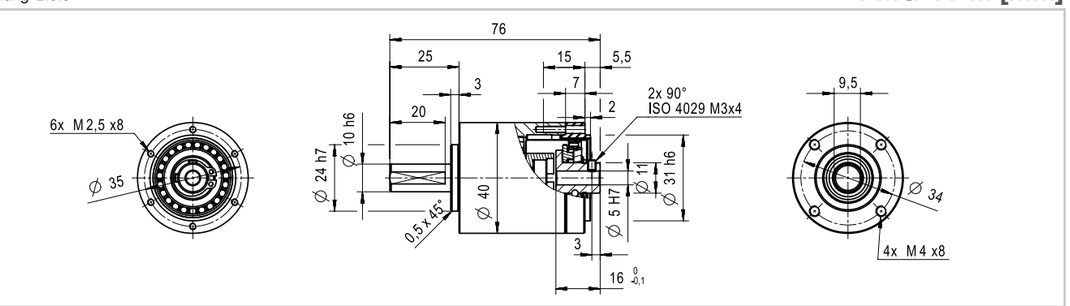
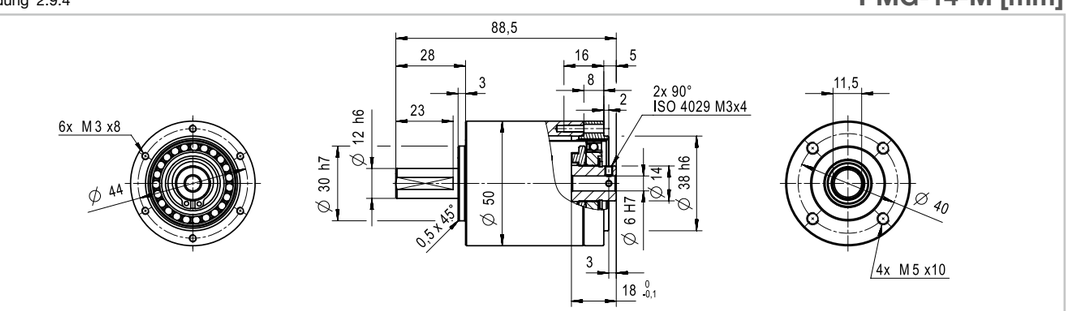



Abbildung 2.9.4 **PMG-14-M [mm]**




CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

## Version mit Eingangswelle

Abbildung 2.9.5

**PMG-5-S [mm]**

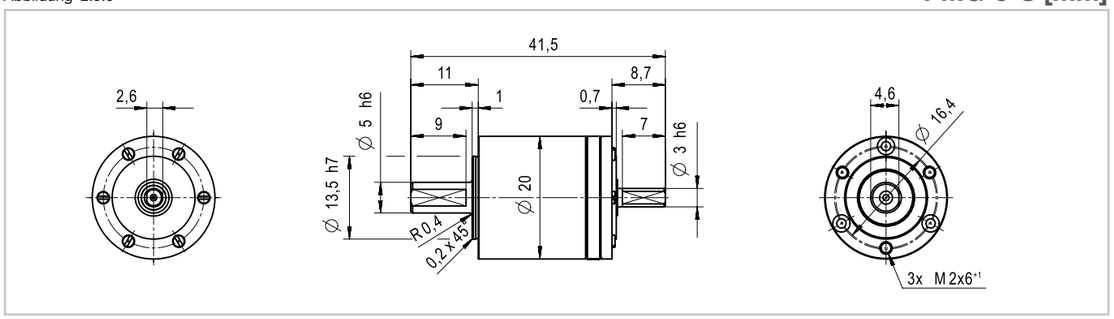



Abbildung 2.9.6

**PMG-8-S [mm]**

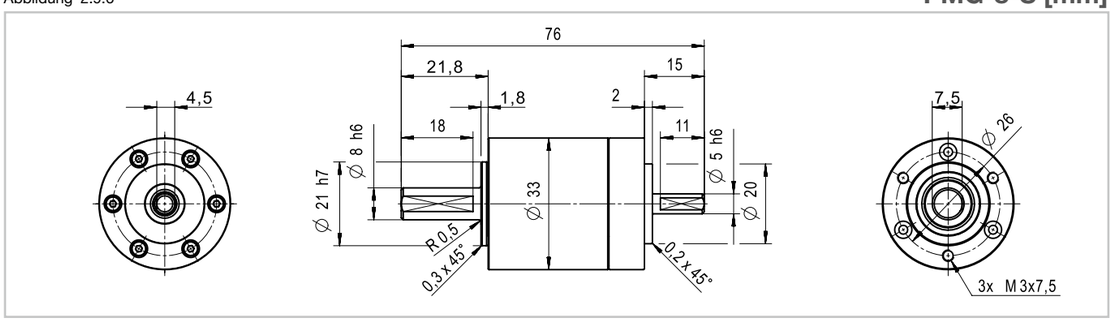



Abbildung 2.9.7

**PMG-11-S [mm]**

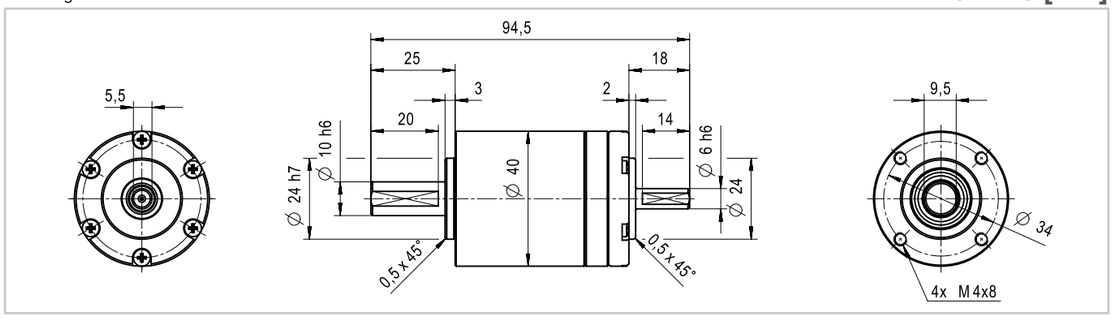
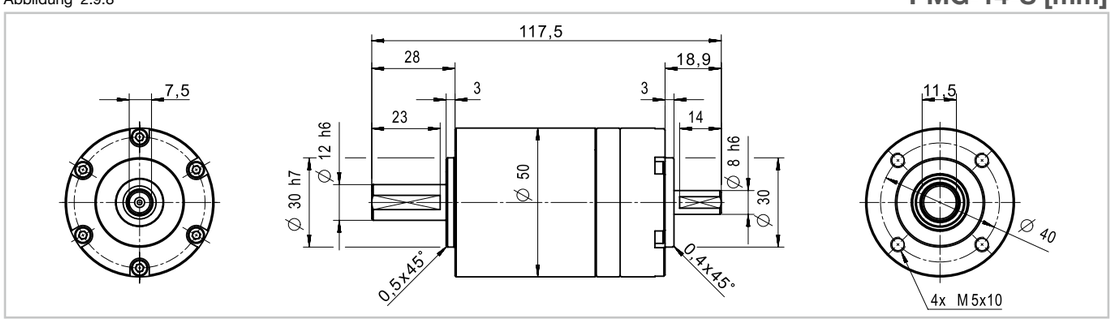



Abbildung 2.9.8

**PMG-14-S [mm]**




CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

## • Genauigkeit

Tabelle 2.9.4

**[arcmin]**

| | Baugröße | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 5 | 8 | 11 | 14 |
| Übertragungsgenauigkeit | < 4,5 | < 3,0 | < 2,0 | < 2,0 |
| Lost Motion | < 4,0 | < 1,0 | < 1,0 | < 1,0 |
| Wiederholgenauigkeit | < ± 1,5 | < ± 1,0 | < ± 1,0 | < ± 1,0 |

## • Torsionssteifigkeit

Tabelle 2.9.5

| | Symbol [Einheit] | Baugröße | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 | 8 | 11 | 14 |
| Grenzdrehmomente | $T_1$ [Nm] | 0,05 | 0,30 | 0,80 | 1,90 |
| | $T_2$ [Nm] | 0,19 | 1,50 | 3,40 | 6,80 |
| i = 50 | $K_2$ [Nm/rad] | 55 | 389 | 1160 | 2250 |
| | $K_1$ [Nm/rad] | 24 | 246 | 622 | 1320 |
| i > 50 | $K_3$ [Nm/rad] | 100 | 690 | 1400 | 4270 |
| | $K_2$ [Nm/rad] | 60 | 500 | 1320 | 3300 |
| | $K_1$ [Nm/rad] | 30 | 380 | 770 | 1710 |

## • Lastfreies Anlaufdrehmoment

Tabelle 2.9.6

**[Ncm]**

| Untersetzung | Baugröße | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 5 | 8 | 11 | 14 |
| 50 | 0,4 | 0,8 | 1,6 | 2,3 |
| 72, 80, 88 | 0,3 | 0,7 | 1,3 | 1,9 |
| 100, 110 | 0,3 | 0,6 | 1,1 | 1,6 |

## • Lastfreies Rückdrehmoment

Tabelle 2.9.7

**[Nm]**

| Untersetzung | Baugröße | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 5 | 8 | 11 | 14 |
| 50 | 0,18 | 0,50 | 0,90 | 1,30 |
| 72, 80, 88 | 0,2 | 0,6 | 1,0 | 1,6 |
| 100, 110 | 0,3 | 0,7 | 1,1 | 1,8 |

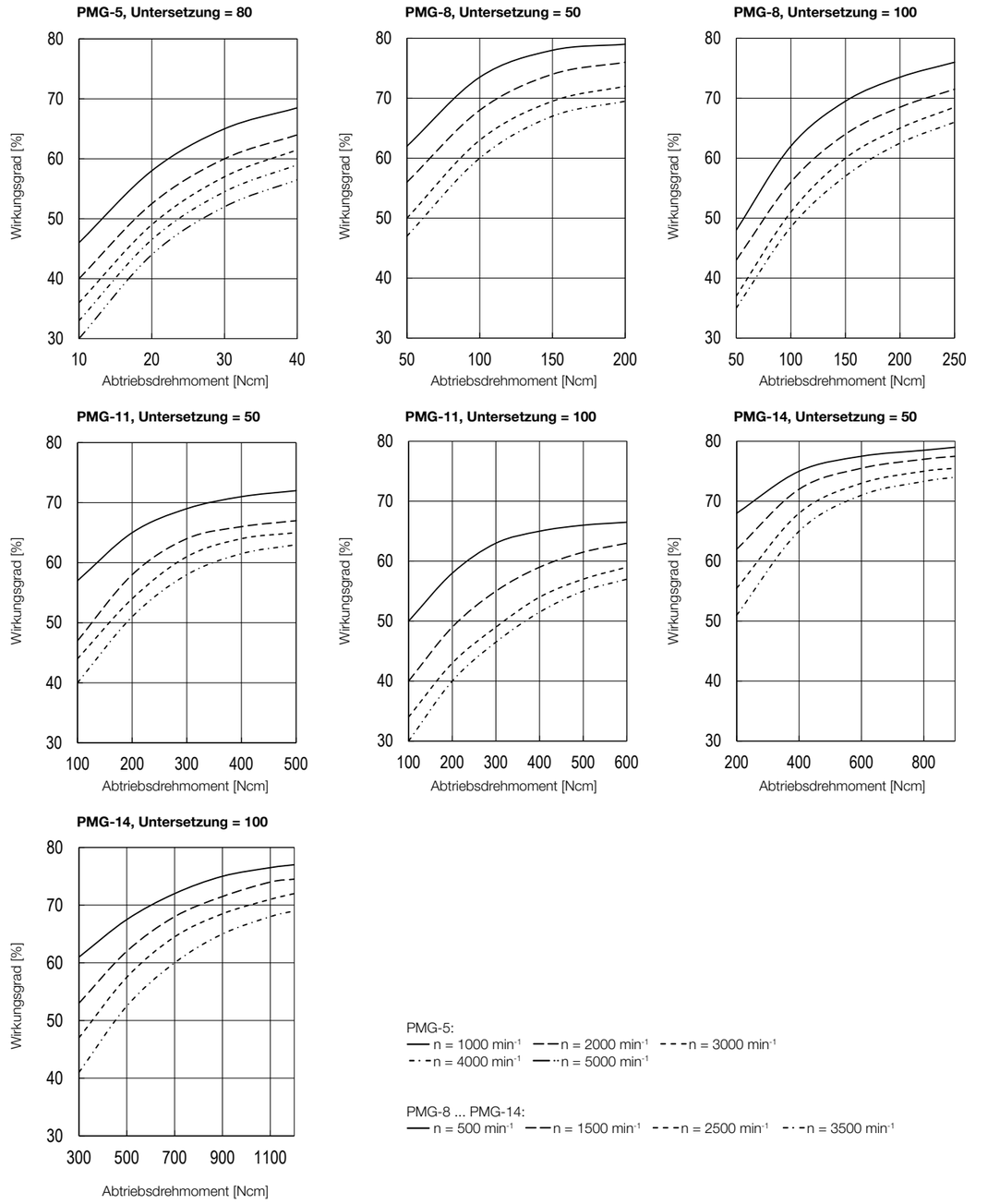
Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Wirkungsgrad

### Wirkungsgrad für Fettschmierung bei Nenndrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett SK-2.

Abbildung 2.9.9




# Abtriebslager

Tabelle 2.9.8 **[N]**

| | | Symbol [Einheit] | Baugröße 5 | 8 | 11 | 14 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Abtriebslagerung | Zulässige Radialkraft [1] | $F_r$ [N] | 59 | 196 | 245 | 392 |
| | Zulässige Axialkraft | $F_a$ [N] | 29 | 98 | 196 | 392 |
| Antriebslagerung | Zulässige Radialkraft [1] | $F_r$ [N] | 8 | 10 | 20 | 29 |
| | Zulässige Axialkraft | $F_a$ [N] | 5 | 5 | 10 | 10 |

[1] Die Kraft bezieht sich auf die Wellenmitte.

## • Abtriebslager- und Gehäusetoleranzen

Abbildung 2.9.10

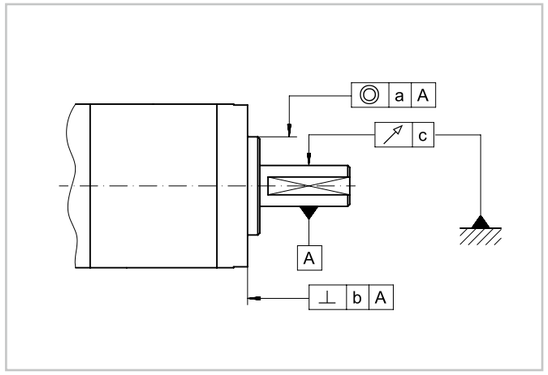



Tabelle 2.9.9 **[mm]**

| Symbol | Baugröße 5 | 8 | 11 | 14 |
|---|---|---|---|---|
| a | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| b | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| c (Rundlauf) | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |

## • Verwendete Materialien und Beschichtungen

Gehäuse: Aluminium, anodisiert. Ausnahme: Zentrierbund abtriebsseitig
Eingangs- und Abtriebswelle: Chromstahl, korrosionsbeständig
Circular Spline (außen): Vernickelt

Andere Materialien und Beschichtungen auf Anfrage.

# Montage

## • Montagetoleranzen

Abbildung 2.9.11

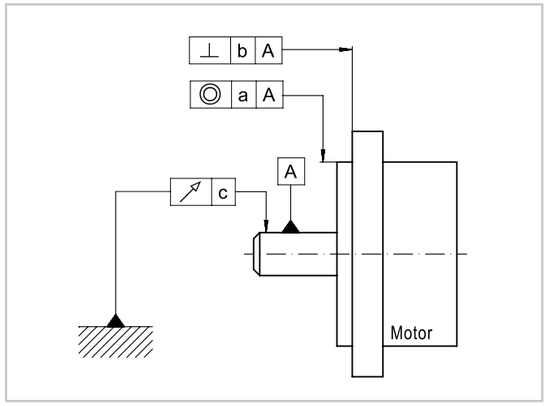


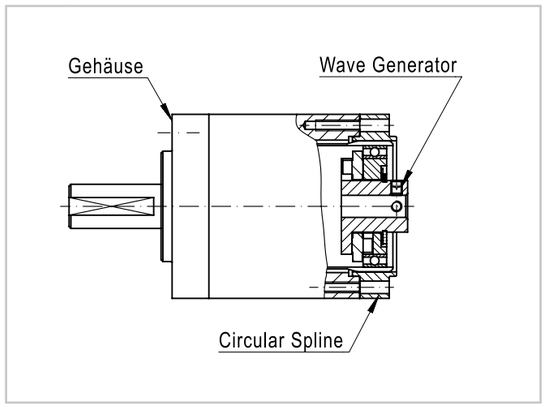

Tabelle 2.9.10

[mm]

| Symbol | Baugröße | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 5 | 8 | 11 | 14 |
| a | 0,015 | 0,025 | 0,030 | 0,030 |
| b | 0,015 | 0,025 | 0,030 | 0,030 |
| c | 0,010 | 0,015 | 0,015 | 0,015 |

## • Montage des Abtriebs- und Gehäuseflansches

Abbildung 2.9.12




## • Montage am Circular Spline

Tabelle 2.9.11

| | [Einheit] | Baugröße | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 | 8 | 11 | 14 |
| Größe der Schrauben | | M1.4 | M2 | M2.5 | M3 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 0,21 | 0,65 | 1,3 | 2,3 |

Schraubenqualität 12.9, Reibungskoeffizient μ = 0,15

## • Montage am Gehäuse

Tabelle 2.9.12

| | [Einheit] | Baugröße | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 | 8 | 11 | 14 |
| Größe der Schrauben | | M2 | M3 | M4 | M5 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 0,65 | 2,3 | 5,3 | 10,5 |

Schraubenqualität 12.9, Reibungskoeffizient μ = 0,15

## • Montage am Wave Generator

Tabelle 2.9.13

| | [Einheit] | Baugröße | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 | 8 | 11 | 14 |
| Anzahl der Schrauben | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Größe der Gewindestifte | | M1.2 | M2 | M3 | M3 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 0,06 | 0,38 | 1,34 | 1,34 |

Schraubenqualität 12.9, Reibungskoeffizient μ = 0,15

# Schmierung

PMG Getriebe mit Abtriebslager sind für Fettschmierung ausgelegt. Ölschmierung ist bei diesen Produkten nicht vorgesehen.

## • Fettschmierung

PMG Getriebe mit Abtriebslager werden mit einer Lebensdauerschmierung geliefert. Für die Schmierung empfehlen wir das speziell entwickelte Harmonic Drive® Fett SK-2.

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

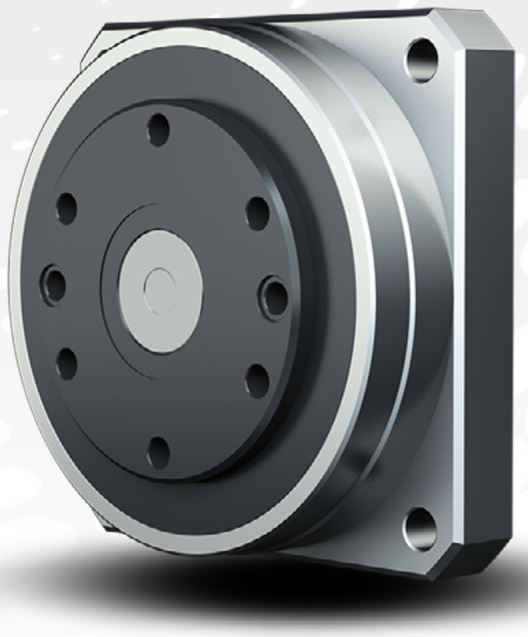
## Produktbeschreibung

# Kurzbauendes Motoranbaugetriebe mit kippsteifem Abtriebslager

Die Getriebe der Baureihe CSF-2UP bestehen aus einem Getriebe-Einbausatz HFUC-2A und einem kippsteifen Abtriebslager. Sie eignen sich für den direkten Motoranbau bei Präzisionsanwendungen mit kleinen Drehmomenten.

## Merkmale

- Integriertes kippsteifes Abtriebslager
- Direkter Motoranbau möglich
- Für präzise Anwendungen in kleinen Drehmomentbereichen
- Kurze Bauform



## Bestellbezeichnung

Tabelle 2.10.1

| Bestellbezeichnung | CSF | - | 11 | - | 50 | - | 2UP | - | SP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baureihe** | | | | | | | | | |
| **Baugröße**<br>(entspricht dem Teilkreisdurchmesser der Flexspline-Verzahnung in Zoll x 10) | | | 8<br>11<br>14 | | | | | | |
| **Untersetzung**<br>(in der Antriebskonfiguration: Circular Spline (CS) fixiert, Wave Generator (WG) Antrieb, Flexspline (FS) Abtrieb) | | | | | 30<br>50<br>100 | | | | |
| **Version**<br>Getriebe für Motoranbau | | | | | | | 2UP | | |
| **Kundenspezifische Ausführung**<br>Standardausführung (Feld bleibt leer)<br>Sonderausführung (auf Anfrage) | | | | | | | | | [ ]<br>SP |

Bitte beachten Sie die Tabelle der möglichen Kombinationen.

## Kombinationen

Tabelle 2.10.2

| | | Baugröße | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 8 | 11 | 14 |
| Untersetzung | 30 | ● | ● | ● |
| | 50 | ● | ● | ● |
| | 100 | ● | ● | ● |

● verfügbar o auf Anfrage - nicht verfügbar

# Technische Daten

## • Leistungsdaten

Tabelle 2.10.3

| Baugröße | Untersetzung | Grenze für wiederholbares Spitzendrehmoment | Grenze für Durchschnittsdrehmoment | Nenndrehmoment bei 2000 min$^{-1}$ | Grenze für Kollisionsdrehmoment | Max. Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] | Grenze für mittlere Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] | Massenträgheitsmoment | Gewicht |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | i | $T_R$ [Nm] | $T_A$ [Nm] | $T_N$ [Nm] | $T_M$ [Nm] | Fettschmierung | Fettschmierung | [kgm$^2$] | [kg] |
| 8 | 30 | 1,8 | 1,4 | 0,9 | 3,3 | 8500 | 3500 | 40x10$^{-8}$ | 0,20 |
| | 50 | 3,3 | 2,3 | 1,8 | 6,6 | | | | |
| | 100 | 4,8 | 3,3 | 2,4 | 9,0 | | | | |
| 11 | 30 | 4,5 | 3,4 | 2,2 | 8,5 | 8500 | 3500 | 150x10$^{-8}$ | 0,33 |
| | 50 | 8,3 | 5,5 | 3,5 | 17,0 | | | | |
| | 100 | 11,0 | 8,9 | 5,0 | 25,0 | | | | |
| 14 | 30 | 9,0 | 6,8 | 4,0 | 17,0 | 8500 | 3500 | 400x10$^{-8}$ | 0,62 |
| | 50 | 18,0 | 6,9 | 5,4 | 35,0 | | | | |
| | 100 | 28,0 | 11,0 | 7,8 | 54,0 | | | | |

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Abmessungen

Abbildung 2.10.1 **[mm]**

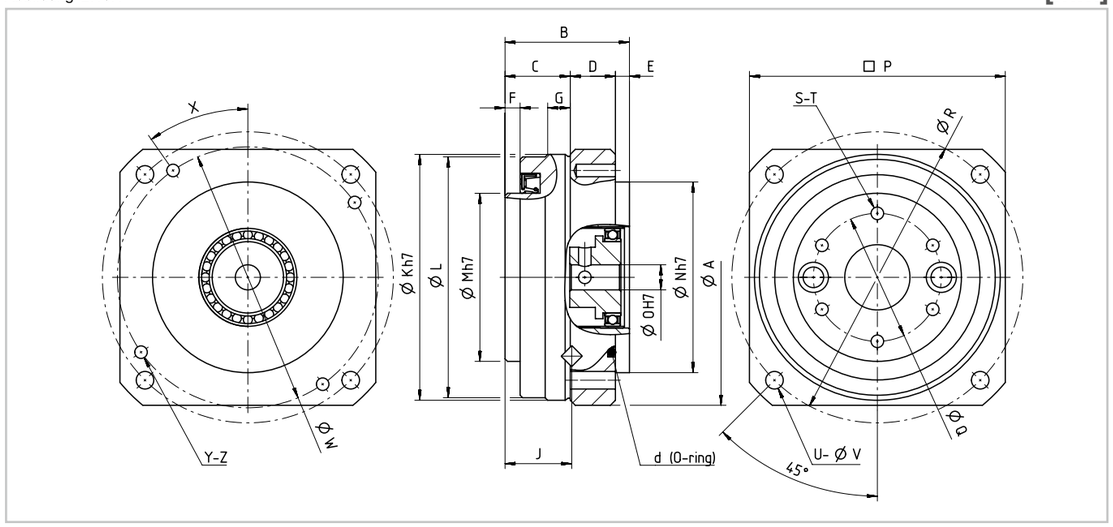



Tabelle 2.10.4 **[mm]**

| Symbol | Baugröße 8 | Baugröße 11 | Baugröße 14 |
|---|---|---|---|
| ØA | 66 | 80 | 100 |
| B | 24,8 | 27,0 | 34,0 |
| C | 13,0 | 13,5 | 18,5 |
| D | 9,0 | 11,5 | 12,0 |
| E | 2,8 | 2,0 | 3,0 |
| F | 3,0 | 3,5 | 3,5 |
| G | 5 | 5 | 8 |
| H* | 1,1 $^{0}_{-0,3}$ | 1,6 $^{0}_{-0,7}$ | 3,5 $^{0}_{-0,8}$ |
| I | 7,2 | 8,3 | 10,5 |
| J | 12,9 | 14,0 | 14,0 |
| ØK h7 | 49 | 59 | 74 |
| ØL | 48 | 58 | 73 |
| ØM h7 | 33,5 | 41,0 | 52,5 |
| ØN h7 | 30 | 44 | 52 |
| ØO h7 | 5 | 5 | 8 |
| □P | 50 ±1 | 60 ±1 | 75 ±1 |
| ØQ | 25,5 | 33,0 | 44,0 |
| ØR | 58 | 70 | 88 |
| S | 6 | 6 | 6 |
| T | M3x6 | M4x5 | M5x7 |
| U | 4 | 4 | 4 |
| ØV | 3,5 | 4,5 | 5,5 |
| ØW | 52,00 | 63,00 | 70,71 |
| X | 35,0° | 33,5° | 55,0° |
| Y | 4 | 4 | 4 |
| Z | M3x5 | M3x6 | M4x8 |

* Das Maß H ist das Wave-Generator-Einstellmaß. Beachten Sie die in der Tabelle angegebenen Toleranzen.

Abbildung 2.10.2 **[mm]**

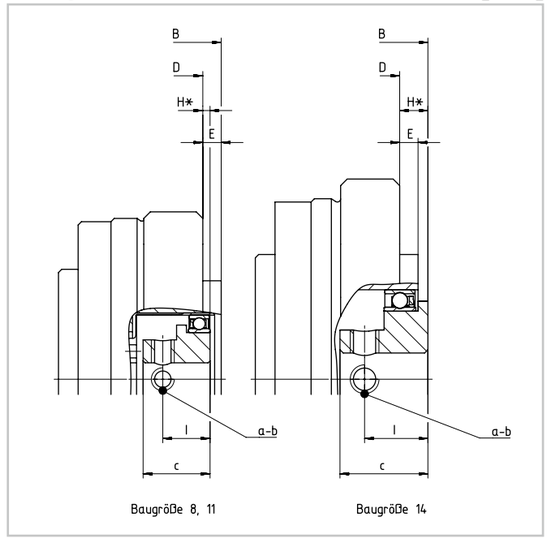



Tabelle 2.10.5 **[mm]**

| Symbol | Baugröße 8 | Baugröße 11 | Baugröße 14 |
|---|---|---|---|
| a | 2 | 2 | 2 |
| b | M3x4 | M3x4 | M4x4 |
| c | 10,2 | 11,3 | 14,0 |
| d | Ø29,8x0,8 | Ø54,0x1,2 | Ø58,4x1,3 |

CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

## • Genauigkeit

Tabelle 2.10.6 **[arcmin]**

| | Baugröße | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 | | 11 | | 14 | | |
| Untersetzung | 30 | ≥50 | 30 | ≥50 | 30 | ≥50 | 100 |
| Übertragungsgenauigkeit | <2,0 | | <2,0 | <1,5 | <2,0 | <1,5 | |
| Hystereseverlust | <3,0 | <2,0 | <3,0 | <2,0 | <3,0 | <2,0 | <1,0 |

## • Torsionssteifigkeit

Tabelle 2.10.7

| | Symbol [Einheit] | Baugröße | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 8 | 11 | 14 |
| Grenzdrehmomente | $T_1$ [Nm] | 0,29 | 0,80 | 2,00 |
| | $T_2$ [Nm] | 0,75 | 2,00 | 6,90 |
| i = 30 | $K_3$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,054 | 0,158 | 0,355 |
| | $K_2$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,044 | 0,124 | 0,235 |
| | $K_1$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,034 | 0,084 | 0,188 |
| i = 50 | $K_3$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,084 | 0,320 | 0,568 |
| | $K_2$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,067 | 0,300 | 0,468 |
| | $K_1$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,044 | 0,221 | 0,335 |
| i = 100 | $K_3$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,120 | 0,432 | 0,700 |
| | $K_2$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,104 | 0,333 | 0,601 |
| | $K_1$ [x $10^4$ Nm/rad] | 0,090 | 0,267 | 0,468 |

## • Lastfreies Anlaufdrehmoment

Tabelle 2.10.8 **[Ncm]**

| Untersetzung | Baugröße | | |
|---|---|---|---|
| | 8 | 11 | 14 |
| 30 | 1,50 | 3,40 | 4,60 |
| 50 | 0,92 | 2,00 | 3,50 |
| 100 | 0,65 | 1,50 | 2,20 |

## • Lastfreies Rückdrehmoment

Tabelle 2.10.9 **[Nm]**

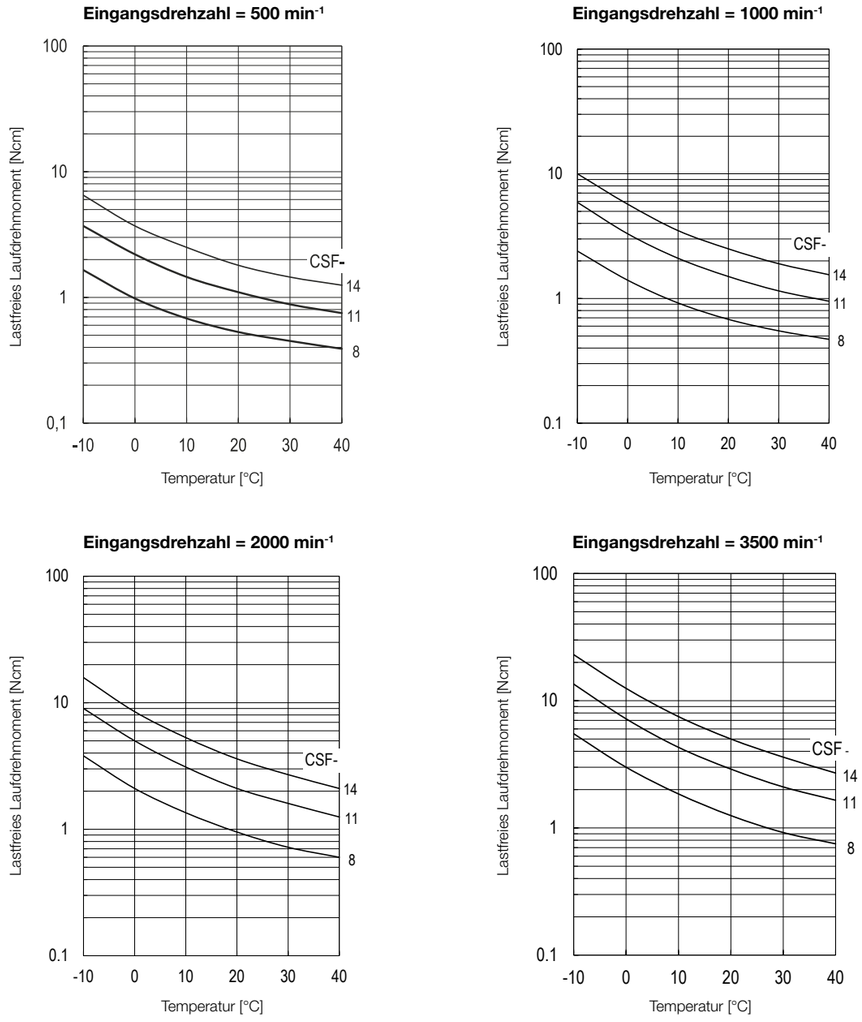
| Untersetzung | Baugröße | | |
|---|---|---|---|
| | 8 | 11 | 14 |
| 30 | 0,70 | 1,70 | 2,40 |
| 50 | 0,55 | 1,20 | 1,60 |
| 100 | 0,75 | 1,50 | 1,80 |

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Lastfreies Laufdrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett SK-2 (Baugröße 8 ... 14).

Abbildung 2.10.3




### Korrekturwerte für lastfreies Laufdrehmoment

Beim Einsatz von Getrieben mit Untersetzungen i ≠ 100 sind die aus den Kurven abgelesenen Daten um die folgenden Werte zu korrigieren.

Tabelle 2.10.10 **[Ncm]**

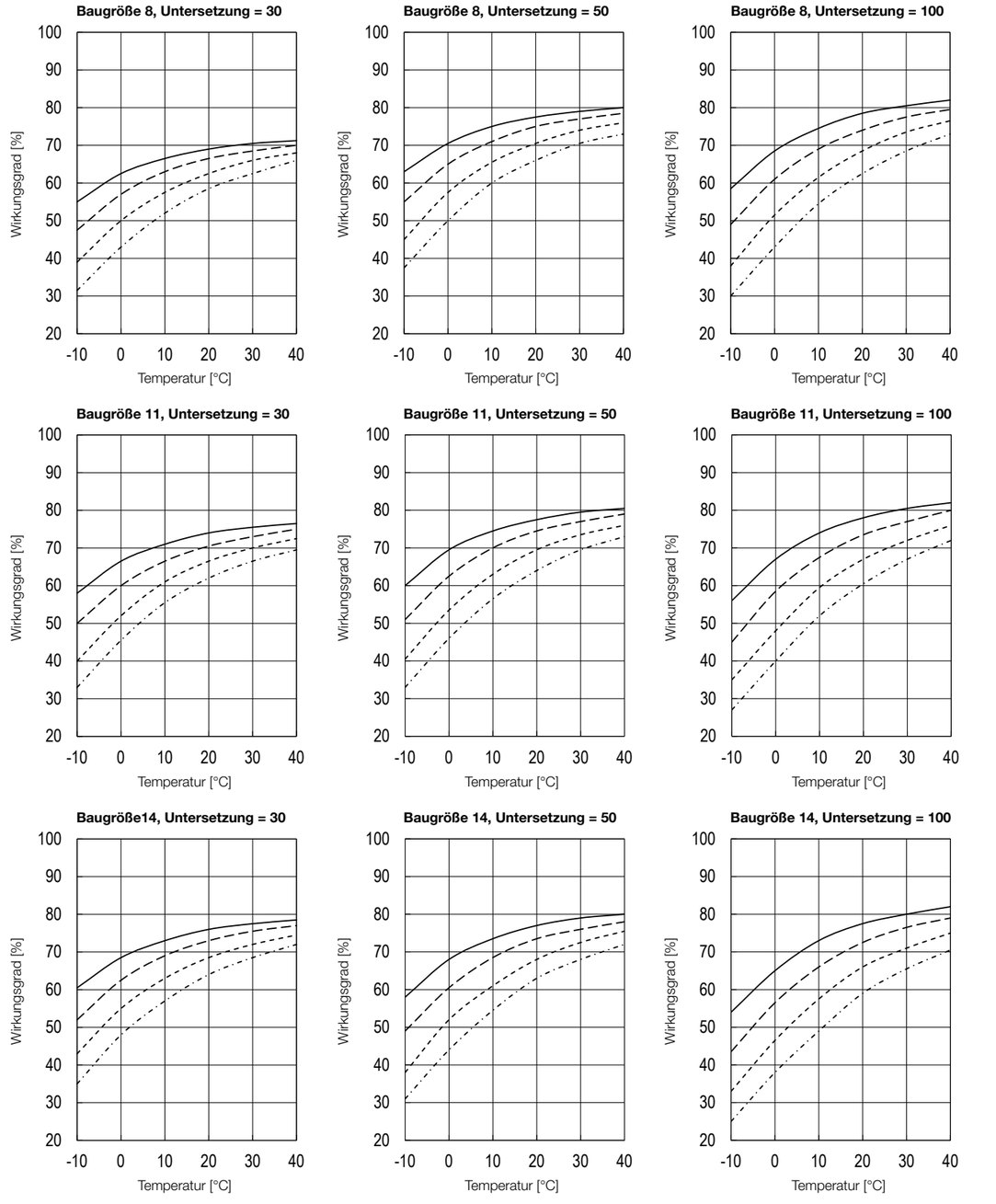
| Untersetzung | Baugröße | | |
|---|---|---|---|
| | 8 | 11 | 14 |
| 30 | 0,49 | 0,81 | 1,25 |
| 50 | 0,22 | 0,36 | 0,55 |

- Wirkungsgrad

## Wirkungsgrad für Fettschmierung bei Nenndrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett SK-2 (Baugröße 8 ... 14).

Abbildung 2.10.4




Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## Wirkungsgradberechnung

Der Wirkungsgrad hängt von folgenden Parametern ab: Untersetzung, Eingangsdrehzahl, Lastmoment, Temperatur, Schmierstoff und Schmierstoffmenge. Wenn das Lastmoment kleiner als das Nennmoment ist, ergibt sich ein kleinerer Wirkungsgrad als in den Wirkungsgradkennlinien angegeben. Der drehmomentspezifische Wirkungsgrad wird mittels des Berechnungsfaktors K ermittelt.

### Berechnungsbeispiel

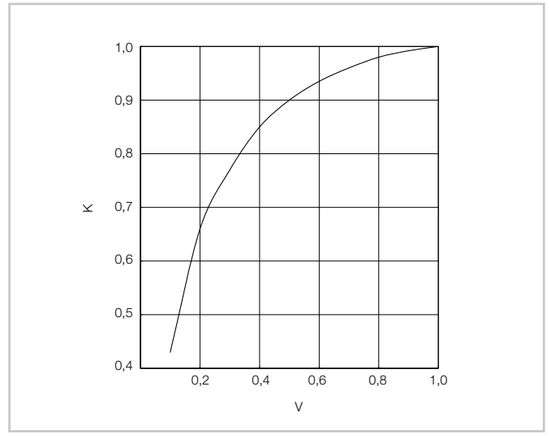
Produkt: CSF-11-50-2UP

- Eingangsdrehzahl: 1000 $min^{-1}$
- (Durchschnittliches) Lastmoment $T_{av}$: 2 Nm
- Nenndrehmoment $T_N$ (Katalogangabe): 3,5 Nm
- Fettschmierung mit Harmonic Drive® Schmierfett SK-1A, Schmiermitteltemperatur: 20 °C.

1. Berechnung des Drehmomentfaktors
   $V = T_{av}/T_N = 2/3,5 = 0,57$ (Für $V > 1$ ist $K = 1$)
2. Ablesen des Berechnungsfaktors K aus Diagramm Abbildung 2.10.5: K = 0,93
3. Ablesen des Wirkungsgrads aus Wirkungsgrad-kennlinie Abbildung 2.10.4: η = 74 %
4. Berechnung des lastabhängigen Wirkungsgrads
   $\eta_L = 74\ \% \cdot 0,93 = 69\ \%$

Abbildung 2.10.5

### Berechnungsfaktor K




# Abtriebslager

Die Getriebe CSF-2UP sind mit einem hochbelastbaren Kreuzrollenlager am Abtrieb ausgestattet.

- Leistungsdaten

Tabelle 2.10.11

| | Symbol [Einheit] | Baugröße 8 | Baugröße 11 | Baugröße 14 |
|---|---|---|---|---|
| Lagertyp[1] | | C | C | C |
| Teilkreisdurchmesser | $d_p$ [m] | 0,0350 | 0,0425 | 0,0540 |
| Abstand[2] | R [m] | 0,0129 | 0,0140 | 0,0140 |
| Dynamische Tragzahl | C [N] | 5800 | 5600 | 7400 |
| Statische Tragzahl | $C_O$ [N] | 8000 | 9900 | 12800 |
| Zulässiges dynamisches Kippmoment[3,4] | M [Nm] | 15 | 40 | 75 |
| Kippsteifigkeit | $K_B$ [Nm/arcmin] | 5,8 | 11,6 | 23,3 |
| Zulässige Axiallast[4] | $F_a$ [N] | 1239 | 1389 | 1581 |
| Zulässige Radiallast[4] | $F_r$ [N] | 830 | 930 | 1059 |

[1] Lagertyp C = Kreuzrollenlager; F = Vierpunktlager
[2] Abstand Wälzlagermitte zur abtriebsseitigen Anschraubfläche, siehe Kapitel Getriebeauslegung.
[3] Diese Daten gelten für drehende Getriebe. Sie basieren entweder auf der Lebensdauergleichung des Abtriebslagers oder auf der maximal zulässigen Verkippung des Harmonic Drive® Getriebe-Einbausatzes. Die angegebenen Daten dürfen auch dann nicht überschritten werden, wenn die Lebensdauergleichung des Lagers höhere Werte zulässt.
[4] Die Daten gelten für M: $F_a = 0$, $F_r = 0$ I $F_a$: $M = 0$, $F_r = 0$ I $F_r$: $M = 0$, $F_a = 0$
[5] Der Wert der Kippsteifigkeit ist der Mittelwert (± 20 %).

## • Abtriebslager- und Gehäusetoleranzen

Daten gelten für drehenden Abtriebsflansch.

Abbildung 2.10.6

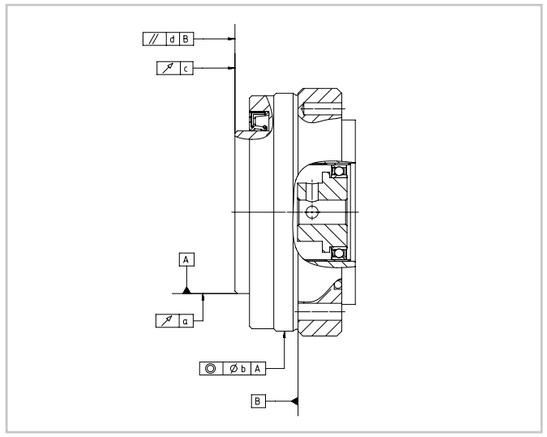



Tabelle 2.10.12 [mm]

| Symbol | Baugröße | | |
|---|---|---|---|
| | 8 | 11 | 14 |
| a (Rundlauf) | 0,010 | | |
| b | 0,040 | | |
| c (Planlauf) | 0,010 | | |
| d | 0,040 | | |

# Montage

## • Montagetoleranzen

Abbildung 2.10.7

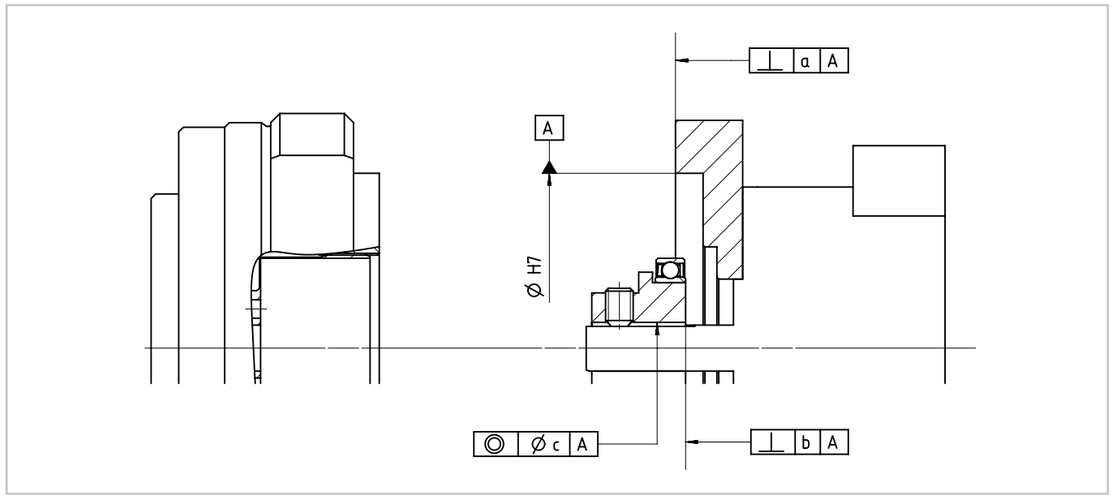



Tabelle 2.10.13 [mm]

| Symbol | Empfohlene Toleranz Welle/Bohrung der Anschlusskomponenten | Baugröße | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 8 | 11 | 14 |
| a | | 0,010 | 0,011 | 0,011 |
| b | | 0,006 | 0,007 | 0,008 |
| Øc | h6 | 0,006 | 0,007 | 0,016 |

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Bohrungsdurchmesser Wave Generator

Der Wave Generator kann mit folgenden Bohrungsdurchmessern geliefert werden.

Tabelle 2.10.14 [mm]

| | Baugröße | | |
|---|---|---|---|
| | 8 | 11 | 14 |
| Ø0H7 | 2 bis 8 | 3 bis 8 | 4 bis 10 |

Alle Änderungen des Bohrungsdurchmessers sind spezielle Spezifikationen. Für Details kontaktieren Sie uns bitte.

## • Verschraubung

Abbildung 2.10.8

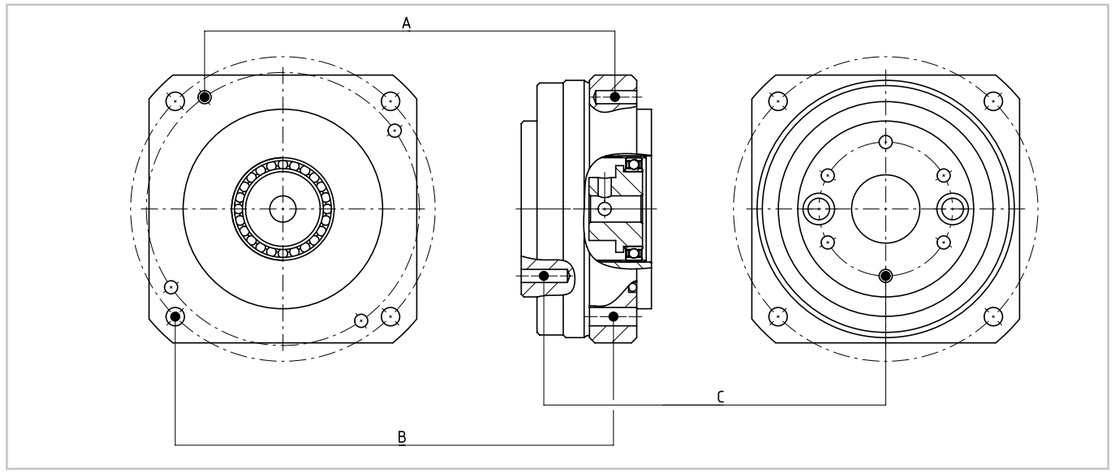



Tabelle 2.10.15

| | [Einheit] | Verschraubung A Adapterflansch | | | Verschraubung B Gehäuseflansch | | | Verschraubung C Abtriebsflansch | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Baugröße | | 8 | 11 | 14 | 8 | 11 | 11 | 8 | 11 | 14 |
| Anzahl der Schrauben | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 6 | 6 | 6 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 | M4 | M3 | M4 | M5 | M3 | M4 | M5 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 52,00 | 63,00 | 70,71 | 58,00 | 70,00 | 88,00 | 25,50 | 33,00 | 44,00 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 0,85 | 0,85 | 2,00 | 1,20 | 2,70 | 5,40 | 2,00 | 4,50 | 9,00 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 18,0 | 22,0 | 44,0 | 29,0 | 59,1 | 119,0 | 31,9 | 69,6 | 184,0 |
| Empfohlene Mindesteinschraubtiefe | [mm] | 3,6 | 3,6 | 4,8 | 3,6 | 4,8 | 6,0 | 3,6 | 4,8 | 6,0 |

Schraubenqualität: 12.9, Reibungskoeffizient μ = 0,15

## • Verwendete Materialien und Beschichtungen

Material:
Abtriebslager: blanker Stahl
Circular Spline: blanker Grauguss
Flexspline: blanker Stahl
Wave Generator: blanker Stahl

Optionale Materialien und Beschichtungen sind bei der Harmonic Drive SE anzufragen.

## Schmierung

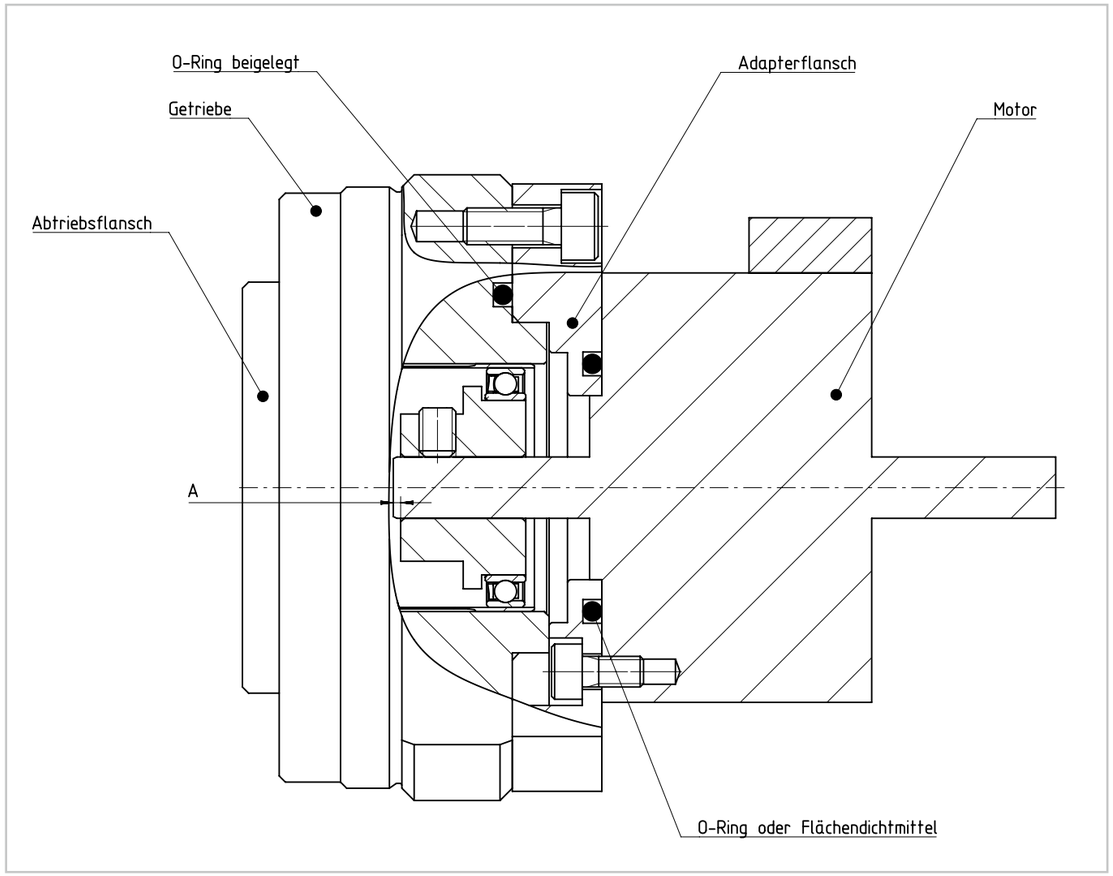
Fettschmierung ist für die Getriebe CSF-2UP Standard. Die Getriebe werden vollständig gefettet geliefert. Zusätzliches Fett bei der Montage wird nicht benötigt. Als Schmierstoff wird Harmonic Drive® SK-2 verwendet.

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## Anwendungsbeispiel

Die folgende Abbildung zeigt den Einbau des Getriebes mit Abtriebslager.

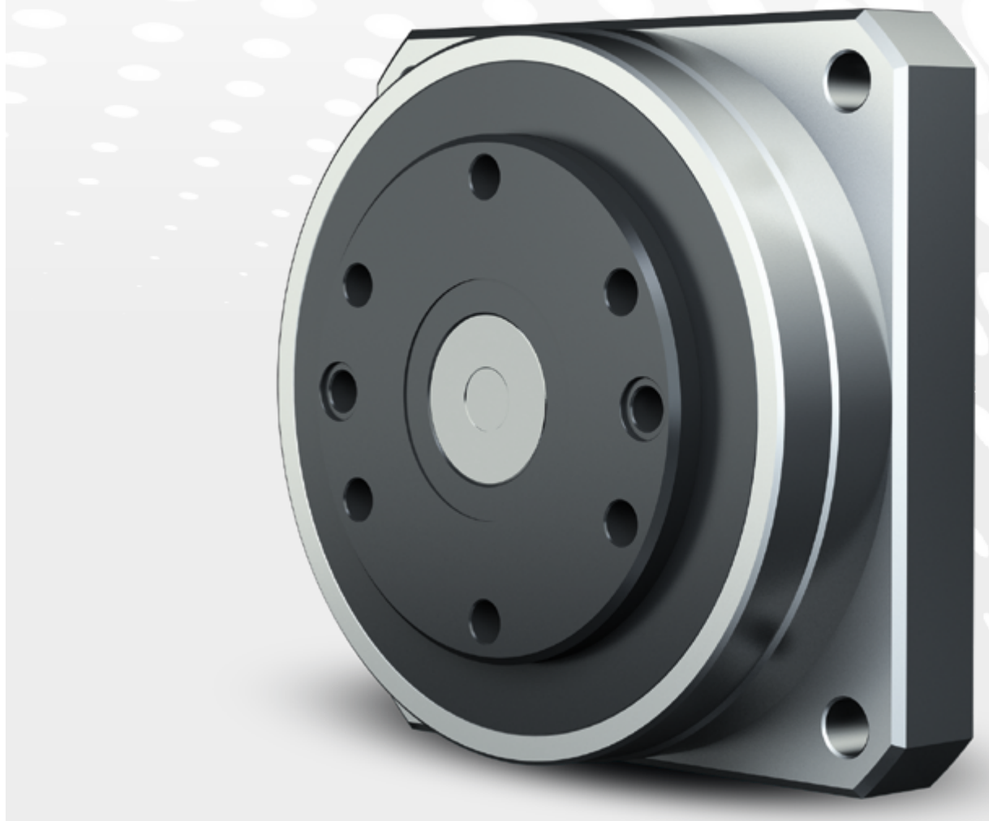
Abbildung 2.10.9




Bitte stellen Sie sicher, dass die Länge A kürzer als die Werte in der untenstehenden Tabelle ist.

Tabelle 2.10.16 **[mm]**

| | Baugröße | | |
|---|---|---|---|
| | 8 | 11 | 14 |
| A | 2,5 | 4,5 | 6,0 |



## Produktbeschreibung

# Größte Hohlwelle bei kleinstem Außendurchmesser

Die Getriebe mit Abtriebslager der Baureihe FBS-2UH zeichnen sich durch die größte Hohlwelle bei gleichzeitig geringem Außendurchmesser aus. Die große Hohlwelle ist die ideale Lösung für Roboter und Werkzeugmaschinen, die eine zentrale Kabeldurchführung durch die Drehachse benötigen. Durch die Vermeidung von Kabelschlaufen kann somit die Maschinenkonstruktion vereinfacht werden. Basierend auf der neuen Getriebetechnologie des Getriebe-Einbausatzes der Baureihe FBS werden ein gesteigertes Drehmoment, eine hohe Verdrehsteifigkeit sowie eine verlängerte Lebensdauer erreicht.

## Merkmale

- Große zentrale Hohlwelle für Kabeldurchführungen
- Maximale Hohlwelle bei minimalem Außendurchmesser
- Kompaktes und platzsparendes Design
- Integriertes Abtriebslager
- Hoher Korrosionsschutz



## Bestellbezeichnung

Tabelle 2.11.1

| Bestellbezeichnung | FBS | - | 25 | - | 100 | - | 2UH | - | SP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baureihe** | | | | | | | | | |
| **Baugröße**<br>(entspricht dem Teilkreisdurchmesser der Flexspline-Verzahnung in Zoll x 10) | | | 25<br>32 | | | | | | |
| **Untersetzung**<br>(in der Antriebskonfiguration: Circular Spline (CS) fixiert, Wave Generator (WG) Antrieb, Flexspline (FS) Abtrieb) | | | | | 30<br>50 | | | | |
| **Version**<br>Offenes Hohlwellengetriebe mit Eingangslagerung | | | | | | | 2UH | | |
| **Kundenspezifische Ausführung**<br>Standardausführung (Feld bleibt leer)<br>Sonderausführung (auf Anfrage) | | | | | | | | | [ ]<br>SP |

Bitte beachten Sie die Tabelle der möglichen Kombinationen.

## Kombinationen

Tabelle 2.11.2

| | | Baugröße | |
|---|---|---|---|
| | | 25 | 32 |
| Untersetzung | 30 | ● | ● |
| | 50 | ● | ● |

● verfügbar o auf Anfrage - nicht verfügbar

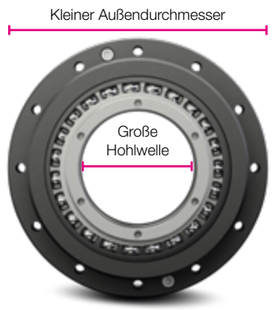



Tabelle 2.11.3

| | [Einheit] | Baugröße | |
|---|---|---|---|
| | | 25 | 32 |
| Hohlwelle | [mm] | 41,0 | 55,1 |
| Außendurchmesser | [mm] | 93 | 113 |
| Verhältnis | [%] | 44 | 49 |

# Technische Daten

## • Leistungsdaten

Tabelle 2.11.4

| Baugröße | Untersetzung | Grenze für wiederholbares Spitzendrehmoment | Grenze für Durchschnittsdrehmoment | Nenndrehmoment bei 2000 min$^{-1}$ | Grenze für Kollisionsdrehmoment | Max. Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] | Grenze für mittlere Eingangsdrehzahl [min$^{-1}$] | Massenträgheitsmoment | Gewicht |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | i | $T_R$ [Nm] | $T_A$ [Nm] | $T_N$ [Nm] | $T_M$ [Nm] | Fettschmierung | Fettschmierung | [kgm$^2$] | [kg] |
| 25 | 30 | 25 | 24 | 15 | 50 | 3600 | 2500 | 1,0x10$^{-4}$ | 1,3 |
| | 50 | 47 | 35 | 22 | 93 | | | | |
| 32 | 30 | 48 | 48 | 30 | 96 | 3600 | 2300 | 3,3x10$^{-4}$ | 2,2 |
| | 50 | 92 | 67 | 43 | 151 | | | | |

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Abmessungen

Abbildung 2.11.1

[mm]

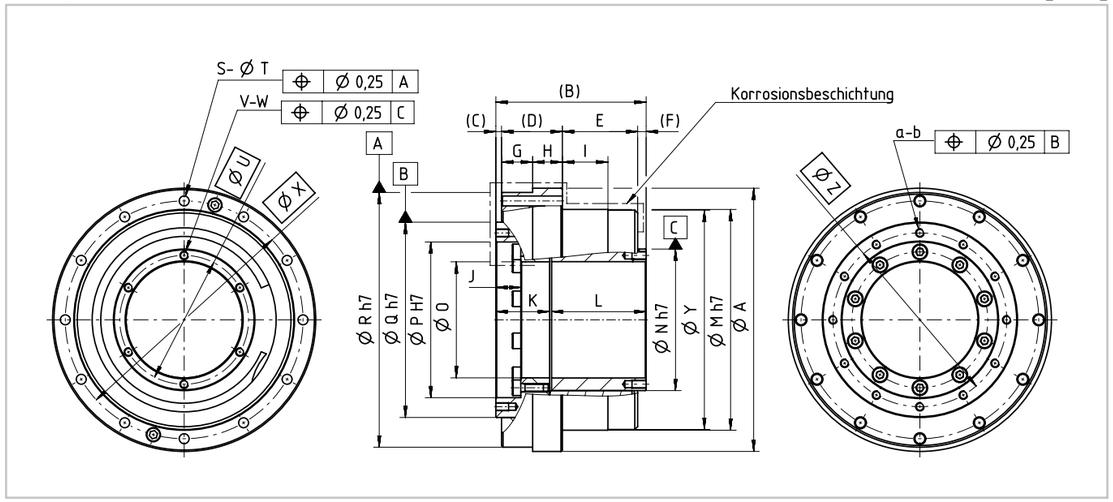



Tabelle 2.11.5

[mm]

| | Baugröße | |
|---|---|---|
| | 25 | 32 |
| ØA | 93 | 113 |
| B | 53,1 | 62,5 |
| C | 2 | 2 |
| D | 21,5 | 25,2 |
| E | 26,6 | 32,3 |
| F | 3 | 3 |
| G | 11,0 | 13,7 |
| H | 10,5 | 11,5 |
| I | 16,1 | 20,0 |
| J | 8,8 | 7,5 |
| K | 19,0 | 21,7 |
| L | 33,40 | 39,97 |
| ØM h7 | 78 | 96 |
| ØN h7 | 50 | 65 |
| ØO | 41,0 | 55,1 |
| ØP H7 | 55 | 69 |
| ØQ h7 | 69 | 84 |
| ØR h7 | 90 | 110 |
| S | 12 | 12 |
| ØT | 3,5 | 4,5 |
| ØU | 45,5 | 60,0 |
| V | M3 | M3 |
| W | 5 | 6 |
| ØX | 84 | 102 |
| ØY | 77,5 | 95,5 |
| ØZ | 61,4 | 77,0 |
| a | M3 | M4 |
| b | 4,5 | 6,0 |

CAD-Zeichnungen zum Download: www.harmonicdrive.de

## • Genauigkeit

Tabelle 2.11.6

**[arcmin]**

| | Baugröße | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 25 | | 32 | |
| Untersetzung | 30 | 50 | 30 | 50 |
| Übertragungsgenauigkeit | <3 | <2 | <3 | <2 |
| Hystereseverlust | <3 | <2 | <3 | <2 |

## • Torsionssteifigkeit

Tabelle 2.11.7

| | | Baugröße | |
|---|---|---|---|
| | | 25 | 32 |
| Grenzdrehmomente | $T_1$ [Nm] | 7,4 | 16,0 |
| | $T_2$ [Nm] | 26,0 | 55,0 |
| i = 30 | $K_3$ [x $10^4$ Nm/rad] | 1,6 | 2,9 |
| | $K_2$ [x $10^4$ Nm/rad] | 1,3 | 2,4 |
| | $K_1$ [x $10^4$ Nm/rad] | 1,3 | 2,1 |
| i = 50 | $K_3$ [x $10^4$ Nm/rad] | 2,3 | 4,3 |
| | $K_2$ [x $10^4$ Nm/rad] | 2,0 | 3,7 |
| | $K_1$ [x $10^4$ Nm/rad] | 1,9 | 3,5 |

## • Lastfreies Anlaufdrehmoment

Tabelle 2.11.8

**[Ncm]**

| Untersetzung | Baugröße | |
|---|---|---|
| | 25 | 32 |
| 30 | 25 | 54 |
| 50 | 15 | 31 |

## • Lastfreies Rückdrehmoment

Tabelle 2.11.9

**[Nm]**

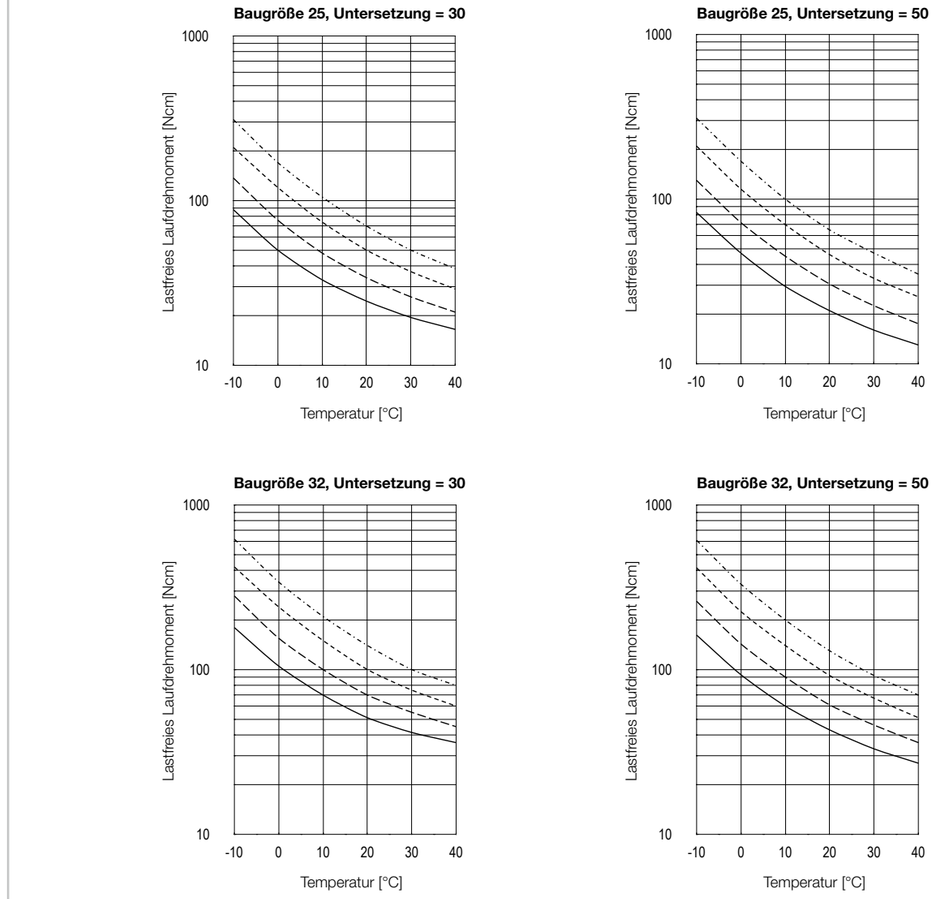
| Untersetzung | Baugröße | |
|---|---|---|
| | 25 | 32 |
| 30 | 11 | 23 |
| 50 | 9 | 18 |

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## • Lastfreies Laufdrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett SK-1A.

Abbildung 2.11.2

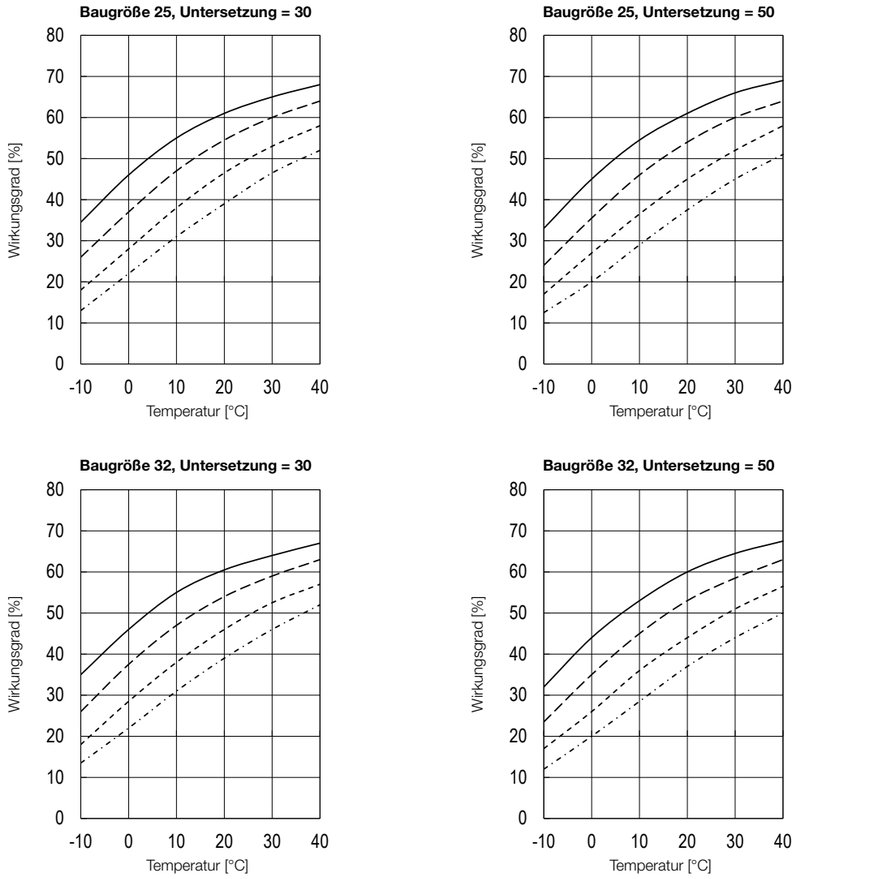


- Wirkungsgrad

## Wirkungsgrad für Fettschmierung bei Nenndrehmoment

Die Diagramme gelten für Harmonic Drive® Schmierfett SK-1A.

Abbildung 2.11.3




Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

## Wirkungsgradberechnung

Der Wirkungsgrad hängt von folgenden Parametern ab: Untersetzung, Eingangsdrehzahl, Lastmoment, Temperatur, Schmierstoff und Schmierstoffmenge. Wenn das Lastmoment kleiner als das Nennmoment ist, ergibt sich ein kleinerer Wirkungsgrad als in den Wirkungsgradkennlinien angegeben. Der drehmomentspezifische Wirkungsgrad wird mittels des Berechnungsfaktors K ermittelt.

### Berechnungsbeispiel

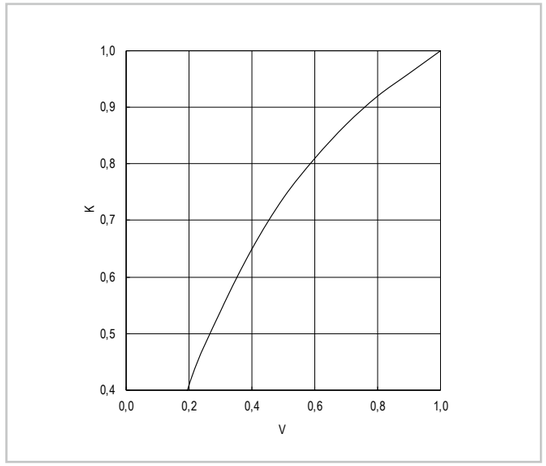
Produkt: FBS-25-50-2UH

- Eingangsdrehzahl: 1000 $min^{-1}$
- (Durchschnittliches) Lastmoment $T_{av}$: 2 Nm
- Nenndrehmoment $T_N$ (Katalogangabe): 22 Nm
- Fettschmierung mit Harmonic Drive® Schmierfett SK-1A, Schmiermitteltemperatur: 20 °C.

1. Berechnung des Drehmomentfaktors
   $V = T_{av}/T_N = 20/22 = 0,91$ (Für $V > 1$ ist $K = 1$)
2. Ablesen des Berechnungsfaktors K aus Diagramm Abbildung 2.11.4: K = 0,98
3. Ablesen des Wirkungsgrads aus Wirkungsgrad-kennlinie Abbildung 2.11.3: η = 54 %
4. Berechnung des lastabhängigen Wirkungsgrads
   $\eta_L = 74\ \% \cdot 0,98 = 53\ \%$

Abbildung 2.11.4

**Berechnungsfaktor K**




# Abtriebslager

Das Getriebe FBS-2UH ist mit einem hoch belastbaren Kreuzrollenlager am Abtrieb ausgestattet.

- Leistungsdaten

Tabelle 2.11.10

| | Symbol [Einheit] | Baugröße 25 | Baugröße 32 |
|---|---|---|---|
| Lagertyp[1] | | C | C |
| Teilkreisdurchmesser | $d_P$ [m] | 0,070 | 0,086 |
| Abstand[2] | R [m] | 0,0110 | 0,0121 |
| Dynamische Tragzahl | C [N] | 7300 | 10900 |
| Statische Tragzahl | $C_O$ [N] | 11000 | 17900 |
| Zulässiges dynamisches Kippmoment[3,4] | M [Nm] | 93 | 129 |
| Kippsteifigkeit[5] | $K_B$ [Nm/arcmin] | 61 | 90 |
| Zulässige Axiallast[4] | $F_a$ [N] | 1560 | 2329 |
| Zulässige Radiallast[4] | $F_r$ [N] | 1045 | 1560 |

[1] Lagertyp C = Kreuzrollenlager; F = Vierpunktlager
[2] Abstand Wälzlagermitte zur abtriebsseitigen Anschraubfläche, siehe Kapitel Getriebeauslegung.
[3] Diese Daten gelten für drehende Getriebe. Sie basieren entweder auf der Lebensdauergleichung des Abtriebslagers oder auf der maximal zulässigen Verkippung des Harmonic Drive® Getriebe-Einbausatzes. Die angegebenen Daten dürfen auch dann nicht überschritten werden, wenn die Lebensdauergleichung des Lagers höhere Werte zulässt.
[4] Die Daten gelten für M: $F_a = 0$, $F_r = 0$ I $F_a$: $M = 0$, $F_r = 0$ I $F_r$: $M = 0$, $F_a = 0$
[5] Der Wert der Kippsteifigkeit ist der Mittelwert (± 20 %).

## • Abtriebslager- und Gehäusetoleranzen

Daten gelten für drehenden Abtriebsflansch.

Abbildung 2.11.5

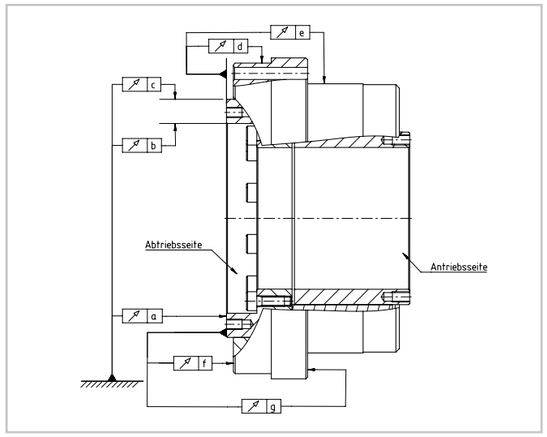



Tabelle 2.11.11 **[mm]**

| Symbol | Baugröße | |
|---|---|---|
| | 25 | 32 |
| a (Planlauf) | 0,015 | 0,015 |
| b (Rundlauf) | 0,010 | 0,010 |
| c (Rundlauf) | 0,010 | 0,010 |
| d | 0,010 | 0,013 |
| e | 0,070 | 0,073 |
| f | 0,010 | 0,010 |
| g | 0,018 | 0,024 |

# Eingangslagerung

## • Axiales Lagerspiel der Eingangswelle

Die Lagerung des Getriebeeingangs ist spielbehaftet. Die Tabelle 2.11.12 zeigt das axiale Spiel. Wenn das Lagerspiel eliminiert werden soll, muss dies kundenseitig erfolgen.

Abbildung 2.11.6

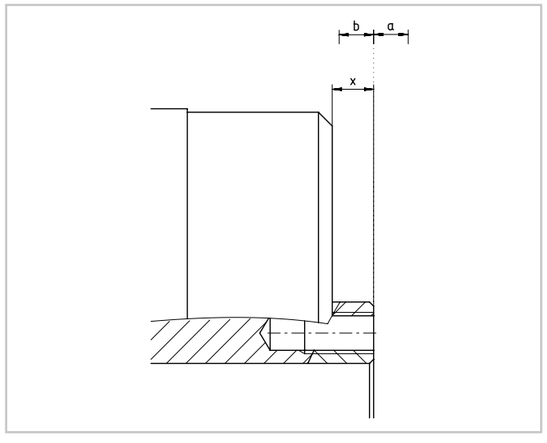



Tabelle 2.11.12 **[mm]**

| Baugröße | Axiales Spiel | | |
|---|---|---|---|
| | x | a | b |
| 25 | 3 | 0,1 ... 0,7 | 0,0 ... 0,6 |
| 32 | 3 | 0,2 ... 0,8 | 0,1 ... 0,7 |

# Konstruktionshinweise

## • Belastbarkeit der Eingangswelle

Die Hohlwelle der FBS-2UH ist mit Wälzlagern gelagert. Abbildung 2.11.7 zeigt die Kraftangriffspunkte der in Abbildung 2.11.8 dargestellten maximalen Radial- und Axialkräfte. Die dargestellten Maximalwerte gelten für eine durchschnittliche Eingangsdrehzahl von 2000 $min^{-1}$ und eine mittlere Lebensdauer von $L_{10}$ = 5000 h.

Abbildung 2.11.7

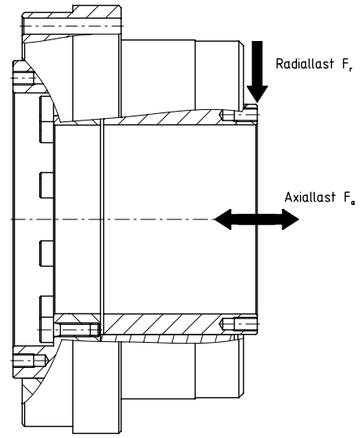
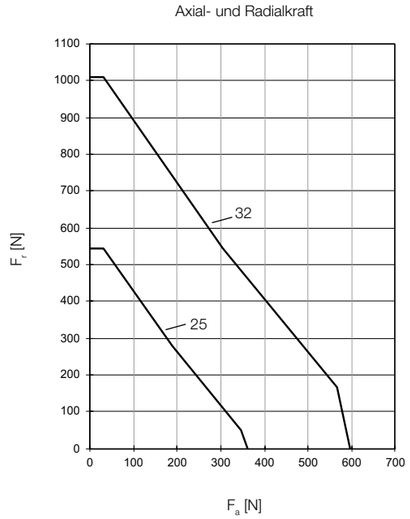



Abbildung 2.11.8




## • Gehäusedetail

Wir empfehlen den folgenden Freistich am Kundenflansch.

Abbildung 2.11.9

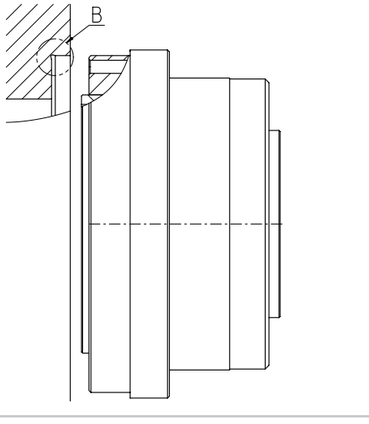
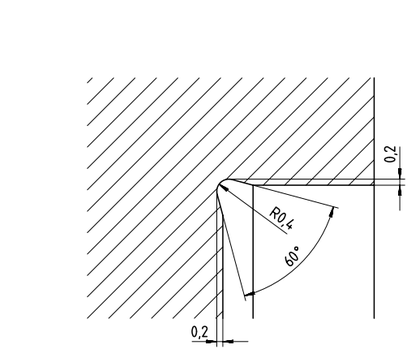



Abbildung 2.11.10



## • Verwendete Materialien und Beschichtungen

Material:
Abtriebslager: Stahl korrosionsgeschützt
Circular Spline (Gehäuse): Grauguss korrosionsgeschützt
Flexspline: blanker Stahl
Wave Generator (Hohlwelle): blanker Stahl

Optionale Materialien und Beschichtungen sind bei der Harmonic Drive SE anzufragen.

# Montage

## • Verschraubung

Abbildung 2.11.11

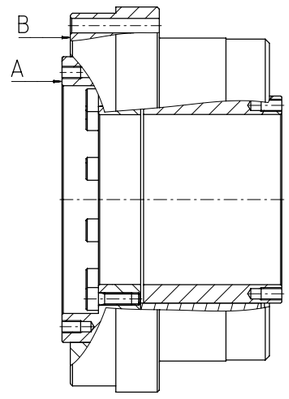



Tabelle 2.11.13

| | [Einheit] | Verschraubung A Antriebsflansch | | Verschraubung B Gehäuseflansch | |
|---|---|---|---|---|---|
| Baugröße | | 25 | 32 | 25 | 32 |
| Anzahl der Schrauben | | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M4 | M3 | M4 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 61,4 | 77,0 | 84,0 | 102,0 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,0 | 4,5 | 2,0 | 4,5 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 154 | 324 | 210 | 431 |

Schraubenqualität: 12.9, Reibungskoeffizient μ = 0,15

### Verschraubung am Wave Generator

Tabelle 2.11.14

| | [Einheit] | Baugröße | |
|---|---|---|---|
| | | 25 | 32 |
| Anzahl der Schrauben | | 6 | 6 |
| Größe der Schrauben | | M3 | M3 |
| Teilkreisdurchmesser | [mm] | 45,5 | 60,0 |
| Anzugsdrehmoment der Schraube | [Nm] | 2,3 | 2,3 |
| Übertragbares Drehmoment | [Nm] | 51 | 64 |

# Schmierung

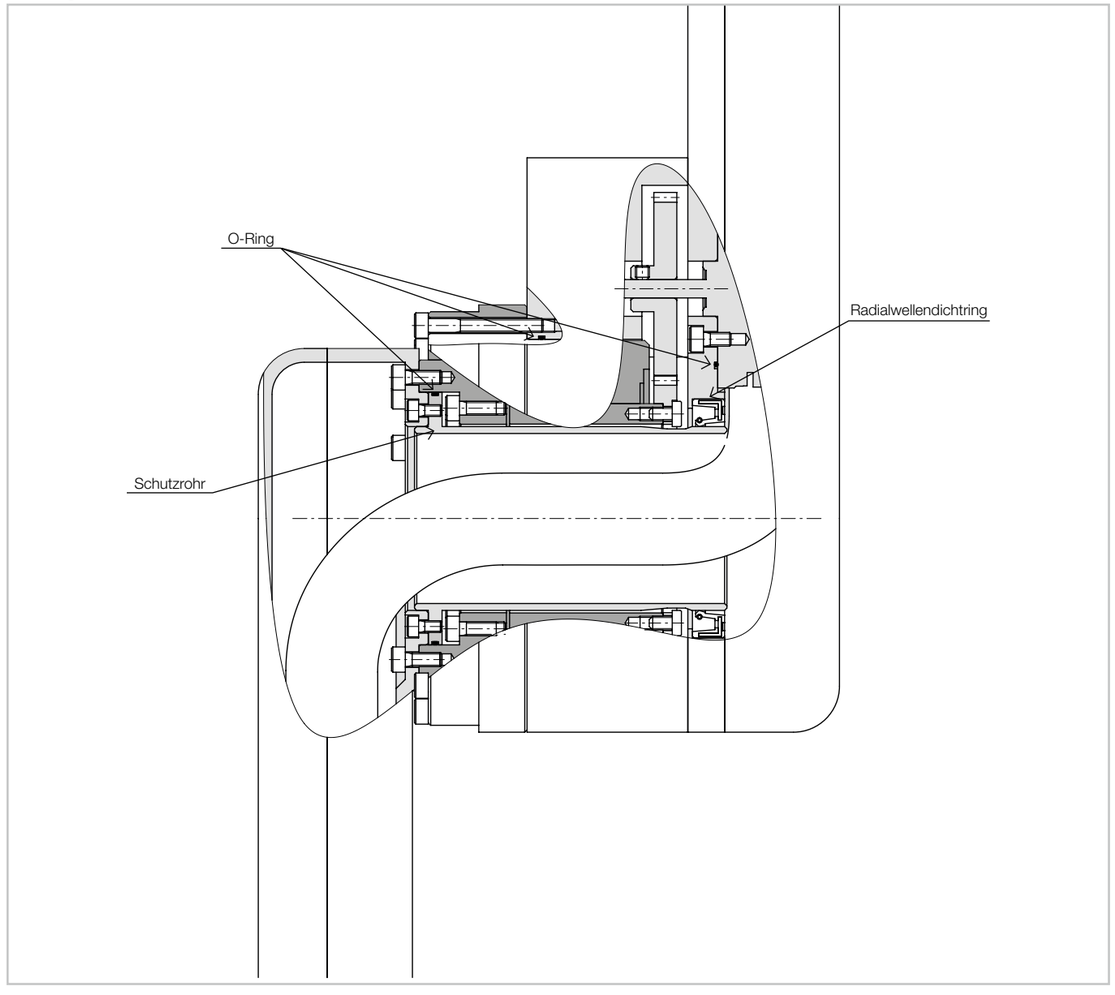
Fettschmierung ist für die Getriebe FBS-2UH Standard. Die Getriebe werden vollständig gefettet geliefert. Zusätzliches Fett bei der Montage wird nicht benötigt. Als Schmierstoff wird Harmonic Drive® SK-1A verwendet. Das Kreuzrollenlager ist mit Harmonic Drive® 4B No.2 gefettet.

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Projektierung.

# Anwendungsbeispiel

Das FBS-2UH Getriebe hat keine Dichtung auf der Eingangsseite. Die Abbildung zeigt ein Anwendungsbeispiel mit integriertem Schutzrohr zum Schutz der Kabeldurchführung. Der Radialwellendichtring läuft auf dem langsam drehenden Schutzrohr und dichtet das Getriebe zum Gehäuse ab. Hierdurch werden die Reibungsverluste auf ein Minimum reduziert. Bitte sehen Sie weiterhin O-Ringe oder Flächendichtmittel für die statische Abdichtung des Getriebes vor.

Abbildung 2.11.12



# Projektierung
# Harmonic Drive® Getriebe



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

# Inhalt


**Allgemeines** ..... **320**

**Sicherheitshinweise** ..... **321**

- Bestimmungsgemäße Verwendung ..... 322
- Nicht bestimmungsgemäße Verwendung ..... 322
- Verwendung in besonderen Anwendungsbereichen .. 322

**Konformitätserklärung** ..... **322**

**Getriebeauslegung** ..... **323**

- Getriebeauslegung mit SERVOsoft® ..... 323
- Antriebskonfigurationen ..... 324
- Auslegungsschema ..... 326
- Drehmomentbasierte Auslegung ..... 327
- Steifigkeitsbasierte Auslegung ..... 329
- Berechnung des Torsionswinkels ..... 332
- Auslegung des Abtriebslagers ..... 333

**Konstruktionshinweise** ..... **338**

- Konstruktive Integration ..... 338
- Axialkräfte an Wave Generator und Flexspline ..... 340
- Lagerung der An- und Abtriebswelle ..... 341
- Schraubenverbindungen ..... 342
- Wave Generator ..... 343
- Montage ..... 346
- Schmierung ..... 347

**Montagehinweise** ..... **352**

- Vorbereitung der Montage ..... 352
- Überprüfung der korrekten Montage ..... 352

**Glossar** ..... **354**

# Allgemeines

## Hinweise für den Anwender

Zu Beginn der Projektierung Ihrer Antriebsachse mit Harmonic Drive® Produkten möchten wir auf allgemeine technische Randbedingungen und besondere Sicherheitsvorschriften hinweisen sowie Empfehlungen zur Auslegung, Konstruktion und Montage geben. Ebenso finden Sie im Anschluss das Glossar zur Erläuterung der technischen Produktparameter.

Die Dokumentation wendet sich an Planer und Projekteure der Maschinenhersteller. Sie unterstützt bei der Auswahl und Berechnung von Getrieben sowie des Zubehörs.

## Hinweise zur Aufbewahrung

Bitte bewahren Sie diese Dokumentation während der gesamten Einsatz- bzw. Lebensdauer bis zur Entsorgung des Produktes auf.

## Weiterführende Dokumentation

Zur Projektierung von Antriebssystemen der Harmonic Drive SE benötigen Sie nach Bedarf weitere Dokumentationen. Die Harmonic Drive SE stellt für ihre Produkte die gesamte Dokumentation auf ihrer Website im PDF-Format zur Verfügung.

www.harmonicdrive.de

## Fremdsysteme

Dokumentationen für externe, mit Harmonic Drive® Komponenten verbundene Systeme sind nicht Bestandteil des Lieferumfanges und müssen von diesen Herstellern direkt angefordert werden.

Vor der Inbetriebnahme von Getrieben der Harmonic Drive SE an Elektromotoren ist die spezifische Inbetriebnahmedokumentation des jeweiligen Gerätes zu beachten.

# Sicherheitshinweise

Zu beachten sind die Angaben und Anweisungen in diesem Dokument. Sonderausführungen können in technischen Details von den nachfolgenden Ausführungen abweichen! Bei eventuellen Unklarheiten wird empfohlen, unter Angabe von Typbezeichnung und Seriennummer beim Hersteller anzufragen.



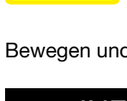
**⚠ VORSICHT**

Die Oberflächentemperatur der Produkte kann im Betrieb über 55 °C betragen! Die heißen Oberflächen dürfen nicht berührt werden!

**⚠ WARNUNG**

**Verletzung durch bewegliche und herausgeschleuderte Teile:**
Das Berühren beweglicher Teile oder Abtriebselemente und das Herausschleudern sich lösender Teile, z. B. Passfedern, können schwere Verletzungen oder Tod verursachen.

- Entfernen oder sichern Sie lose Teile gegen Herausschleudern
- Berühren Sie keine beweglichen Teile
- Sichern Sie bewegliche Teile mit einem Berührungsschutz



**⚠ VORSICHT**

Bewegen und heben Sie Produkte mit einem Gewicht > 20 kg ausschließlich mit dafür geeigneten Hebevorrichtungen.

**INFO**

Sonderausführungen der Produkte können in ihrer Spezifikation vom Standard abweichen. Mitgeltende Angaben aus Datenblättern, Katalogen und Angeboten der Sonderausführungen sind zu berücksichtigen.

## • Bestimmungsgemäße Verwendung

Harmonic Drive® Produkte sind für industrielle oder gewerbliche Anwendungen bestimmt.

Typische Anwendungsbereiche sind Robotik und Handhabung, Werkzeugmaschinen, Verpackungs- und Lebensmittelmaschinen sowie ähnliche Maschinen.

Die Produkte dürfen nur innerhalb der in der Dokumentation angegebenen Betriebsbereiche und Umweltbedingungen (Aufstellhöhe, Schutzart, Temperaturbereich usw.) betrieben werden.

Vor Inbetriebnahme von Anlagen und Maschinen, in welche Harmonic Drive® Produkte eingebaut werden, ist die Konformität der Anlage oder Maschine zur Maschinenrichtlinie herzustellen.

## • Nicht bestimmungsgemäße Verwendung

Die Verwendung der Produkte außerhalb der vorgenannten Anwendungsbereiche oder unter anderen als in der Dokumentation beschriebenen Betriebsbereichen und Umweltbedingungen gilt als nicht bestimmungsgemäßer Betrieb.

Wenn ungeeignete Produkte in sicherheitsrelevanten Anwendungen eingebaut oder verwendet werden, können unbeabsichtigte Betriebszustände in der Anwendung auftreten, die Personen verletzen können und/oder Sachschäden verursachen können. Das Produkt darf nur dann in sicherheitsrelevanten Anwendungen eingesetzt werden, wenn diese Verwendung ausdrücklich in der Dokumentation des Produkts spezifiziert ist. Für Schäden bei nicht bestimmungsgemäßer Verwendung übernimmt die Harmonic Drive SE keine Haftung. Die Risiken bei nicht bestimmungsgemäßer Verwendung liegen allein beim Benutzer.

## • Verwendung in besonderen Anwendungsbereichen

Die Verwendung der Produkte in nachfolgenden Anwendungsbereichen bedarf einer Risikobewertung und Freigabe durch die Harmonic Drive SE.

- Luft- und Raumfahrt
- Explosionsgefährdete Bereiche
- Speziell für eine nukleare Verwendung konstruierte oder eingesetzte Maschinen, deren Ausfall zu einer Emission von Radioaktivität führen kann
- Vakuum
- Geräte für den häuslichen Gebrauch
- Medizinische Geräte
- Geräte, die in direkten Kontakt mit dem menschlichen Körper kommen
- Maschinen oder Geräte zum Transport und Heben von Personen
- Spezielle Einrichtungen für die Verwendung auf Jahrmärkten und in Vergnügungsparks

# Konformitätserklärung

Im Sinne der Maschinenrichtlinie sind Harmonic Drive® Getriebe keine unvollständigen Maschinen, sondern Maschinenkomponenten, die nicht in den Geltungsbereich der EG-Maschinenrichtlinie fallen.

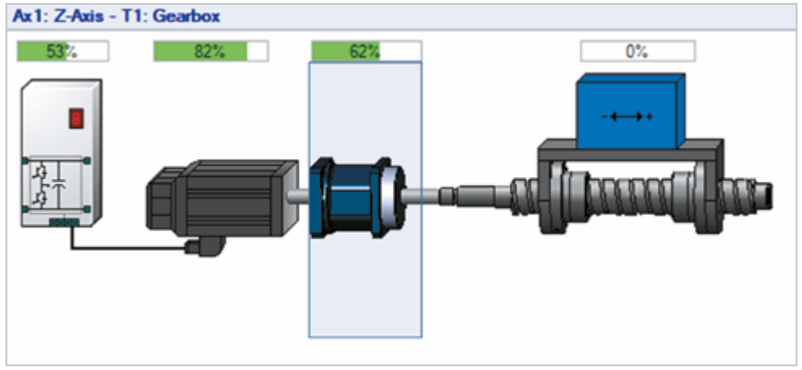
Grundlegende Sicherheitsanforderungen und Gesundheitsschutzanforderungen wurden bei der Konstruktion und Fertigung der Getriebe berücksichtigt. Dies vereinfacht es dem Endanwender, die Übereinstimmung seiner Maschine oder seiner unvollständigen Maschine mit der Maschinenrichtlinie herzustellen. Die Inbetriebnahme ist so lange untersagt, bis die Konformität des Endproduktes mit der EG-Maschinenrichtlinie festgestellt ist.

# Getriebeauslegung

## • Getriebeauslegung mit SERVOsoft®

Für eine optimale Auslegung von Harmonic Drive® Wellgetrieben und Servoantriebe setzen unsere Vertriebs- und Projektierungsingenieure das Antriebsdimensionierungsprogramm SERVOsoft® ein.

Abbildung 3.1

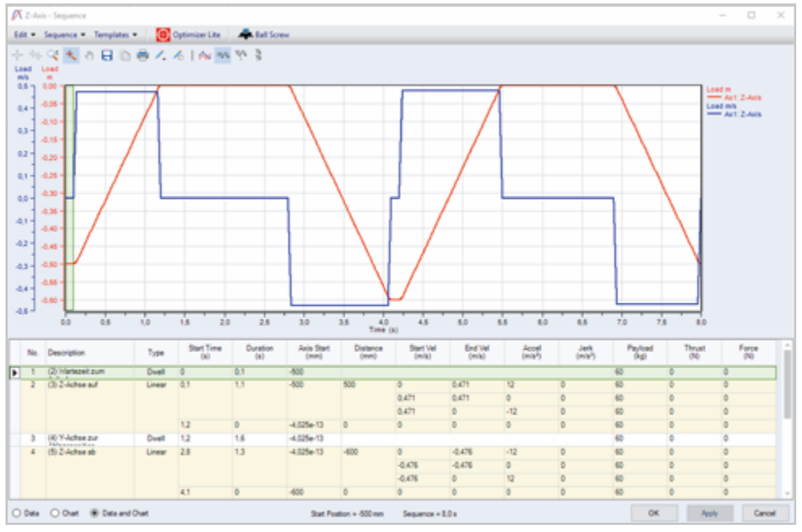



Die Getriebeauslegung mit SERVOsoft® stellt sicher, dass alle Komponenten bezüglich mechanischer Last, aber auch aller elektrischen Daten richtig ausgelegt sind. Hierzu wurde eine Datenbank mit allen relevanten Daten unserer Getriebe und Servoantriebe erstellt.
Berechnete Reserven werden ebenso leicht verständlich angezeigt wie grenzwertige Auslegungen.

Mit der Getriebeauslegung mit SERVOsoft® stellen Sie sicher, dass Ihr System unter Berücksichtigung aller eingegebenen Lastzyklen einerseits mit genügend Reserve ausgelegt, aber auch andererseits sinnvoll ausgelastet ist und effizient arbeitet. Den Lastzyklus Ihrer Maschine erstellen wir für Sie gemäß Ihren Vorgaben. Oder haben Sie das Lastprofil Ihrer Maschine als Excel-Datei oder als csv-Datei vorliegen? Gerne können wir Ihr Lastprofil schnell und genau in unsere Simulation einbinden.

Auf Wunsch erhalten Sie eine detaillierte Auflistung aller Berechnungsergebnisse sowie die Stückliste der ausgewählten Antriebskomponenten für Ihren Anwendungsfall.

Abbildung 3.2



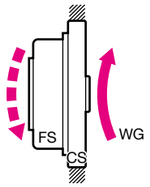
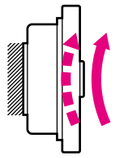
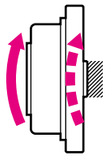
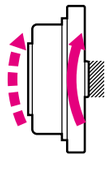
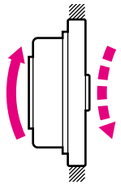
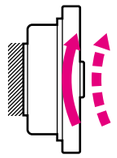
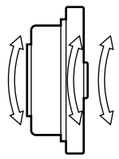
- Antriebskonfigurationen

## Cup-Type-Getriebe

Harmonic Drive® Wellgetriebe können in diversen Antriebskonfigurationen betrieben werden, wodurch sich unterschiedliche Getriebeuntersetzungen ergeben.

Zu den Cup-Type-Getrieben zählen:
HFUC-2A, CSG-2A, CPL-2A, CSD-2A, HFUC-2UH, CSG-2UH, CPU, CSF Mini, CSF-2UP, CSF-ULW, CSD-2UH/2UF, PMG

Abbildung 3.3

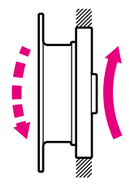
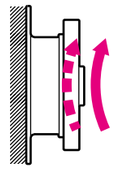
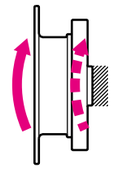
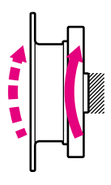
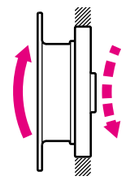
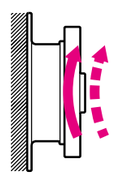
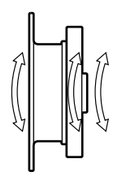
| | | | |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| i = Untersetzung laut technischen Daten | **(1) Untersetzungsgetriebe**<br>Antrieb: Wave Generator<br>Abtrieb: Flexspline<br>Fixiert: Circular Spline | **(2) Untersetzungsgetriebe**<br>Antrieb: Wave Generator<br>Abtrieb: Circular Spline<br>Fixiert: Flexspline | **(3) Untersetzungsgetriebe**<br>Antrieb: Flexspline<br>Abtrieb: Circular Spline<br>Fixiert: Wave Generator |
| $\text{Untersetzung} = \frac{\text{Antriebsdrehzahl}}{\text{Abtriebsdrehzahl}}$ | $\text{Untersetzung} = -\frac{i}{1}$ | $\text{Untersetzung} = i + 1$ | $\text{Untersetzung} = \frac{i + 1}{i}$ |
|  |  |  |  |
| **(4) Übersetzungsgetriebe**<br>Antrieb: Circular Spline<br>Abtrieb: Flexspline<br>Fixiert: Wave Generator | **(5) Übersetzungsgetriebe**<br>Antrieb: Flexspline<br>Abtrieb: Wave Generator<br>Fixiert: Circular Spline | **(6) Übersetzungsgetriebe**<br>Antrieb: Circular Spline<br>Abtrieb: Wave Generator<br>Fixiert: Flexspline | **(7) Differenzialgetriebe**<br>Wenn der Wave Generator, Flexspline und Circular Spline rotieren sind Kombinationen aus (1) bis (6) möglich. |
| $\text{Untersetzung} = \frac{i}{i + 1}$ | $\text{Untersetzung} = -\frac{1}{i}$ | $\text{Untersetzung} = \frac{1}{i + 1}$ | |

## Silk-Hat-Type-Getriebe

Harmonic Drive® Wellgetriebe können in diversen Antriebskonfigurationen betrieben werden, wodurch sich unterschiedliche Getriebeuntersetzungen ergeben.

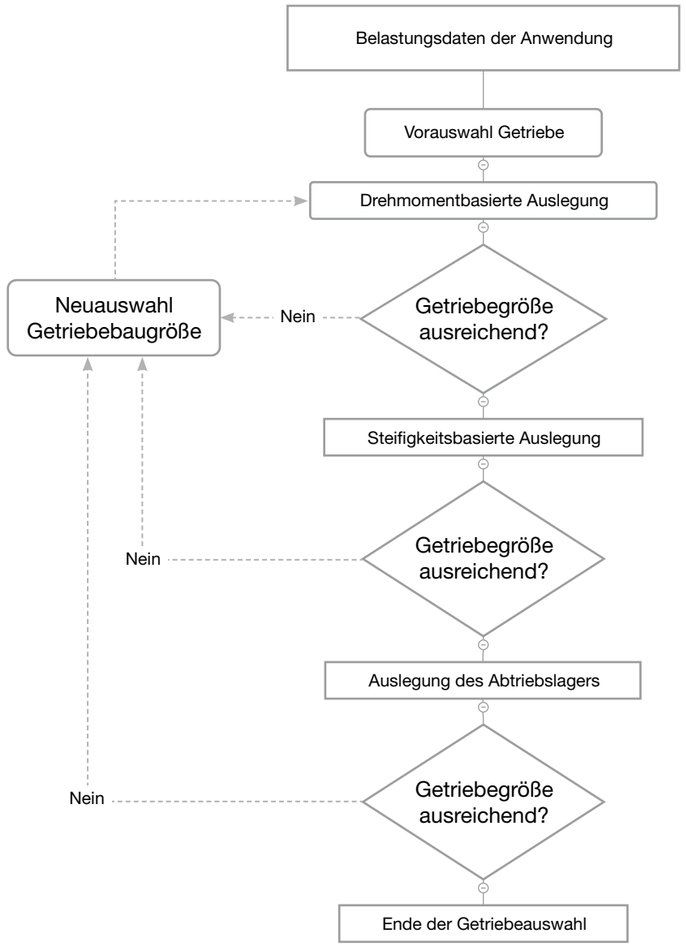
Zu den Silk-Hat-Type-Getrieben zählen:
SHG/TriSHG-2A, SHG/TriSHG-2UH/2SO/2SH, SHD-2SH, HFUS-2A, HFUS-2UH/2SO/2SH

Abbildung 3.4

| | | | |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| i = Untersetzung laut technischen Daten | **(1) Untersetzungsgetriebe**<br>Antrieb: Wave Generator<br>Abtrieb: Flexspline<br>Fixiert: Circular Spline | **(2) Untersetzungsgetriebe**<br>Antrieb: Wave Generator<br>Abtrieb: Circular Spline<br>Fixiert: Flexspline | **(3) Untersetzungsgetriebe**<br>Antrieb: Flexspline<br>Abtrieb: Circular Spline<br>Fixiert: Wave Generator |
| $\text{Untersetzung} = \frac{\text{Antriebsdrehzahl}}{\text{Abtriebsdrehzahl}}$ | $\text{Untersetzung} = -\frac{i}{1}$ | $\text{Untersetzung} = i + 1$ | $\text{Untersetzung} = \frac{i + 1}{i}$ |
|  |  |  |  |
| **(4) Übersetzungsgetriebe**<br>Antrieb: Circular Spline<br>Abtrieb: Flexspline<br>Fixiert: Wave Generator | **(5) Übersetzungsgetriebe**<br>Antrieb: Flexspline<br>Abtrieb: Wave Generator<br>Fixiert: Circular Spline | **(6) Übersetzungsgetriebe**<br>Antrieb: Circular Spline<br>Abtrieb: Wave Generator<br>Fixiert: Flexspline | **(7) Differenzialgetriebe**<br>Wenn der Wave Generator, Flexspline und Circular Spline rotieren sind Kombinationen aus (1) bis (6) möglich. |
| $\text{Untersetzung} = \frac{i}{i + 1}$ | $\text{Untersetzung} = -\frac{1}{i}$ | $\text{Untersetzung} = \frac{1}{i + 1}$ | |

## • Auslegungsschema

Bei der Auslegung sollten grundsätzlich sowohl Drehmoment- als auch Steifigkeitsanforderungen berücksichtigt werden. Während z. B. bei Robotikanwendungen eher die erforderlichen Drehmomente ausschlaggebend für die Getriebebaugröße sind, ist im Werkzeugmaschinenbau oft die prozessbedingt notwendige Torsionssteifigkeit entscheidend. Zusätzlich sollte bei Getrieben mit Abtriebslagern sowohl die Lebensdauer als auch die statische Sicherheit des Abtriebslagers berechnet werden. Wir empfehlen daher, die Getriebeauslegung gemäß dem folgenden Schema durchzuführen.




## • Drehmomentbasierte Auslegung

### Überprüfung der zulässigen Belastungen

Tabelle 3.1

| Belastungsdaten der Anwendung | Symbol | [Einheit] |
|---|---|---|
| Drehmoment (Stufe 1 ... n) | $T_1 \dots T_n$ | [Nm] |
| Belastungszeit (Stufe 1 ... n) | $t_1 \dots t_n$ | [s] |
| Pausenzeit | $t_p$ | [s] |
| Abtriebsdrehzahl (Stufe 1 ... n) | $n_1 \dots n_n$ | [min$^{-1}$] |
| Maximales Drehmoment | $T_{max}$ | [Nm] |
| Durchschnittsdrehmoment | $T_{av}$ | [Nm] |
| Maximale Abtriebsdrehzahl | $n_{out\,max}$ | [min$^{-1}$] |
| Maximale Eingangsdrehzahl | $n_{in\,max}$ | [min$^{-1}$] |
| Durchschnittliche Abtriebsdrehzahl | $n_{out\,av}$ | [min$^{-1}$] |
| Durchschnittliche Eingangsdrehzahl | $n_{in\,av}$ | [min$^{-1}$] |
| Kollisionsdrehmoment | $T_k$ | [Nm] |
| Abtriebsdrehzahl bei Kollision | $n_k$ | [min$^{-1}$] |
| Belastungszeit bei Kollision | $t_k$ | [s] |

Abbildung 3.5

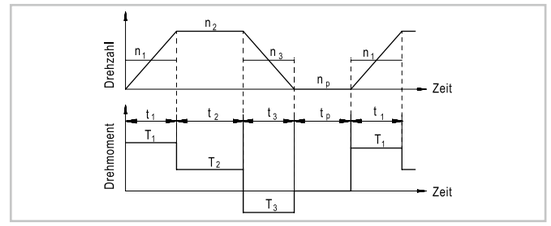



Tabelle 3.2

| Zulässige Belastung des Getriebes | Symbol | [Einheit] |
|---|---|---|
| Zulässiges Durchschnittsdrehmoment | $T_A$ | [Nm] |
| Zulässiges wiederholbares Spitzendrehmoment | $T_R$ | [Nm] |
| Zulässiges Kollisionsdrehmoment | $T_M$ | [Nm] |
| Zulässige mittlere Eingangsdrehzahl | $n_{av\,(max)}$ | [min$^{-1}$] |
| Zulässige maximale Eingangsdrehzahl | $n_{in\,(max)}$ | [min$^{-1}$] |

Gleichung 3.1

**Vorauswahl eines Getriebes unter der Bedingung**

$$T_{av} \leq T_A$$

Gleichung 3.2

Berechnung des durchschnittlichen Abtriebsdrehmomentes

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

Gleichung 3.3

**Prüfung der zulässigen mittleren Eingangsdrehzahl**

$$n_{in\ av} \leq n_{av\,(max)}$$

Gleichung 3.4

Berechnung der durchschnittlichen Eingangsdrehzahl

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

Gleichung 3.5

Berechnung der durchschnittlichen Eingangsdrehzahl

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

Gleichung 3.6

**Prüfung der zulässigen maximalen Eingangsdrehzahl**

$$n_{in\,max} \leq n_{in\,(max)}$$

Ermittlung der maximalen Eingangsdrehzahl aus Belastungszyklus

Gleichung 3.7

**Prüfung des zulässigen wiederholbaren Spitzendrehmomentes**

$$T_{max} \leq T_R$$

Ermittlung des maximalen Drehmomentes aus Belastungszyklus

Gleichung 3.8

**Prüfung des zulässigen Kollisionsdrehmomentes**

$$T_K \leq T_M$$

Ermittlung des Kollisionsmomentes aus Belastungszyklus

Gleichung 3.9

**Prüfung der erlaubten Anzahl von Kollisionsdrehmomenten**

$$N_K < 10^4$$

Gleichung 3.10

Ermittlung der Anzahl von Kollisionsmomenten

$$N_K = \frac{10^4}{2 \cdot \frac{n_k}{60} \cdot i \cdot t_k}$$

Gleichung 3.11

**Prüfung der Lebensdauer des Wave-Generator-Kugellagers**

Berechnete Lebensdauer $L_{10h}$ > erforderliche Lebensdauer $L_{10\,erf.}$

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

Tabelle 3.3

## Nominelle Lebensdauer und Nenndrehzahlen

| Harmonic Drive® Baureihen | Nominelle Lebensdauer $L_n$ [h] | Nenndrehzahl $n_N$ [min$^{-1}$] |
|---|---|---|
| HFUC, HFUS, CPL, CSD, CPU, CSF Mini, SHD, CSF-2UP, CSF-ULW | 7000 | 2000 |
| CSG, SHG | 10000 | 2000 |
| FBS-2UH | 5000 | 2000 |
| PMG-5 | 3000 | 4500 |
| PMG-8/ 11/ 14 | 3000 | 3500 |

## Rechenbeispiel

Für die drehmomentbasierte Auslegung sollte ein Referenzzyklus zugrunde gelegt werden, der eine typische Belastung des Getriebes inklusive Beschleunigungs- und Verzögerungsphasen darstellt. Das Kollisionsdrehmoment kann entweder aus bekannten Anwendungsdaten im Überlastfall (z. B. Notaus Ereignis) oder mithilfe der nominalen Belastung und einem Überlastfaktor abgeschätzt werden.

**Belastungsdaten der Anwendung**

$T_1$ = 400 Nm $t_1$ = 0,3 s $n_1$ = 7 min$^{-1}$
$T_2$ = 320 Nm $t_2$ = 3,0 s $n_2$ = 14 min$^{-1}$
$T_3$ = 200 Nm $t_3$ = 0,4 s $n_3$ = 7 min$^{-1}$
$T_k$ = 1000 Nm $t_k$ = 0,15 s $n_k$ = 14 min$^{-1}$
$t_p$ = 0,2 s $n_p$ = 0 min$^{-1}$
geforderte Lebensdauer $L_{10\,erf.}$ = 15000 h

**Zulässige Belastung des Getriebes**

| | |
|---|---|
| Vorausgewähltes Getriebe | CSG-40-120-2A-GR |
| Nenndrehmoment | $T_N$ = 382 Nm |
| Nenndrehzahl | $n_N$ = 2000 min$^{-1}$ |
| Zulässiges Durchschnittsdrehmoment | $T_A$ = 586 Nm |
| Zulässiges wiederholbares Spitzendrehmoment | $T_R$ = 802 Nm |
| Zulässiges Kollisionsdrehmoment | $T_M$ = 1530 Nm |
| Zulässige mittlere Eingangsdrehzahl | $n_{av\,(max)}$ = 3000 min$^{-1}$ |
| Zulässige maximale Eingangsdrehzahl | $n_{in\,(max)}$ = 4000 min$^{-1}$ |

**Vorauswahl eines Getriebes anhand des durchschnittlichen Abtriebsdrehmomentes: CSG-40-120-2A-GR**

$T_{av}$ = 319 Nm ≤ $T_A$ = 586 Nm ✓

Ermittlung des durchschnittlichen Abtriebsdrehmomentes

$$T_{av} = \sqrt[3]{\frac{7\ \text{min}^{-1} \cdot (400\ \text{Nm})^3 \cdot 0{,}3\ \text{s} + 14\ \text{min}^{-1} \cdot (320\ \text{Nm})^3 \cdot 3\ \text{s} + 7\ \text{min}^{-1} \cdot (200\ \text{Nm})^3 \cdot 0{,}4\ \text{s}}{7\ \text{min}^{-1} \cdot 0{,}3\ \text{s} + 14\ \text{min}^{-1} \cdot 3\ \text{s} + 7\ \text{min}^{-1} \cdot 0{,}4\ \text{s}}}$$

$T_{av}$ = 319 Nm

**Prüfung der zulässigen mittleren Eingangsdrehzahl**

$n_{in\ av}$ = 1440 min$^{-1}$ ≤ $n_{av\,(max)}$ = 3000 min$^{-1}$ ✓

Ermittlung der durchschnittlichen Abtriebsdrehzahl

$$n_{out\ av} = \frac{7\ \text{min}^{-1} \cdot 0{,}3\ \text{s} + 14\ \text{min}^{-1} \cdot 3\ \text{s} + 7\ \text{min}^{-1} \cdot 0{,}4\ \text{s}}{0{,}3\ \text{s} + 3\ \text{s} + 0{,}4\ \text{s} + 0{,}2\ \text{s}} = 12\ \text{min}^{-1}$$

Ermittlung der durchschnittlichen Eingangsdrehzahl

$n_{in\ av}$ = 120 · 12 min$^{-1}$ = 1440 min$^{-1}$

**Prüfung der zulässigen maximalen Eingangsdrehzahl**

$n_{in\ max}$ = 1680 min$^{-1}$ ≤ $n_{in\,(max)}$ = 4000 min$^{-1}$ ✓

Ermittlung der maximalen Eingangsdrehzahl aus Belastungszyklus

$n_{in\ max} = n_2 \cdot i$ = 14 min$^{-1}$ · 120 = 1680 min$^{-1}$

**Prüfung des zulässigen Kollisionsdrehmomentes**

$T_K$ = 1000 Nm ≤ $T_M$ = 1530 Nm ✓

Ermittlung des Kollisionsdrehmomentes aus Belastungszyklus

$T_K$ = 1000 Nm

**Prüfung der erlaubten Anzahl von Kollisionsdrehmomenten**

N = 1190 ≤ $N_{k\,zul}$ = $10^4$ ✓

Ermittlung der Anzahl von Kollisionsmomenten

$$N_K = \frac{10^4}{2 \cdot \frac{14 \cdot 120}{60} \cdot 0{,}15} = 1190$$

**Prüfung der Lebensdauer des Wave-Generator-Kugellagers**

$L_{10}$ = 23850 h > $L_{10\,erf.}$ = 15000 h ✓

Ermittlung der Lebensdauer des Wave-Generator-Kugellagers

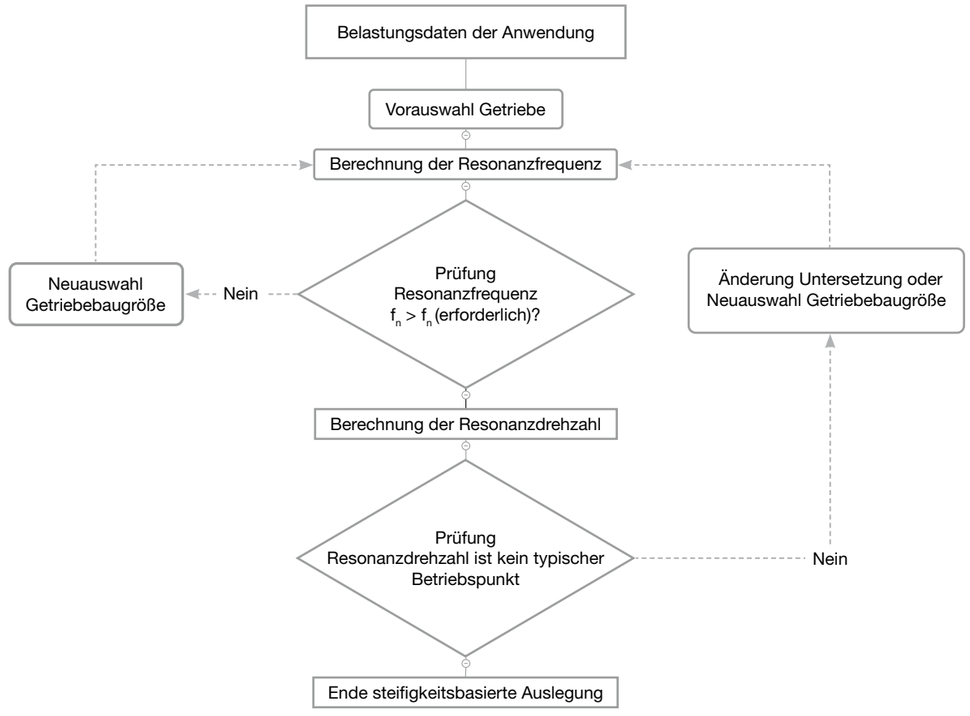
$$L_{10} = \frac{10000\ \text{h} \cdot 2000\ \text{min}^{-1}}{1440\ \text{min}^{-1}} \cdot \left(\frac{382\ \text{Nm}}{319\ \text{Nm}}\right)^3$$



- Steifigkeitsbasierte Auslegung

## Auslegungsschema

Zusätzlich zum Auswahlschema „Drehmomentbasierte Auslegung“ empfehlen wir die Durchführung einer steifigkeitsbasierten Auslegung, die das Verhältnis des Massenträgheitsmomentes der Last zur Steifigkeit des Getriebes bewertet und mit den Anforderungen der Anwendung vergleicht.




## Berechnung der Resonanzfrequenz

Unter der Annahme, dass die Steifigkeit der Getriebeanbindung im Vergleich zur Getriebesteifigkeit hoch ist, kann mit folgender Formel die Eigenfrequenz des Systems abgeschätzt werden.**

Gleichung 3.12

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

Tabelle 3.4

| Symbol | [Einheit] | Bedeutung | Hinweis |
|---|---|---|---|
| $f_n$ | [Hz] | Resonanzfrequenz | |
| $K_1$ | [Nm/rad] | Getriebe Torsionssteifigkeit $K_1$ | Siehe jeweiliges Produktkapitel „Torsionssteifigkeit“ |
| J | [kgm$^2$] | Massenträgheitsmoment der Last | Aus Anwendung |

Um Schwingungen des Systems zu verringern, sollte die berechnete Resonanzfrequenz in Abhängigkeit der Anwendung folgende empfohlenen minimalen Resonanzfrequenzen nicht unterschreiten.

** Wenn die Steifigkeit der Getriebeanbindung einen nicht vernachlässigbaren Einfluss auf das Schwingungsverhalten hat, oder das Massenträgheitsmoment der Last zeitlich veränderlich ist (z. B. bei mechanisch gekoppelten Achsen), kontaktieren Sie bitte Ihren Ansprechpartner der Harmonic Drive SE. Mithilfe der Mehrkörper-Simulation können diese Einflüsse auf das Schwingungsverhalten Ihres Antriebsstranges abgebildet werden.

Tabelle 3.5

| Anwendung | Empfohlene minimale Resonanzfrequenz $f_n$ [Hz] |
|---|---|
| Langsam drehende Drehtische, langsam drehende Schweißroboter Grundachsen (kein Laserschweißen), langsam drehende Schweiß- und Schwenktische, Palettierroboter-Achsen | ≥ 4 |
| Knickarmroboter Grundachsen, Knickarmroboter Handachsen mit geringen Dynamikanforderungen, Werkzeugrevolver, Werkzeugmagazine, Schwenk- und Positionierachsen in medizinischen Geräten und Messgeräten | ≥ 8 |
| Standardanwendungen im allgemeinen Maschinenbau, Schwenkachsen, Palettenwechsler, hochdynamische Werkzeugwechsler, -revolver, und -magazine, Knickarmroboter Handachsen, Scara Roboter, Portalroboter, Polierroboter, dynamische Schweißwender, Schweißroboter Grundachsen (Laserschweißen), Schwenk- und Positionierachsen in medizinischen Geräten | ≥ 15 |
| B-/C-Achsen in 5-Achs Schleifmaschinen, Schweißroboter Handachsen (Laserschweißen), Fräsköpfe Kunststoffbearbeitung | ≥ 20 |
| C-Achsen in Drehmaschinen, Fräsköpfe Leichtmetallbearbeitung, Fräsköpfe Holzbearbeitung (Spanplatten etc.) | ≥ 25 |
| Fräsköpfe Holzbearbeitung (Hartholz etc.) | ≥ 30 |

## Berechnung der Resonanzdrehzahl

Die Resonanzfrequenz des Antriebssystems ist die Frequenz, bei der das System zu Schwingungen neigt. Das Harmonic Drive® Getriebe selbst regt je Wave-Generator-Umdrehungen zu zwei Schwingungsamplituden an. Hiermit lässt sich die Resonanzdrehzahl des Systems berechnen.

Gleichung 3.13

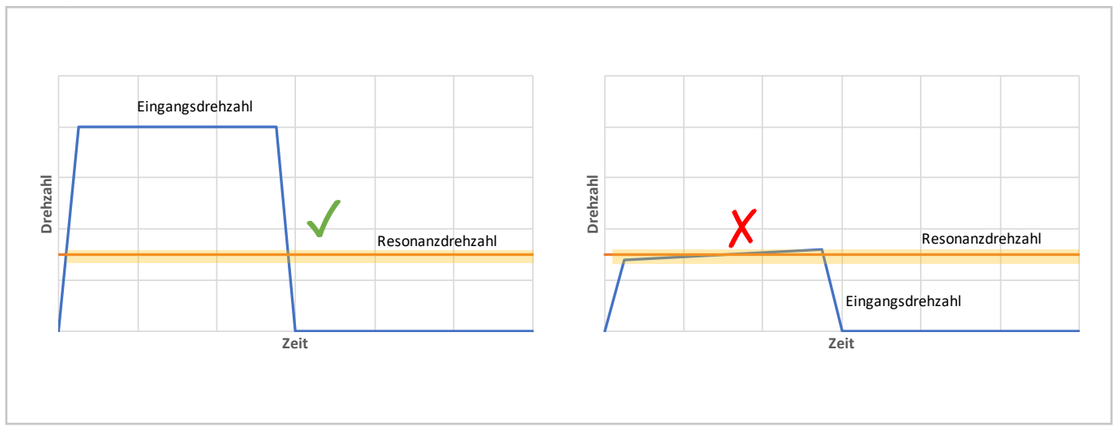
$$n_n\,[\text{min}^{-1}] = \frac{f_n\,[\text{Hz}]}{2} \cdot 60$$

Tabelle 3.6

| Symbol | [Einheit] | Bedeutung |
|---|---|---|
| $n_n$ | [$\text{min}^{-1}$] | Resonanzdrehzahl |
| $f_n$ | [Hz] | Resonanzfrequenz |

Die Resonanzdrehzahl sollte im Betrieb entweder nicht überschritten, oder zügig durchfahren werden, siehe Abbildung 3.6. Betriebspunkte der Anlage im Bereich der Resonanzdrehzahl sollten nach Möglichkeit vermieden werden. Mithilfe der Getriebeuntersetzung oder der Getriebebaugröße kann die Resonanzdrehzahl beeinflusst werden.

Abbildung 3.6




## Auslegungsbeispiel

Nachfolgend wird ein Auslegungsbeispiel für eine Fräskopf-Anwendung in der Holzbearbeitung dargestellt.

Tabelle 3.7

| Vorausgewähltes Getriebe (Drehmomentbasierte Auslegung) | CSG-40-120-2A-GR |
|---|---|
| Verdrehsteifigkeit $K_1$ des Getriebes | $130 \cdot 10^3$ Nm/rad |
| Geplante Anwendung | Fräskopf Holzbearbeitung |
| Abtriebsseitiges Massenträgheitsmoment | 7 $\text{kgm}^2$ |
| Empfohlene min. Resonanzfrequenz (aus Tabelle 3.5) | 30 Hz |

Gleichung 3.14

$$f_n = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{130 \cdot 10^3\,\text{Nm/rad}}{7\,\text{kgm}^2}} = 21{,}7\ \text{Hz}$$

Gemäß steifigkeitsbasierter Auslegung ist diese Baugröße für die Anwendung zu klein. Bei Auswahl des größeren Getriebes CSG-50-120-2A-GR ergibt sich folgende Resonanzfrequenz.

Gleichung 3.15

$$f_n = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{250 \cdot 10^3\,\text{Nm/rad}}{7\,\text{kgm}^2}} = 30{,}1\ \text{Hz}$$

Aufgrund der steifigkeitsbasierten Auslegung wird das CSG-50-120-2A-GR empfohlen.

Die Resonanzdrehzahl am Antrieb (Motor) beträgt:

Gleichung 3.16

$$n_n\,[\text{min}^{-1}] = \frac{30{,}1}{2} \cdot 60 = 903\ \text{min}^{-1}$$

Diese Drehzahl sollte während des Beschleunigens und Verzögerns zügig durchfahren werden oder außerhalb des genutzten Drehzahlbereiches liegen.

## • Berechnung des Torsionswinkels

In Abhängigkeit des Drehmoments T kann der Torsionswinkel des Getriebes unter Last wie folgt berechnet werden:

Gleichung 3.17

$$\text{Für } T \leq T_1: \quad \varphi = \frac{T}{K_1}$$

Gleichung 3.18

$$\text{Für } T_1 < T \leq T_2 \quad \varphi = \frac{T_1}{K_1} + \frac{T - T_1}{K_2}$$

Gleichung 3.19

$$\text{Für } T > T_2: \quad \phi = \frac{T_1}{K_1} + \frac{T_2 - T_1}{K_2} + \frac{T - T_2}{K_3}$$

Tabelle 3.8

| Symbol | [Einheit] | Bedeutung | Hinweis |
|---|---|---|---|
| $\varphi$ | [rad] | Torsionswinkel | |
| T | [Nm] | Drehmoment der Last | |
| $T_1$ | [$min^{-1}$] | Grenzdrehmoment 1 | Siehe Kapitel „Torsionssteifigkeit“ zum jeweiligen Produkt |
| $T_2$ | [$min^{-1}$] | Grenzdrehmoment 2 | Siehe Kapitel „Torsionssteifigkeit“ zum jeweiligen Produkt |
| $K_1$ | [Nm/rad] | Torsionssteifigkeit bis Grenzdrehmoment $T_1$ | Siehe Kapitel „Torsionssteifigkeit“ zum jeweiligen Produkt |
| $K_2$ | [Nm/rad] | Torsionssteifigkeit bis Grenzdrehmoment $T_2$ | Siehe Kapitel „Torsionssteifigkeit“ zum jeweiligen Produkt |
| $K_3$ | [Nm/rad] | Torsionssteifigkeit oberhalb des Grenzdrehmoments $T_2$ | Siehe Kapitel „Torsionssteifigkeit“ zum jeweiligen Produkt |

### Rechenbeispiel

Tabelle 3.9

| Getriebe | CSG-32-100-2UH |
|---|---|
| Belastungsdrehmoment T | 60 Nm |
| $T_1$ | 29 Nm |
| $T_2$ | 108 Nm |
| $K_1$ | 67 · $10^3$ Nm/rad |
| $K_2$ | 110 · $10^3$ Nm/rad |
| $K_3$ | 120 · $10^3$ Nm/rad |

Gleichung 3.20

$$\text{Für } T_1 < T \leq T_2: \quad \varphi = \frac{29\ \text{Nm}}{67 \cdot 10^3\ \text{Nm/rad}} + \frac{60\ \text{Nm} - 29\ \text{Nm}}{110 \cdot 10^3\ \text{Nm/rad}} = 7{,}15 \cdot 10^{-4}\ \text{rad} = 2{,}5\ \text{arcmin}$$

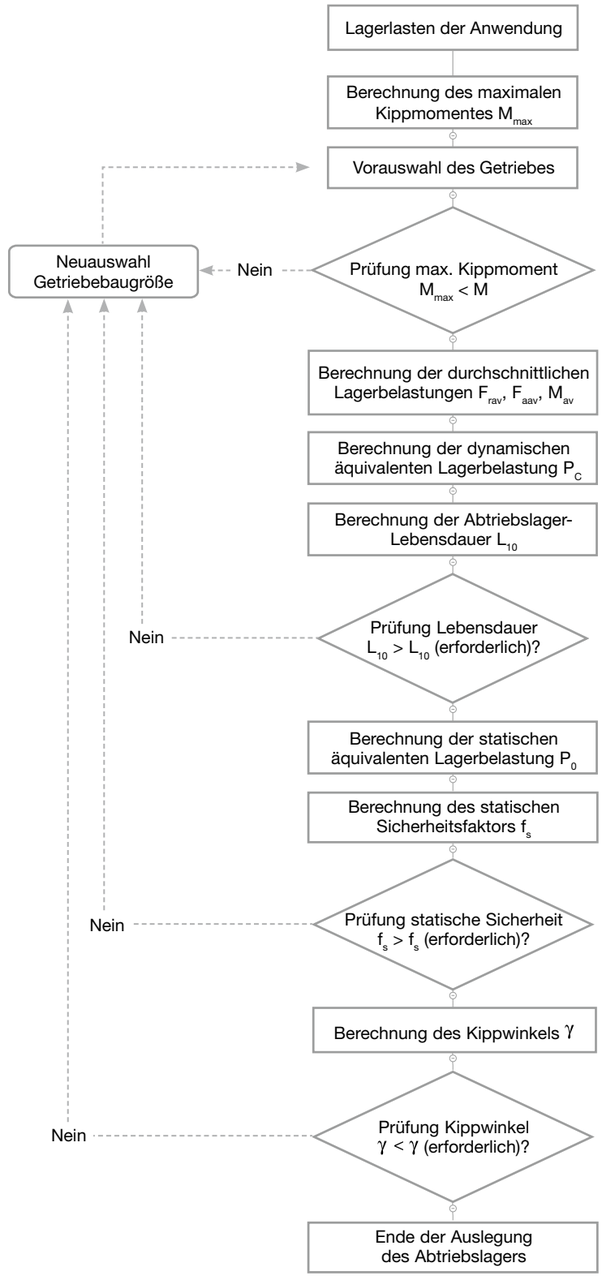
mit

$$\varphi\ [\text{arcmin}] = \varphi\ [\text{rad}]\ \frac{180}{\pi} \cdot 60$$



## • Auslegung des Abtriebslagers

### Auslegungsschema



## Dynamische Tragfähigkeit

### Berechnung des maximalen Kippmomentes

Das Kippmoment wird aus der Radialkraft und der Axialkraft, die am Abtriebslager angreifen, berechnet. Das zulässige dynamische Kippmoment des Lagers ergibt sich aus dem zulässigen Verkippungswinkel des Getriebe-Einbausatzes im Betrieb.

Abbildung 3.7

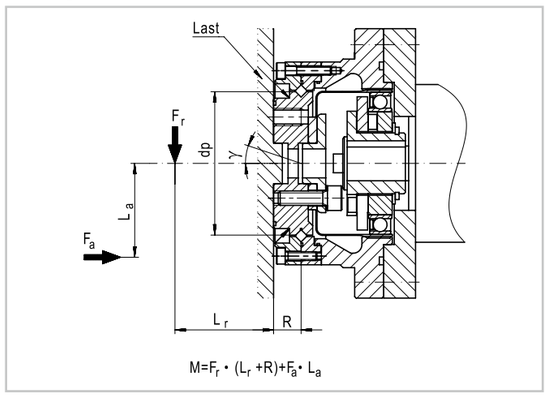



Tabelle 3.10

| Symbol | [Einheit] | Bedeutung |
|---|---|---|
| $M_{max}$ | | Max. dynamisches Kippmoment |
| $F_{(r\ max)}$ | [N] | Max. dynamische Radialkraft |
| $F_{(a\ max)}$ | [N] | Max. dynamische Axialkraft |
| $L_r$, $L_a$ | [mm] | Abstände gemäß Abbildung 3.7 |
| R | [mm] | Abstand Lagermitte / Abtriebsflansch, siehe „Leistungsdaten Abtriebslager“ |

Gleichung 3.21

$$M_{max} = F_{r\,max} \cdot (L_r + R) + F_{a\,max} \cdot L_a$$

### Berechnung der durchschnittlichen Lagerbelastungen

Abbildung 3.8

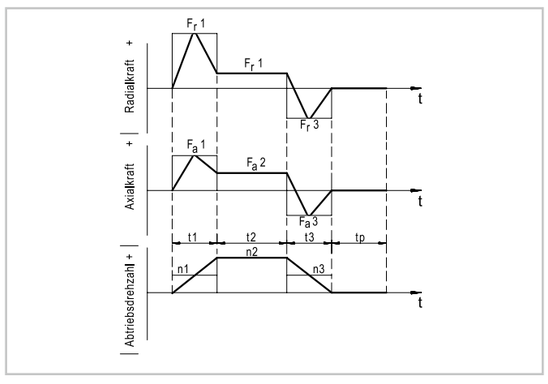



Tabelle 3.11

| Symbol | [Einheit] | Bedeutung |
|---|---|---|
| $F_{r\,av}$ | [N] | Durchschnittliche Radialkraft |
| $F_{a\,av}$ | [N] | Durchschnittliche Axialkraft |
| $M_{av}$ | [Nm] | Durchschnittliches Kippmoment |
| $t_{1...n}$ | [s] | Dauer der Phase 1…n |
| $F_{r\,1...n}$ | [N] | Radialkraft in Phase 1 … n |
| $F_{a\,1...n}$ | [N] | Axialkraft in Phase 1 … n |
| $n_{1...n}$ | [$min^{-1}$] | Drehzahl in Phase 1…n |

### Bestimmung der durchschnittlichen Radialkraft

Gleichung 3.22

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

### Bestimmung der durchschnittlichen Axialkraft

Gleichung 3.23

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

### Bestimmung des durchschnittlichen Kippmomentes

Gleichung 3.24

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



### Bestimmung der durchschnittlichen Abtriebsgeschwindigkeit

Gleichung 3.25

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

## Berechnung der dynamischen äquivalenten Lagerbelastung

### Axial- und Radialkraftfaktoren

Die Axial- und Radialkraftfaktoren bewerten den Einfluss der Axialkraft auf die Lagerbelastung.

Tabelle 3.12

| Symbol | x | y |
|---|---|---|
| $\frac{F_{a\,av}}{F_{r\,av} + 2 \cdot M_{av} / d_p} \leq 1{,}5$ | 1 | 0,45 |
| $\frac{F_{a\,av}}{F_{r\,av} + 2 \cdot M_{av} / d_p} > 1{,}5$ | 0,67 | 0,67 |

Tabelle 3.13

| Symbol | [Einheit] | Bedeutung | Hinweis |
|---|---|---|---|
| $F_{r\,av}$ | [N] | Durchschnittliche Radialkraft | Siehe Kapitel „Berechnung der durchschnittlichen Lagerbelastungen“ |
| $F_{a\,av}$ | [N] | Durchschnittliche Axialkraft | Siehe Kapitel „Berechnung der durchschnittlichen Lagerbelastungen“ |
| $M_{av}$ | [Nm] | Durchschnittliches Kippmoment | Siehe Kapitel „Berechnung der durchschnittlichen Lagerbelastungen“ |
| $d_p$ | [mm] | Teilkreisdurchmesser Abtriebslager | Siehe jeweiliges Produktkapitel, „Daten Abtriebslager“ |

### Dynamische äquivalente Lagerbelastung

Zusammengesetzte Radial-, Axial- und Kippmomentbelastungen werden durch die dynamische äquivalente Lagerbelastung ersetzt, die im Lager die gleiche Beanspruchung hervorruft.

Gleichung 3.26

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

Tabelle 3.14

| Symbol | [Einheit] | Bedeutung | Hinweis |
|---|---|---|---|
| $P_C$ | [N] | Dynamische äquivalente Lagerbelastung | Siehe Formel |
| $F_{r\,av}$ | [N] | Durchschnittliche Radialkraft | Siehe Kapitel „Berechnung der durchschnittlichen Lagerbelastungen“ |
| $F_{a\,av}$ | [N] | Durchschnittliche Axialkraft | Siehe Kapitel „Berechnung der durchschnittlichen Lagerbelastungen“ |
| $M_{av}$ | [Nm] | Durchschnittliches Kippmoment | Siehe Kapitel „Berechnung der durchschnittlichen Lagerbelastungen“ |
| $d_p$ | [mm] | Teilkreisdurchmesser Abtriebslager | Siehe jeweiliges Produktkapitel, „Daten Abtriebslager“ |

## Berechnung der Abtriebslager-Lebensdauer

### Lebensdauer bei kontinuierlichem Betrieb

Bei kontinuierlichem Betrieb, aber auch bei dynamischen Zyklen, bei denen die dynamischen Lagerbelastungen in eine durchschnittliche Lagerbelastung umgerechnet wurde, kann folgende Formel für die Berechnung der Lebensdauer des Abtriebslagers verwendet werden.

Gleichung 3.27

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

Tabelle 3.15

| Symbol | [Einheit] | Bedeutung | Hinweis |
|---|---|---|---|
| $L_{10}$ | [h] | Rechnerische Lebensdauer des Abtriebslagers für 10 % Ausfallwahrscheinlichkeit | Siehe Gleichung 3.27 |
| $n_{av}$ | [N] | Durchschnittliche Abtriebsdrehzahl | Aus Anwendung |
| C | [N] | Dynamische Tragzahl | Siehe jeweiliges Produktkapitel "Abtriebslager" |
| $f_w$ | - | Betriebsfaktor | Siehe Tabelle 3.17 |
| $P_C$ | [N] | Dynamische äquivalente Lagerbelastung | Siehe Gleichung 3.26 |
| B | - | Lagertyp-Exponent | Siehe Tabelle 3.18 |

## Berechnung der Abtriebslager-Lebensdauer

**Lebensdauer bei Schwenkbewegung**
Bei reinen Schwenkbewegungen mit unveränderlichem Schwenkzyklus kann folgende Formel verwendet werden.

Gleichung 3.28

$$L_{10} = \frac{10^6}{60 \cdot n_1} \cdot \frac{180}{\varphi} \cdot \left(\frac{C}{f_w \cdot P_c}\right)^B$$

Tabelle 3.16

| Symbol | [Einheit] | Bedeutung | Hinweis |
|---|---|---|---|
| $L_{10}$ | [h] | Rechnerische Lebensdauer des Abtriebslagers für 10% Ausfallwahrscheinlichkeit | Siehe Gleichung 3.28 |
| $n_1$ | [N] | Anzahl der Schwingungen pro Minute | Aus Anwendung |
| $\varphi$ | [°] | Schwenkwinkel | Aus Anwendung |
| C | [N] | Dynamische Tragzahl | Siehe jeweiliges Produktkapitel "Abtriebslager" |
| $f_w$ | - | Betriebsfaktor | Siehe Tabelle 3.17 |
| $P_c$ | [N] | Dynamische Äquivalentlast | Siehe Gleichung 3.26 |
| B | - | Lagertyp-Exponent | Siehe Tabelle 3.18 |

**Schwenkwinkel**
Bei Schwenkwinkeln < 5° kann infolge Mangelschmierung Reibkorrosion auftreten. Wir bitten ggf. um Rücksprache.

Abbildung 3.9




**Betriebsfaktor**
Der Betriebsfaktor berücksichtigt den Einfluss der Lastbedingungen auf die Lagerlebensdauer.

Tabelle 3.17

| Lastbedingungen | Betriebsfaktor $f_w$ [ ] |
|---|---|
| Keine Stöße oder Schwingungen | 1,0 ... 1,2 |
| Normale Belastung | 1,2 ... 1,5 |
| Stöße oder Schwingungen | 1,5 ... 3,0 |

**Lagertyp-Exponent**
Der Lagertyp-Exponent berücksichtigt die Art des Abtriebslagers auf die Lagerlebensdauer.

Tabelle 3.18

| Lagertyp | Lagertyp-Exponent B [ ] |
|---|---|
| Kreuzrollenlager | $\frac{10}{3}$ |
| Vierpunktlager | 3 |

## Statische Tragfähigkeit

Im Fall einer statischen Belastung des Abtriebslagers oder zur Bewertung eines Überlastfalls bei stillstehender oder langsam drehender Last wird der statische Sicherheitsfaktor mit folgender Gleichung berechnet:

Gleichung 3.29

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

Tabelle 3.19

| Symbol | [Einheit] | Bedeutung | Hinweis |
|---|---|---|---|
| $f_s$ | - | Statischer Sicherheitsfaktor | Siehe Tabelle 3.21 |
| $C_0$ | [N] | Statische Tragzahl | Siehe jeweiliges Produktkapitel „Abtriebslager“ |
| $P_0$ | [N] | Statische äquivalente Lagerbelastung | Siehe Gleichung 3.30 |

Gleichung 3.30

$$P_0 = F_{r\,max} + \frac{2M_{max}}{d_p} + 0{,}44\, F_{a\,max}$$

Tabelle 3.20

| Symbol | [Einheit] | Bedeutung | Hinweis |
|---|---|---|---|
| $P_0$ | [N] | Statische äquivalente Lagerbelastung | Siehe Gleichung 3.30 |
| $F_{r\,max}$ | [N] | Statische Radialkraft | Aus Anwendung |
| $M_{max}$ | [Nm] | Statisches Kippmoment | Aus Anwendung |
| $d_p$ | [m] | Rollenteilkreisdurchmesser Abtriebslager | Siehe jeweiliges Produktkapitel „Abtriebslager“ |
| $F_{a\,max}$ | [N] | Statische Axialkraft | Aus Anwendung |

Tabelle 3.21

| Betriebsbedingungen des Lagers | Empfohlener statischer Sicherheitsfaktor $f_s$ [ ] |
|---|---|
| Normale Betriebsbedingungen | ≥1,5 |
| Wenn Schwingungen oder Stöße erwartet werden | ≥2 |
| Bei höchsten Anforderungen an Übertragungsgenauigkeit | ≥3 |

## Kippwinkel am belasteten Abtriebslager

Das Abtriebslager kann unter Einwirkung eines Kippmomentes verkippen. Aus den Anforderungen der Anwendung kann sich ein Grenzwert für die zulässige Verkippung ergeben. In diesen Fällen sollte der zu erwartende Kippwinkel berechnet werden. Wenn der berechnete Kippwinkel zu hoch für die Anwendung ist, sollte eine größere Getriebebaugröße mit höherer Kippsteifigkeit des Abtriebslagers gewählt werden.

Gleichung 3.31

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

Tabelle 3.22

| Symbol | [Einheit] | Bedeutung | Hinweis |
|---|---|---|---|
| $\gamma$ | [arcmin] | Kippwinkel am belasteten Abtriebslager | Siehe Gleichung 3.31 |
| M | [Nm] | Kippmoment auf das Abtriebslager | Aus Anwendung |
| $K_B$ | [Nm/arcmin] | Kippsteifigkeit des Abtriebslagers | Siehe jeweiliges Produktkapitel „Abtriebslager“ |

# Konstruktionshinweise

## • Konstruktive Integration

Wir empfehlen die Beachtung der folgenden Hinweise zur konstruktiven Integration der Getriebe-Einbausatzkomponenten Wave Generator (WG), Circular Spline (CS) und Flexspline (FS).

Abbildung 3.10

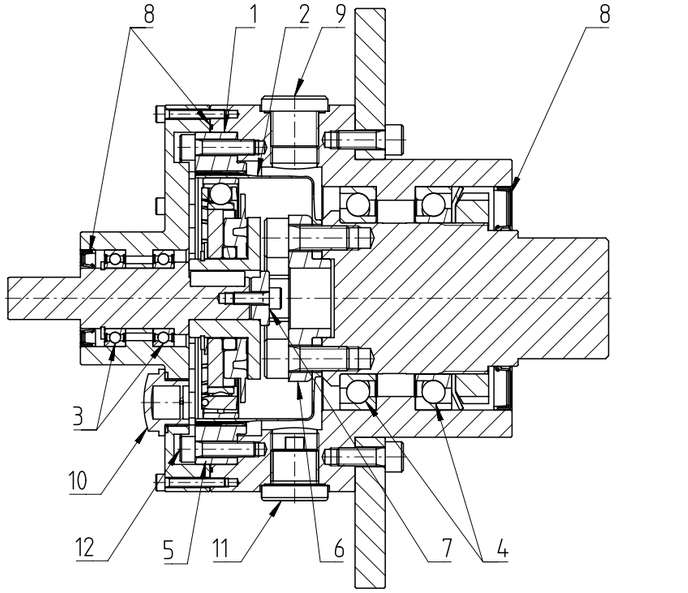
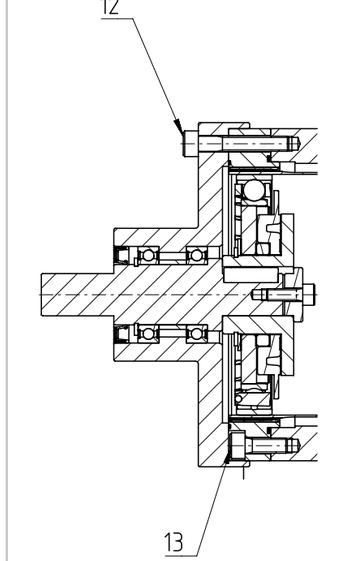



Abbildung 3.11




**Genauigkeit der Gehäusekomponenten und Adapterflansche**

(1) Konzentrische Anordnung der Komponenten Eingangswelle, WG, CS, FS, Abtriebswelle und Gehäuse unter Beachtung der in den Produktkapiteln jeweils angegebenen Montagetoleranzen.
Empfehlung: Die für die Montagetoleranzen relevanten Lagersitze, Zentrierdurchmesser und Stirnflächen sollten nach Möglichkeit in nur einer Werkstückaufspannung, also ohne Umspannen der jeweiligen Komponente, gefertigt werden.

**Gehäuseabmessungen**

(2) Während des Betriebs wird der flexible Teil des Flexsplines radial und axial verformt. Die in den Variablenzeichnungen angegebenen Mindest-Gehäuseabstände MHC (Minimum Housing Clearance) sollten konstruktiv berücksichtigt werden.

**Lagerung der Eingangs- und Abtriebswelle**

(3) Doppellagerung der Eingangswelle.
Hinweis: Die Eingangswelle muss eigenständig gelagert werden. Das Wave-Generator-Lager darf nicht zur Abstützung der Eingangswelle genutzt werden.

(4) Spielfrei vorgespannte Lagerung der Abtriebswelle.
Bei Harmonic Drive® Getriebe-Einbausätzen muss die Lagerung der Abtriebswelle kundenseitig erfolgen.
Harmonic Drive® Getriebe mit Abtriebslager verfügen über ein kippsteifes Kreuzrollen- oder Vierpunktlager, das neben der Führung des Flexsplines auch die Abstützung externer Kräfte und Kippmomente übernimmt.

**Montagereihenfolge und Verschraubung, Fixierung**

Bereits während des Konstruktionsprozesses muss die Montagereihenfolge der Getriebekomponenten geplant werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Getriebekomponenten WG und FS im montierten Zustand eine Radialkraft auf den CS ausüben. Diese Radialkraft bewirkt eine elliptische Verformung des CS mit einhergehender Verschlechterung der Übertragungsgenauigkeit, wenn der CS zum Zeitpunkt der Radialkrafteinleitung nicht bereits fest mit dem Gehäuse verschraubt ist. Deshalb sollte der CS während des Fügens von FS und WG bereits mittels Schrauben am Gehäuse befestigt sein.

**Circular Spline**

(5) Bei dem in Abbildung 3.10 gezeigten Design ist der CS während des Fügens von FS und WG bereits vollständig mittels der Schrauben (12) verschraubt.

Abbildung 3.11 zeigt eine Alternative, die bezüglich des Außendurchmessers kompakter baut. Der CS wird hier mittels vier in Senkbohrungen sitzenden Schrauben (13) vormontiert. Anschließend werden FS und WG montiert. Abschließend wird die aus den vormontierten Komponenten Eingangsflansch, -Lagerung und WG bestehende Einheit gefügt und mittels der Schrauben (12) befestigt. Während die Schrauben (12) das Getriebe-Drehmoment übertragen, dienen die Schrauben (13) der CS-Vormontage.

Falls aus konstruktiven Gründen keine der oben beschriebenen Vorgehensweisen bei der Montage infrage kommt, fragen Sie bitte bei der Harmonic Drive SE nach Alternativen.

**Flexspline, Klemmring**

(6) Für die meisten Cup-Type-Getriebe-Einbausätze empfehlen wir den Einsatz eines Klemmrings mit Kantenabrundung, siehe im jeweiligen Produktkapitel. Klemmring, Schraubenköpfe bzw. etwaige Unterlegscheiben dürfen die Verformung des Flexsplinebodens im Betrieb nicht behindern.

**Wave Generator**

(7) Während des Betriebs wirken Axialkräfte auf den Wave Generator (wie auch auf den Flexspline). Bei formschlüssigen Wellen-Naben-Verbindungen, wie z. B. Passfedern oder Vielkeilwellen, empfehlen wir zur Vorbeugung gegen Verschleiß im Formschluss eine axiale Verspannung des Wave Generators gegen beispielsweise einen Wellenabsatz. Bitte beachten Sie, dass das Gehäusevolumen hinter dem Wave Generator kompakt gehalten werden sollte, damit das Fett für die Schmierung des Getriebes zur Verfügung steht.

**Dichtung**

(8) Wir empfehlen die Abdichtung mit O-Ringen und Radialwellendichtungen, unabhängig vom gewählten Schmierstoff. Gegebenenfalls sind Flächendichtmittel an den Flanschflächen vorzusehen. Für alternative Dichtungslösungen bitte Rücksprache mit der Harmonic Drive SE.

**Ölschmierung**

Bei Ölschmierung sollten Einlassschraube (9), Ölschauglas (10), und (Magnet-) Ablassschraube (11) vorgesehen werden.

## • Axialkräfte an Wave Generator und Flexspline

Die Verformung des Flexsplines erzeugt am Wave Generator eine in Richtung Flexspline-Flansch wirkende Axialkraft, wenn ein Harmonic Drive® Getriebe im Untersetzungsbetrieb (Einleitung eines Drehmoments über den Wave Generator) eingesetzt wird. Im Übersetzungsbetrieb bzw. Rückwärtsbetrieb, z. B. während des Abbremsens abtriebsseitiger Massenträgheitsmomente, wirkt die Axialkraft in die entgegengesetzte Richtung. Am Flexspline wirkt die entsprechende Reaktionskraft.

In jedem Fall muss die Axialkraft von der Lagerung der Eingangswelle (ggf. der Motorwelle) aufgenommen werden. Der Wave Generator muss deshalb in axialer Richtung auf der Eingangswelle fixiert werden. Bei geschlossenen Harmonic Drive® Getrieben mit Eingangslagerung wird die Axialkraft intern abgestützt.

Abbildung 3.12

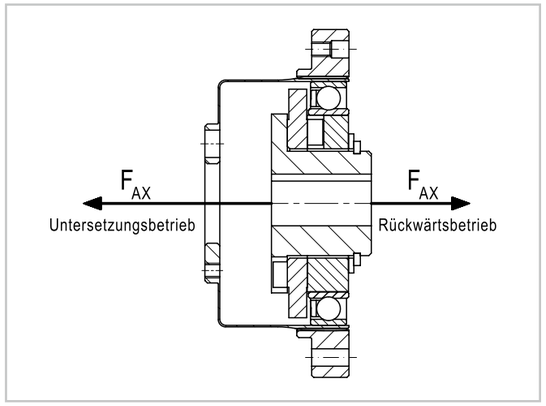



Tabelle 3.23

| Untersetzung | | |
|---|---|---|
| 30 | $F_{AX} = 2 \cdot \frac{T}{D} \cdot \mu \cdot \tan 32°$ | Gleichung 3.32 |
| 50 | $F_{AX} = 2 \cdot \frac{T}{D} \cdot \mu \cdot \tan 30° + 2\mu PF$ | Gleichung 3.33 |
| 80...160 | $F_{AX} = 2 \cdot \frac{T}{D} \cdot \mu \cdot \tan 20° + 2\mu PF$ | Gleichung 3.34 |

mit:

Tabelle 3.24

| Symbol | [Einheit] | Bedeutung |
|---|---|---|
| $F_{AX}$ | [N] | Axialkraft |
| D | [m] | Teilkreisdurchmesser der Verzahnung (Baugröße) · 0,00254 |
| T | [Nm] | Abtriebsdrehmomemt |
| μ | [ ] | 0,07; Reibungskoeffizient |
| 2μPF | [N] | Zusatzkraft (nur CSD und SHD) |

Tabelle 3.25

**[N]**

| | Faktor 2μPF | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Baureihe | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| CSD-2A, -2UH, -2UF | 2,1 | 4,1 | 5,6 | 9,8 | 16,0 | 24,0 | 39,0 |
| SHD-2SH | 1,2 | 3,3 | 5,6 | 9,3 | 16,0 | 24,0 | - |
| alle anderen Baureihen | 0 | | | | | | |

### Beispiel

Baugröße 32 (CSD-32-50)
Abtriebsdrehmoment = 151 Nm
Reibungskoeffizient μ = 0,07

$$F_{AX} = \frac{151\ Nm}{(32 \cdot 0{,}00254)\ m} \cdot 0{,}07 \cdot \tan 30° + 16\ N$$

$F_{AX} = 166\ N$



## • Lagerung der An- und Abtriebswelle

Sowohl die An- als auch die Abtriebswelle des Harmonic Drive® Getriebe-Einbausatzes muss sorgfältig gelagert werden, um alle auftretenden axialen und radialen Kräfte aufzunehmen. Antriebseitig sollte das Radialspiel der eingesetzten Lager nicht den ISO-Standard der Klassen „C2“ oder „normal“ übersteigen. Bei Befestigung des Wave Generators auf einer Motorwelle beachten Sie bitte die Angaben zu den Motorwellentoleranzen im Kapitel „Montagetoleranzen“ des jeweiligen Produktkapitels. Zur vollen Ausnutzung der Getriebegenauigkeit empfehlen wir eine axial und radial vorgespannte, möglichst steife Lagerkonstruktion der Abtriebswelle. Die folgenden Abbildungen zeigen Beispiele korrekter Lageranordnungen für die Komponenten Wave Generator (WG), Flexspline (FS) und Circular Spline (CS). Siehe auch Hinweise im jeweiligen Produktkapitel „Montagetoleranzen“.

1. WG: Getriebeeingang, FS: Abtrieb, CS: am Gehäuse fixiert. Das linke WG-Stützlager befindet sich im Flexspline-Topf. Innenring des linken WG-Stützlagers drehend.
2. WG: Getriebeeingang, FS: Abtrieb, CS: am Gehäuse fixiert. Das linke WG-Stützlager befindet sich im Flexspline-Topf. Außenring des linken WG-Stützlagers drehend.
3. WG: Getriebeeingang, FS: Abtrieb, CS: am Gehäuse fixiert. Das linke WG-Stützlager befindet sich außerhalb des eigentlichen Getrieberaums.
4. WG: Getriebeeingang, FS: Abtrieb, CS: am Gehäuse fixiert. Beispiel für typische Anbindung eines Motors.
5. WG: Getriebeeingang, FS: am Gehäuse fixiert. CS: Abtrieb. Eingangswelle durch FS-Flansch hindurchgeführt.
6. WG: Getriebeeingang, FS drehbar gelagert, CS: Abtrieb. Dieses Design kann z. B. für eine Schleich-Eilgang-Lösung (mit integrierter Kupplung/Bremse) verwendet werden. Wenn der WG mit dem FS über eine Kupplung (nicht dargestellt) verbunden wird, dreht der CS als Getriebeabtrieb mit WG-Drehzahl (i = 1). Wenn die Kupplung gelöst und stattdessen der FS mittels einer Bremse mit dem Gehäuse verbunden wird, wirkt der CS als Getriebeabtrieb im Untersetzungsbetrieb.
7. Beispiel für eine Anwendung als Differenzialgetriebe. WG: Phasenverstellung, FS: Antrieb, CS: Abtrieb. Hinweis: aus konstruktiven Gründen eignen sich auch Harmonic Drive® Flachgetriebe sehr gut für Differenzialanwendungen.

Abbildung 3.13

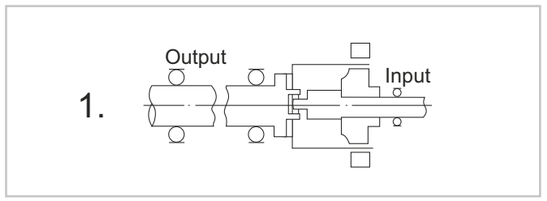



Abbildung 3.14

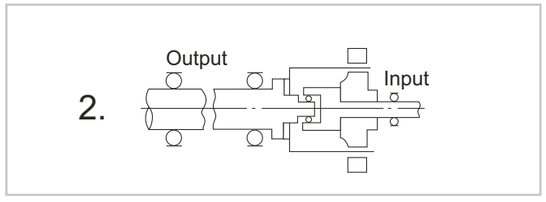



Abbildung 3.15

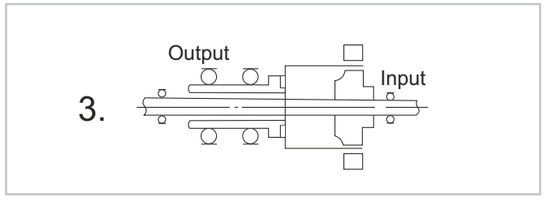



Abbildung 3.16

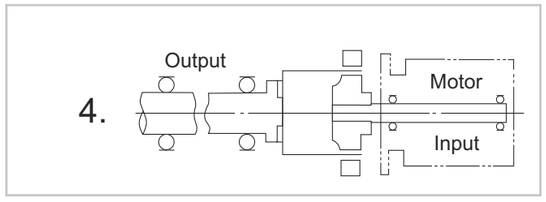



Abbildung 3.17

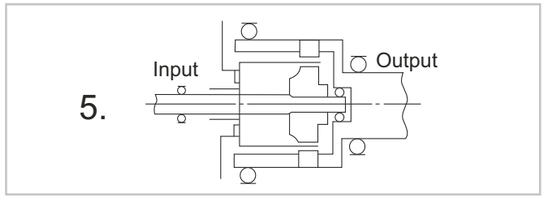



Abbildung 3.18

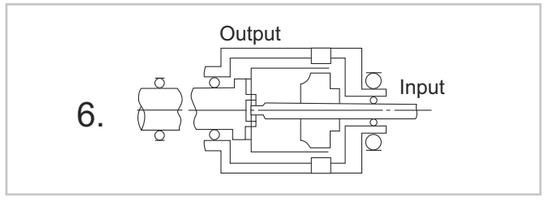
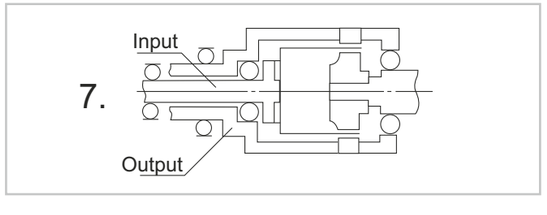



Abbildung 3.19



## • Schraubenverbindungen

Die hohe Drehmomentkapazität des Harmonic Drive® Getriebes erfordert eine sichere Schraubenverbindung des Flexsplines und des Circular Splines. Die folgenden Punkte sollten beachtet werden:

- Die Berechnung der Schraubenverbindungen sollte auf der VDI Richtlinie 2230 basieren.
- Aus der o. g. Richtlinie ergibt sich u. a.:
  - Abtriebswelle und Muttergewinde müssen ausreichende Festigkeiten aufweisen.
  - Das Flanschmaterial muss dem Anpressdruck der Schraubenköpfe standhalten.
  - Die Rauigkeit der Flanschoberflächen sollte möglichst gering sein, um Setzverluste zu minimieren.
  - Das Klemmlängenverhältnis (Dicke des Anschlussflansches / Durchmesser der Schrauben) sollte möglichst groß gewählt werden.
- Die Schrauben sollten Qualität 12.9 haben, es sei denn, die Schraubenberechnung lässt andere Qualitäten zu.
- Wenn nichts anderes angegeben ist, gelten die in den Produktkapiteln angegebenen übertragbaren Drehmomente der Circular-Spline- und Flexspline-Verschraubungen für metrische Zylinderschrauben mit Regelgewinde nach ISO 4762, unbehandelt, geölt, mit $\mu_{ges}$ = 0,12 bei vollständig gereinigten, entfetteten und getrockneten Anlageflächen (Reibungskoeffizient $\mu_k$ = 0,15).
- Die Schrauben sollten mit geeigneten Werkzeugen wie beispielsweise Drehmomentschlüssel o. ä. angezogen werden (Anzugsfaktor 1,4).
- Unterlegscheiben, Keilsicherungsscheiben o. ä. sollten im Allgemeinen nicht eingesetzt werden. Sie können jedoch verwendet werden, wenn dies durch die Schraubenberechnung bestätigt ist.
- Zahnscheiben, Federringe o. ä. sollten nicht eingesetzt werden.
- Zur Reibungserhöhung können Friction Shims verwendet werden. Bitte ggf. Rücksprache mit der Harmonic Drive SE.
- Alle Schraubenverbindungen sollten gegen Lösen gesichert werden, beispielsweise mit Schraubensicherung.

## • Wave Generator

Der Wave Generator ist das Antriebselement der Harmonic Drive® Wellgetriebe. Bei Getrieben ohne integrierte Eingangslagerung wird der Wave Generator als separates Element in der Verpackung mitgeliefert. Die Verbindung mit der Eingangs- bzw. Motorwelle erfolgt je nach Baugröße und Design des Wave Generators mittels Gewindestift, Spannsatz, Passfeder oder axialer Verschraubung. Kundenspezifische Verbindungen wie beispielsweise Vielkeilprofile sind ebenfalls möglich.

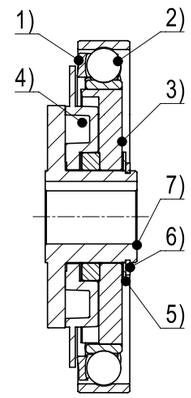
Der Wave Generator kann mit integrierter Oldham-Kupplung oder als sogenannter Solid Wave Generator, ohne integrierte Oldham-Kupplung, geliefert werden. Sofern verfügbar, ist in den Variablenzeichnungen des Katalogs die Wave-Generator-Variante mit Oldham-Kupplung dargestellt. Grundsätzlich können alle Produkte jedoch auch mit Solid Wave Generator ausgeführt werden, siehe Kapitel „Modifikationen des Wave Generators“. Die Ausführung mit Solid Wave Generator kann insbesondere bei höheren Stückzahlen einen Kostenvorteil mit sich bringen. Bitte Rücksprache mit der Harmonic Drive SE.

### Wave Generator mit Oldham-Kupplung

Die Oldham-Kupplung dient dem Ausgleich von eingangsseitigen Koaxialitäts- und Winkelfehlern. Deshalb sind beim Einsatz eines Wave Generators mit Oldham-Kupplung die Anforderungen an die Genauigkeit der kundenseitigen Getriebeanbauteile etwas geringer als beim Einsatz von Solid Wave Generatoren, siehe das jeweilige Produktkapitel „Montagetoleranzen“.

### Wave Generator mit Oldham-Kupplung

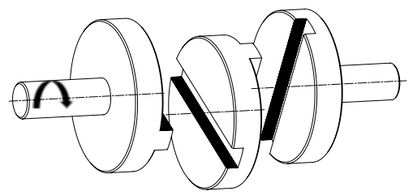
Abbildung 3.20




1) Lagerkäfig
2) Wave-Generator-Lager
3) Wave-Generator-Plug
4) Insert
5) Distanzscheibe
6) Sicherungsring
7) Wave-Generator-Hub

### Funktionsprinzip der Oldham-Kupplung

Abbildung 3.21



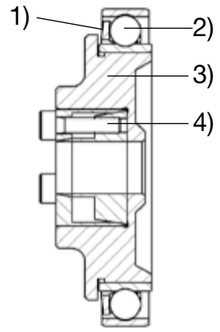
### Solid Wave Generator

Der Solid Wave Generator wird ohne Ausgleichselement direkt mit der Eingangswelle verbunden. Bei Einsatz eines Solid Wave Generators sind die Anforderungen an die Genauigkeit der kundenseitigen Getriebeanbauteile etwas höher als beim Einsatz eines Wave Generators mit Oldham-Kupplung, siehe das jeweilige Produktkapitel „Montagetoleranzen“.
Der Einsatz eines Solid Wave Generators kann in folgenden Situationen sinnvoll sein:

- „Großer“ Eingangswellendurchmesser
- Höhere Stückzahlen (Kostenreduktion durch Einsparung der Oldham-Kupplung)
- Notwendigkeit von eingangsseitig völlig spielfreien Antriebslösungen, z. B. beim Einsatz von Schrittmotoren

Abbildung 3.22

**Solid Wave Generator**




1) Lagerkäfig (Retainer)
2) Wave-Generator-Lager
3) Wave-Generator-Plug
4) Spannsatz (gehört wahlweise zum Lieferumfang), alternativ auch z. B. Passfederverbindung

## Modifikationen des Wave Generators

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die im Katalog dargestellten Wave-Generator-Ausführungen der Harmonic Drive® Wellgetriebe mit optional kundenspezifischem Wave-Generator-Design. Alle im Katalog „mit Oldham-Kupplung“ dargestellten Produkte können jeweils auch mit kundenspezifischem Solid Wave Generator geliefert werden.

Weitere Ausführungsmöglichkeiten des Wave Generators finden Sie im Kapitel „Individuallösungen“.

## Bohrungsdurchmesser

Die folgende Abbildung 3.23 und Tabelle 3.26 zeigen die Bohrungsdurchmesser der Wave Generatoren.

Mögliche Formen: Rund, mit Passfedernut, Vielkeilnabe

Abbildung 3.23

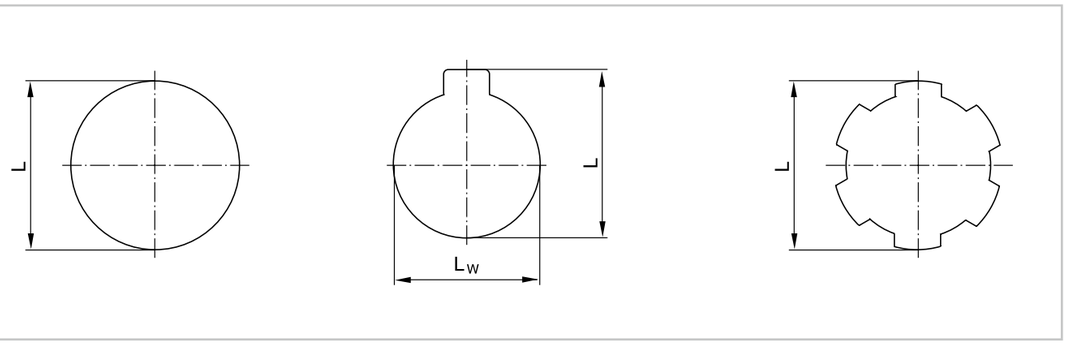



Tabelle 3.26

**[mm]**

| | | Baugröße | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 3 | 5 | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| Wave Generator mit Oldham-Kupplung | L max. | - | - | - | - | 8 | 10 | 13 | 15 | 15 | 20 | 20 | 20 | 25 | 30 | 35 | 37 |
| | $L, L_W$ [1] Katalogausführung | - | - | 3 | 5 | 6 | 8 | 9 | 11 | 14 | 14 | 19 | 19 | 22 | 24 | 28 | 28 |
| Solid Wave Generator | L max. | 2,5 | 6 | 10 | 12 | 17 | 20 | 23 | 28 | 36 | 42 | 47 | 52 | 60 | 67 | 72 | 84 |
| | $L_W$ [1] max. | - | - | 8 | 10 | 12 | 13 | 17 | 22 | 28 | 34 | 39 | 44 | 50 | 56 | 61 | 73 |

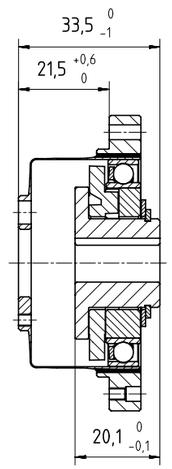
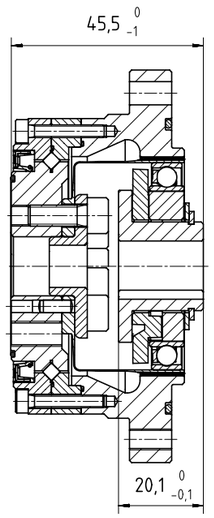
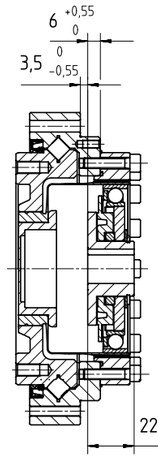
[1] Passfeder DIN 6885 T1

## Axiale Position des Wave Generators

Der Wave Generator muss in einer definierten axialen Position relativ zum Flexspline montiert werden. Diese Position kann beispielsweise durch einen Wellenabsatz auf der Getriebe-Eingangswelle definiert werden. Bei einem auf der Motorwelle fest vorgegebenem Wellenabsatz wird das vorgeschriebene Einstellmaß des Wave Generators durch die Anpassung der Dicke des Adapterflansches und/oder der Länge des Wave Generators (kundenspezifischer Wave Generator) sichergestellt. Bei einer Positionierung des Wave Generators auf eine Wellenschulter ist zu beachten, dass diese unter Berücksichtigung von Fasen eine ausreichende Höhe zur sicheren axialen Positionierung des Wave Generators hat. Da aufgrund von Toleranzketten die axiale Position der Wellenschulter der Eingangswelle (Motorwelle) variieren kann, sollte nach der Montage die axiale Position des Wave Generators geprüft und gegebenenfalls mittels Passscheiben korrigiert werden. Wenn der Wave Generator z. B. mittels eines Spannsatzes und ohne axialen Anschlag bzw. ohne Wellenabsatz auf der Eingangswelle (Motorwelle) montiert wird, sollte das Einstellmaß am fertig montierten Wave Generator sorgfältig kontrolliert werden. Die Toleranz des Einstellmaßes zeigt immer in Richtung Flexspline-Flansch, siehe die folgenden Beispiele für die Bemaßung. Wir empfehlen, die axiale Position des Wave Generators auf Mittenmaß einzustellen.

Tabelle 3.27

**[mm]**

| Getriebe-Einbausatz | Getriebe mit Abtriebslager | Getriebe mit Abtriebslager Spezialfall CPU-M |
|---|---|---|
|  |  |  |



**Beispiel: Getriebe-Einbausatz**

Im gezeigten Beispiel beträgt der vorgeschriebene Abstand zwischen den Stirnflächen von Flexspline-Flansch und Wave Generator 33,5 0/-1 mm (Mittenmaß = 33 ±0,5 mm). Zusätzlich ist der Abstand zwischen den Stirnflächen des Flexspline-Flansches und des Circular Splines zu beachten, im Beispiel 21,5 +0,6/0 mm (Mittenmaß = 21,8 ±0,3 mm). Die Länge des Wave Generators beträgt 20,1 0/-0,1 mm.

**Beispiel: Getriebe mit Abtriebslager**

Im gezeigten Beispiel beträgt der vorgeschriebene Abstand zwischen den Stirnflächen von Abtriebsflansch und Wave Generator 45,5 0/-1 mm (Mittenmaß = 45 ±0,5 mm). Die Länge des Wave Generators beträgt 20,1 0/-0,1 mm. Bei einigen Getrieben mit Abtriebslager wird das Einstellmaß des Wave Generators zusätzlich auch relativ zur Stirnfläche des Circular Splines angegeben.

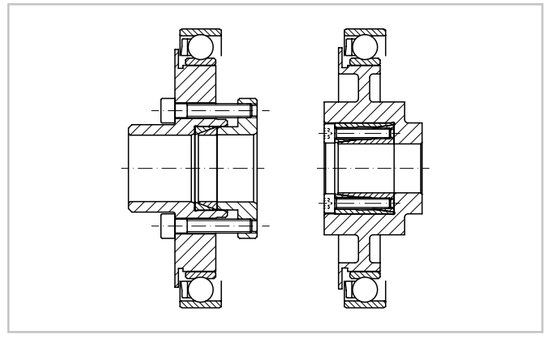
**Beispiel: Getriebe mit Abtriebslager, Spezialfall Baureihe CPU-M**

Bei dieser Baureihe berücksichtigen die Maße L und M das Einstellmaß des Wave Generators, siehe die entsprechende Variablenzeichnung im Produktkapitel. Wie in den oben dargestellten Beispielen zeigt auch hier die Richtung des Toleranzbetrags jeweils in Richtung Flexspline-Flansch. Im gezeigten Beispiel beträgt der vorgeschriebene Abstand zwischen den Stirnflächen von Gehäuseflansch und Wave Generator 3,5 0/-0,55 mm (Mittenmaß = 3,225 ±0,275 mm) bzw. 6 +0,55/0 mm (Mittenmaß =6,275±0,275 mm), je nach gewähltem Adapterflansch-Typ bzw. Referenzfläche am Gehäuse. Die Länge des Wave Generators beträgt 22 0/-0,1 mm.

## • Montage

Bei Verwendung eines Spannsatzes als Wave-Generator-Befestigungselement sollten die Schrauben des Spannsatzes in ca. fünf Stufen kreuzweise bis zu dem auf der Harmonic Drive® Bestätigungszeichnung angegebenen Drehmoment angezogen werden. Abbildung 3.24 zeigt zwei mögliche Spannsatz-Ausführungsformen.

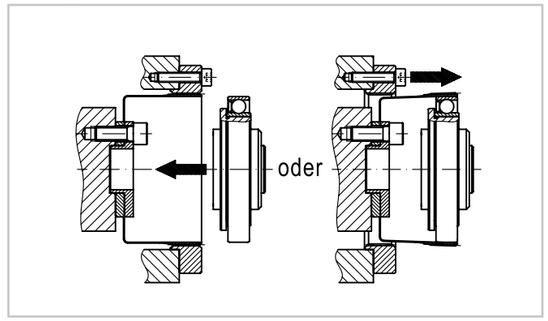
Abbildung 3.24



### Montage des Getriebe-Einbausatzes

Wir empfehlen, die Montage des Getriebe-Einbausatzes vorzugsweise gemäß dem in der der Abbildung 3.25 dargestellten Schema auszuführen. Die rechte Abbildung zeigt eine alternative Methode. Weitere Hinweise siehe auch Kapitel „Konstruktive Integration“

Abbildung 3.25



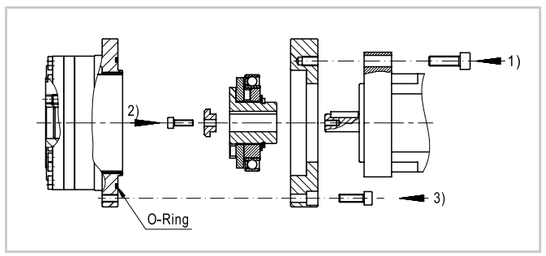

### Motoranbau

Falls der Zentrierdurchmesser des Motors kleiner ist, als der in Tabelle 3.28 eingetragene Durchmesser der Wave Generator-Hauptachse, muss die Montage gemäß Abbildung 3.26 durchgeführt werden. Andernfalls kann die Montage auch gemäß Abbildung 3.27 ausgeführt werden.

Tabelle 3.28 **[mm]**

| | Baugröße | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 | 25 | 32 | 40 | 45 | 50 | 58 | 65 | 80 | 90 |
| Ca. Ø Wave-Generator-Hauptachse | 14 | 21 | 28 | 36 | 43 | 50 | 63 | 82 | 100 | 114 | 125 | 146 | 164 | 202 | 227 |

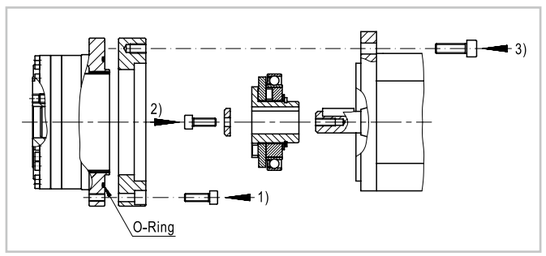
Abbildung 3.26




Montageschritte gemäß Abbildung 3.26:

1) Montage des Adapterflansches an den Motor.
2) Montage des Wave Generators auf die Motorwelle.
3) Montage des Adapterflansches inklusive Motor an die Getriebe mit Abtriebslager.

Abbildung 3.27




Montageschritte gemäß Abbildung 3.27:

1) Montage des Adapterflansches an die Getriebe mit Abtriebslager.
2) Montage des Wave Generators auf die Motorwelle.
3) Montage des Motors an den Adapterflansch.



## • Schmierung

### Einfluss des Schmierstoffs auf die Leistungsdaten

Harmonic Drive® Produkte erzielen mit den im Katalog genannten Schmierstoffen im Standard-Umgebungstemperaturbereich (0 °C bis 40 °C) die spezifizierten Leistungsdaten und Eigenschaften. Eine Gewährleistung für die im Katalog genannten Daten kann von der Harmonic Drive SE nur dann übernommen werden, wenn die für das jeweilige Produkt freigegebenen Harmonic Drive® Schmierfette oder die genannten Mineralöle verwendet werden. Andere als die von der Harmonic Drive SE empfohlenen Schmierstoffe und Schmierstoffmengen sollten bei Bedarf mittels Prototypentests qualifiziert werden.
Beim Einsatz von Schmierstoffen, die nicht im Katalog empfohlen oder für die Anwendung schriftlich freigegeben sind, geht der Gewährleistungsanspruch verloren.

### Fettschmierung

Je nach Produkt, Baugröße und Temperaturbereich der Anwendung sollte das passende Harmonic Drive® Schmierfett gewählt werden. Der zugeordnete Standard-Schmierstoff ist im jeweiligen Produktkapitel angegeben.

**Harmonic Drive® Fett SK-1A**
Dieses Fett zeichnet sich durch eine hohe Verschleißfestigkeit und Wirkungsgrad in Kombination mit einem exzellenten Dichtigkeitsverhalten aus und ist ein Standard-Schmierfett für viele Harmonic Drive® Getriebebaureihen.

**Harmonic Drive® Fett SK-2**
Dieses Fett wurde als Standard-Schmierfett speziell für die kleineren Getriebebaugrößen entwickelt.

**Harmonic Drive® Fett Flexolub®-A1**
Dieses Fett zeichnet sich durch eine hervorragende Verschleißfestigkeit und Wirkungsgrad aus und ist gut geeignet für den Betrieb bei tieferen Betriebstemperaturen. Es ist der Standard-Schmierstoff für die CPU-Baureihe.

**Harmonic Drive® Fett 4B No.2**
Dieses Fett zeichnet sich durch eine hohe Lasttragfähigkeit und einen guten Wirkungsgrad aus und kann innerhalb eines weiten Betriebstemperaturbereiches eingesetzt werden. Es ist ein Spezialschmierstoff, der bei hohen Lebensdaueranforderungen bei den leistungsgesteigerten Getrieben CSG und SHG eingesetzt wird.

**Achtung!**
Die Harmonic Drive® Fette Flexolub®-A1 und 4B No.2 werden im Betrieb relativ dünnflüssig. Beim Einsatz dieser Fette muss die Konstruktion daher öldicht ausgeführt werden. Wegen der besonderen Eigenschaften dieser Fette kann ein geringer Grundölaustritt an den Radialwellendichtungen nicht vollständig ausgeschlossen werden.

Tabelle 3.29

| Eigenschaft | SK-1A | SK-2 | Flexolub®-A1 | 4B No.2 |
|---|---|---|---|---|
| Betriebstemperaturbereich | 0 °C ... +40 °C | 0 °C ... +40 °C | -40 °C ... +70 °C | -10 °C ... +70 °C |
| Grundöl | Mineralöl | Mineralöl | PAO/ Esteröl | Synthetisches Öl |
| Verdicker | Lithium-Seife | Lithium-Seife | Lithium-Seife | Polyharnstoff |
| Konsistenzklasse (NLGI) | 2 | 2 | 1 | 1,5 |
| Grundöl-Viskosität (40 °C; 100 °C) | 37 ; 5,9 $mm^2/s$ | 37 ; 5,9 $mm^2/s$ | 25 ; 5,2 $mm^2/s$ | 50 ; 12 $mm^2/s$ |
| Tropfpunkt | 197 °C | 198 °C | 180 °C | 247 °C |
| Farbe | gelb | grün | beige | hellgelb |
| Max. Lagerzeit im luftdicht abgeschlossenen Behälter | 5 Jahre | | | |
| Lebensdauer | o | o | ● | ● |
| Verschleißfestigkeit | o | o | ● | ● |
| Tieftemperaturverhalten | △ | △ | ● | o |
| Hochtemperaturverhalten | △ | △ | o | ● |
| Leckage-Sicherheit | ● | ● | △ | o |

● hervorragend o gut △ sollte je nach Anwendungsfall geprüft werden

Sicherheitsdatenblätter und technische Datenblätter sind auf unserer Webseite im Bereich Downloads verfügbar.

## Hinweise für die Anwendung von Harmonic Drive® Fetten

Die Harmonic Drive® Fette sind ideal für die Schmierung von Harmonic Drive® Produkten geeignet.
Die folgenden Maßnahmen können die Lebensdauer des Schmiermittels verbessern:

1. Beim Schmieren
   Die Konsistenz der Harmonic Drive® Fette ist während der Lagerung fester als im Betrieb. Beachten Sie jedoch, dass die Konsistenz durch die Lagerzeit variieren kann. Vor dem Schmieren sollten Sie das Fett umrühren, um die Konsistenz weicher zu machen.

2. Einlaufprozess
   Der Einlaufprozess vor dem Vollauslasten des Getriebes lässt das Fett weicher werden und fördert eine ideale Verteilung des Fettes im Getriebe und den zu schmierenden Kontaktflächen. Gerade für das Harmonic Drive® Fett 4B No.2 ist der Einlaufprozess wichtig.

Daher wird der folgende Einlaufprozess empfohlen:
- Betreiben Sie das Getriebe für eine Zeitspanne von etwa 20 Minuten oder länger lastfrei oder mit sehr geringer Belastung. Wählen Sie einen möglichst großen Ausgangsdrehwinkel.
- Wählen Sie hierfür eine Eingangsdrehzahl von idealerweise etwa 1000 $min^{-1}$ (maximal jedoch nicht höher als 3000 $min^{-1}$).
- Halten Sie die interne Betriebstemperatur unter 80 °C. Achten Sie darauf, einen steilen Anstieg der Temperatur während des Einlaufprozesses zu vermeiden. Ein Anflanschen des Getriebes an die Umgebungskonstruktion begünstigt die Ableitung entstehender Wärme und vermeidet ein zu starkes Erhitzen des Schmierstoffs.

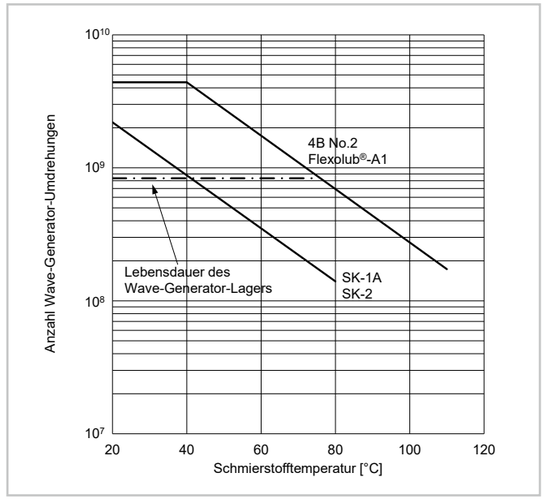
Kontaktieren Sie uns gerne, wenn Sie Fragen zum Umgang mit den Harmonic Drive® Fetten.

## Fettwechsel

Bei einem Betrieb der Wellgetriebe unter regulären Betriebsbedingungen (durchschnittliche Umgebungstemperaturen ≤ 40 °C, durchschnittliche Anwendungslasten ≤ Nenndrehmoment bzw. Nenndrehzahl) ist die Initialschmierung (je nach Produkt werkseitig oder kundenseitig aufgebracht) ausreichend für eine Lebensdauerschmierung des Getriebes. Bei langfristig hohen Schmierstofftemperaturen, einer hohen Belastung des Getriebes oder langer Betriebszeit kann jedoch ein Fettwechsel notwendig werden. Die Fettwechselintervalle lassen sich gemäß Abbildung 3.28 sowie nachfolgenden Gleichungen bestimmen.

Üblicherweise ist ein Nachfüllen des Fettes in das Getriebe ohne Reinigung des Getriebes ausreichend. Neues Fett sollte in den Flexspline und das Wave-Generator-Kugellager gefüllt werden. Im Fall eines vollständigen Fettwechsels sollte das Getriebe ausgebaut, gereinigt und anschließend neu befettet werden.

Abbildung 3.28




## Schmierstofflebensdauer in Wave-Generator-Umdrehungen

Gleichung 3.35

$$L_{GT} = L_{GTn} \cdot \left(\frac{T_N}{T_{av}}\right)^3$$

## Schmierstofflebensdauer in Stunden

Gleichung 3.36

$$L_{GT,h}[h] = \frac{L_{GT}}{n_{av}[min^{-1}]} \cdot \frac{1}{60}$$

Tabelle 3.30

| Symbol | [Einheit] | Bedeutung | Hinweis |
|---|---|---|---|
| $L_{GT}$ | [h] | Anzahl Wave-Generator-Umdrehungen bis zum Fettwechsel bei Drehmoment der Anwendung | - |
| $L_{GTn}$ | [-] | Anzahl Wave-Generator-Umdrehungen bis zum Fettwechsel bei Nenndrehmoment | Siehe Diagramm |
| $L_{GT,h}$ [h] | [h] | Betriebszeit bis Fettwechsel in Stunden | - |
| $T_N$ | [Nm] | Nenndrehmoment des Getriebes | Siehe Produktdaten |
| $T_{av}$ | [Nm] | Durchschnittsdrehmoment der Anwendung | Aus Anwendung |
| $n_{av}$ | [$min^{-1}$] | Durchschnittliche Eingangsdrehzahl der Anwendung | Aus Anwendung |

## Beispiel

Tabelle 3.31

| Getriebe | Symbol | [Einheit] | CSG-17-80-2UH |
|---|---|---|---|
| Schmierstoff | - | | SK-2 |
| Nenndrehmoment | $T_N$ | [Nm] | 29 |
| Durchschnittsdrehmoment der Anwendung | $T_{av}$ | [Nm] | 35 |
| Durchschnittliche Eingangsdrehzahl der Anwendung | $n_{av}$ | [$min^{-1}$] | 300 |
| Schmierstofftemperatur | Θ | [°C] | 40 |

Aus Diagramm:
Anzahl Wave-Generator-Umdrehungen bis Fettwechsel bei Nenndrehmoment:

Gleichung 3.37

$$L_{GTn} = 8{,}5 \cdot 10^8$$

Anzahl Wave-Generator-Umdrehungen bis zum Fettwechsel bei Drehmoment der Anwendung:

Gleichung 3.38

$$L_{GT} = 8{,}5 \cdot 10^8 \cdot \left(\frac{29\ \text{Nm}}{35\ \text{Nm}}\right)^3 = 4{,}83 \cdot 10^8$$

Betriebszeit bis Fettwechsel in Stunden

Gleichung 3.39

$$L_{GH,h} = \frac{4{,}83 \cdot 10^8}{300} \cdot \frac{1}{1/\text{min}\,60/\text{h}} = 26862\ \text{h}$$

## Schmierstoffe für besondere Betriebsbedingungen

Die folgende Tabelle 3.32 enthält Beispiele für Schmierstoffe bei besonderen Betriebsbedingungen. Im Einzelfall sind je nach Anwendung auch andere Schmierstoffe empfehlenswert.
Bei Verwendung der Harmonic Drive® Schmierstoffe im erweiterten Betriebstemperaturbereich kommt es zu einer Reduktion der zulässigen Leistungsdaten der Getriebe.
Bei Verwendung von Fremdschmierstoffen können die Leistungsdaten der Getriebe nicht garantiert werden. Wir empfehlen die anwendungsspezifische Freigabe von Fremdschmierstoffen anhand eigener Tests.

Tabelle 3.32

| Anwendung | Typ | Hersteller, Bezeichnung | erweiterter Betriebstemperaturbereich [1] |
|---|---|---|---|
| Breitband-Temperaturbereich | Fett | Harmonic Drive SE, Flexolub®-A1 | -40 °C … 120 °C [2, 3, 5] |
| Tieftemperatur | Fett | Harmonic Drive SE, Flexolub®-M0 | -50 °C … 40 °C [2, 5] |
| Hochtemperatur | Fett | Exxonmobil, Mobilgrease 28 | -5 °C … 160 °C [2] |
| | Öl | Exxonmobil, Mobil SHC 626 | -5 °C … 140 °C [2] |
| Lebensmittel-/ Pharmaindustrie | Fett | Bechem, Berulub FG-H 2 SL | -40 °C … 120 °C [2, 4] |

[1] Betriebstemperatur = Schmierstofftemperatur
[2] Anwendungstests empfohlen
[3] Einsetzbarkeit geprüft für Harmonic Drive® Getriebe mit HFUC-Technologie in Baugröße 14 … 58
[4] NSF-H1-Zertifizierung. Für Lebensmittel-Kompatibilität müssen neben dem Getriebe auch Abtriebs- und Stützlager mit diesem Schmierstoff ausgeführt bzw. umgefettet werden.
[5] Wenn die Schmierstofftemperatur 70 °C überschreitet, können sich die zulässigen Leistungsdaten der Getriebe reduzieren, bitte Rücksprache mit der Harmonic Drive SE.

## Ölschmierung

Für die meisten Anwendungen mit Harmonic Drive® Getrieben wird eine Fettschmierung empfohlen. In bestimmten Anwendungen, beispielsweise bei hohen Eingangsdrehzahlen oder vorwiegendem Betrieb in nur einer Drehrichtung, kann eine Ölschmierung sinnvoll sein. Für Hinweise zur Konstruktion siehe auch Kapitel „Konstruktive Integration“, bzw. zu Ölbohrungen im Flexspline im jeweiligen Produktkapitel. Harmonic Drive® Getriebe mit Ölschmierung sind kundenspezifische Sonderanfertigungen.
Für reguläre Temperaturbedingungen empfehlen wir im Allgemeinen Industriegetriebeöle (EP - Extreme Pressure) mit der Klasse ISO VG 68. Die folgenden Typen werden als Getriebeöl empfohlen.

Tabelle 3.33

| Hersteller | Allgemein | Klüber | Mobil | Castrol | Shell |
|---|---|---|---|---|---|
| Bezeichnung | Industriegetriebe-Öl (EP extreme pressure) ISO VG 68 | Syntheso D 68 EP | Mobilgear 600 XP 68 | Optigear BM 68 | Omala S2 G 68 |

## Ölwechselintervalle

Tabelle 3.34

| | |
|---|---|
| Erster Wechsel | Nach 100 Betriebsstunden |
| Nachfolgende Wechsel | Alle 1000 Betriebsstunden |

Beim Einsatz einer magnetischen Ölablassschraube kann der erste Ölwechsel entfallen, bitte Rücksprache mit der Harmonic Drive SE.

# Montagehinweise

## • Vorbereitung der Montage

Die Getriebemontage muss mit großer Sorgfalt und in sauberer Umgebung erfolgen. Es ist darauf zu achten, dass während der Montage keinerlei Fremdkörper in das Getriebe gelangen.

**Allgemeine Hinweise**
Um einen ausreichenden Reibungskoeffizienten zwischen den Oberflächen herzustellen, müssen die zu verschraubenden Flächen vor der Montage gereinigt, entfettet und getrocknet werden. Wenn nichts anderes (mittels Schraubenberechnung) definiert ist, sollten die Schrauben ohne Unterlegscheiben montiert werden und der Festigkeitsklasse 12.9 genügen.

**Montage-Hilfsstoffe**
Wir empfehlen den Einsatz folgender Montage-Hilfsstoffe oder gleichwertiger Produkte. Bitte beachten Sie die Anwendungshinweise des Herstellers. Montage-Hilfsstoffe dürfen nicht in das Getriebe gelangen.

- Flächendichtmittel: Loctite 518, Loxeal 28-10. Empfohlen für alle Flanschflächen, falls keine O-Ring-Dichtung vorgesehen ist.
- Schraubensicherung: Loctite 243, Loxeal 55-03. Schwer lösbar und dichtend.
- Montagepaste: Klüber Q NB 50. Empfohlen für O-Ringe, die während der Montage aus ihrer Nut herausspringen können. Alle anderen O-Ringe sollten vor der Montage leicht mit dem im Getriebe befindlichen Fett eingestrichen werden.
- Klebstoff: Loctite 638. Einsetzbar für geklebte, schwer lösbare Wellen-Naben-Verbindungen zwischen Motorwelle und Wave Generator (Hub), wenn dies in der Bestätigungszeichnung angegeben ist.

## • Überprüfung der korrekten Montage

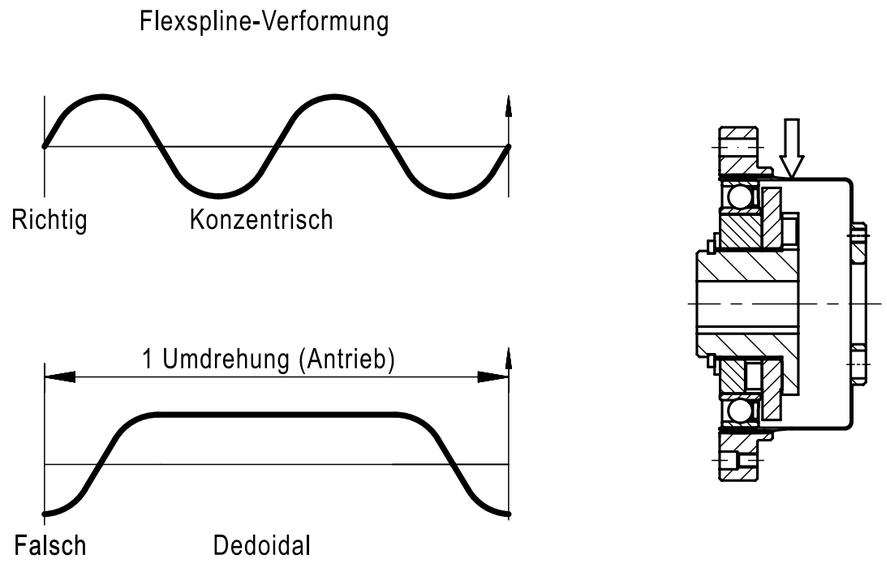
In sehr seltenen Fällen kann es vorkommen, dass das Getriebe mit unsymmetrischem Zahneingriff (Dedoidal) montiert wird, wie in Abbildung 3.29 gezeigt. Dedoidal kann auch entstehen, wenn die Getriebeverzahnung infolge Überlast einseitig überratscht.

Abbildung 3.29




Der korrekte Zusammenbau kann wie folgt überpüft werden:

Abbildung 3.30




- Durch Sichtprüfung, wobei insbesondere der symmetrische Zahneingriff überprüft wird.
- Falls der Zahneingriffsbereich bei der Montage nicht sichtbar ist, kann das Getriebe an der Eingangswelle per Hand durchgedreht werden. Ungleichmäßige Rotation weist auf eine Fehlmontage („Dedoidal“) hin.
- Eine ungewöhnlich hohe Motorstromaufnahme weist bei angekoppeltem Motor auf fehlerhaftes Zahneingriffsverhalten hin.
- Eine Messuhr kann durch eine Prüfbohrung im Gehäuse auf die Oberfläche des Flexsplines gesetzt werden. Nahezu sinusförmige Bewegungen der Flexspline-Oberfläche, wie in Abbildung 3.30 dargestellt, sind ein Zeichen für den korrekten Zusammenbau.

# Glossar

## Abstand R [m] oder [mm]
Distanz zwischen Abtriebslagermitte und Angriffspunkt der Last.

## Baugröße
Die Baugröße ist abgeleitet vom Teilkreisdurchmesser der Verzahnung in Zoll multipliziert mit 10.

## Buckling-Drehmoment
Wenn ein übermäßig hohes Drehmoment (etwa 16- bis 17-faches Nenndrehmoment) auf das Getriebe aufgebracht wird, während das Getriebe stillsteht, kann es zu einer plastischen Verformung, unter Umständen auch zu einem Abriss des Flexspline-Bodens kommen. Nach dem Auftreten von Buckling ist das Getriebe immer defekt und muss ausgetauscht werden. Die Werte des Buckling-Drehmomentes sind auf Anfrage bei der Harmonic Drive SE verfügbar.

## Durchschnittsdrehmoment $T_A$ [Nm]
Wird das Getriebe mit wechselnden Lasten beaufschlagt, so sollte das Durchschnittsdrehmoment berechnet werden. Dieser Wert sollte den angegebenen Grenzwert $T_A$ nicht überschreiten.

## Dynamische Axiallast $F_{A\ dyn\ (max)}$ [N]
Bei rotierendem Lager maximal zulässige Axiallast, wobei keine zusätzlichen Kippmomente oder Radialkräfte wirken dürfen.

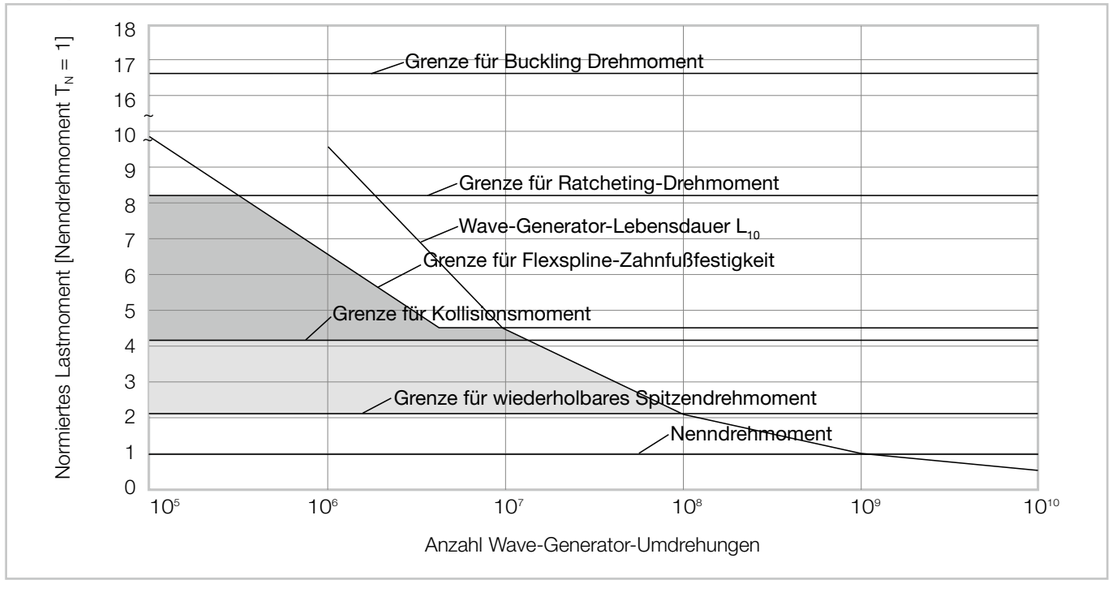
## Dynamisches Kippmoment $M_{dyn\ (max)}$ [Nm]
Bei rotierendem Lager maximal zulässiges Kippmoment, wobei keine Axial- oder Radialkräfte wirken dürfen. Der Wert basiert nicht auf der Lebensdauergleichung des Abtriebslagers, sondern auf der maximal zulässigen Verkippung des Harmonic Drive® Einbausatzes. Die angegebenen Daten dürfen auch dann nicht überschritten werden, wenn die Lebensdauerberechnung des Lagers höhere Werte zulässt.

## Dynamische Radiallast $F_{R\ dyn\ (max)}$ [N]
Bei rotierendem Lager maximal zulässige Radiallast, wobei keine zusätzlichen Kippmomente oder Axialkräfte wirken dürfen.

## Dynamische Tragzahl C [N]
Maß für die Last, die ein Abtriebslager aufnimmt, bevor es bei dynamischer Dauerbelastung einen bleibenden Schaden erleidet.

## Erläuterungen zu technischen Daten

Abbildung 3.31

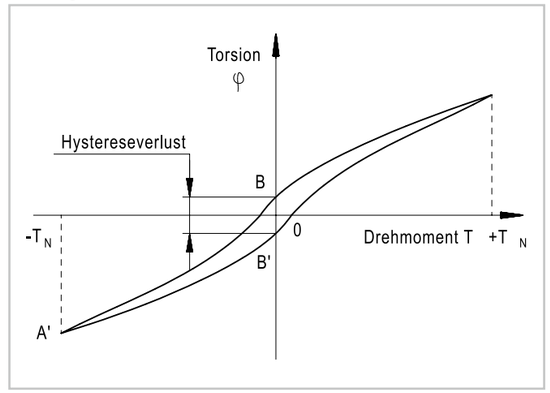



## Gewicht m [kg]
Das angegebene Gewicht ist das Nettogewicht ohne Verpackung und gilt nur für Standardausführungen.

## Hohlwellendurchmesser
Freier Innendurchmesser der axialen, durchgängigen Hohlwelle.

## Hystereseverlust
Harmonic Drive® Getriebe zeigen bei Beaufschlagung mit einem Drehmoment die in der Hysteresekurve dargestellte Charakteristik. Zur Ermittlung der Hysteresekurve wird bei blockierter Eingangswelle ein Drehmoment an der Abtriebswelle eingeleitet. Ausgehend vom 0-Punkt werden nacheinander die Punkte A-B-A'-B'-A angefahren (siehe Abbildung 3.32). Der Betrag B-B' wird als Hystereseverlust bezeichnet.

Abbildung 3.32




TN = Nenndrehmoment
φ = Abtriebsdrehwinkel

## Kippsteifigkeit $K_B$ [Nm/arcmin]
Beschreibt das Verhältnis zwischen anliegendem Kippmoment und dem Kippwinkel am Abtriebslager.

## Kollisionsdrehmoment $T_M$ [Nm]
Im Falle einer Not-Ausschaltung oder einer Kollision kann das Harmonic Drive® Getriebe mit einem kurzzeitigen Kollisionsdrehmoment beaufschlagt werden. Die Anzahl und die Höhe dieses Kollisionsdrehmomentes sollten möglichst gering sein. Unter keinen Umständen sollte das Kollisionsdrehmoment während des normalen Betriebszyklus erreicht werden. Die erlaubte Anzahl von Kollisionsdrehmoment-Ereignissen kann mit der im Auslegungsschema angegebenen Gleichung berechnet werden, siehe Kapitel „Getriebeauslegung“.

## Lastfreies Anlaufdrehmoment
Das lastfreie Anlaufdrehmoment ist das Antriebsdrehmoment, das maximal zum Anlaufen eines Harmonic Drive® Getriebes im lastfreien Zustand benötigt wird. Messbedingung: Abtrieb lastfrei, Umgebungstemperatur 20°C

## Lastfreies Laufdrehmoment
Das lastfreie Laufdrehmoment ist das Antriebsdrehmoment, das maximal benötigt wird, um ein drehendes Harmonic Drive® Getriebe in Bewegung beizubehalten.
Messbedingung: Abtrieb lastfrei, Umgebungstemperatur 20 °C

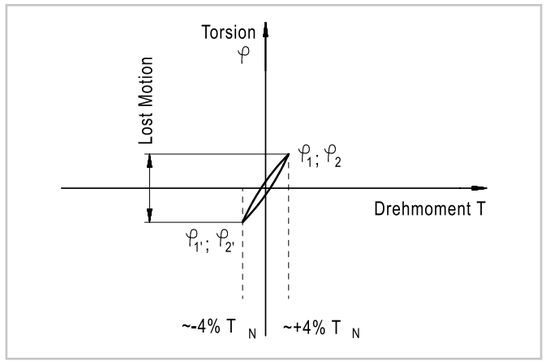
## Lastfreies Rückdrehmoment
Das Lastfreie Rückdrehmoment ist das Drehmoment, welches abtriebsseitig aufgebracht werden muss, um das Getriebe zurück zu treiben. Der Wert stellt den Maximalwert dar.
Messbedingung: Getriebeeingangsseite lastfrei, Umgebungstemperatur 20 °C.

## Lost Motion [arcmin]

Harmonic Drive® Getriebe weisen kein Spiel in der Verzahnung auf. Der Begriff Lost Motion wird verwendet, um die Torsionssteifigkeit im Bereich kleiner Drehmomente zu charakterisieren.

Die Abbildung 3.33 zeigt den Verdrehwinkel ϕ in Abhängigkeit des anliegenden Abtriebsdrehmomentes als Hysteresekurve bei fixiertem Wave Generator. Die Lost Motion Messung wird mit einem Abtriebsdrehmoment von ca. ±4 % des Nenndrehmomentes des Getriebes durchgeführt.

Abbildung 3.33




## Massenträgheitsmoment J [kgm²]

Das angegebene Massenträgheitsmoment des Getriebes bezieht sich auf den Getriebeeingang.

## Maximale Eingangsdrehzahl $n_{in\ (max)}$ [$min^{-1}$]

Maximal kurzzeitig zulässige Getriebeeingangsdrehzahl. Die maximale Eingangsdrehzahl kann kurzzeitig beliebig oft angefahren werden, solange die durchschnittliche Eingangsdrehzahl der Anwendung kleiner ist als die zulässige mittlere Eingangsdrehzahl des Getriebes.

## Grenze für Mittlere Eingangsdrehzahl $n_{in\ av}$ [$min^{-1}$]

Maximal zulässige durchschnittliche Getriebeeingangsdrehzahl. Die durchschnittliche Getriebeeingangsdrehzahl der Anwendung muss kleiner sein als die Grenze für mittlere Eingangsdrehzahl des Getriebes.

## Nenndrehmoment $T_N$ [Nm]

Das Nenndrehmoment ist ein Referenzdrehmoment für die Berechnung der Getriebelebensdauer. Bei Belastung mit dem Nenndrehmoment und der Nenndrehzahl erreicht das Kugellager des Wave Generators die nominelle Lebensdauer $L_n$ mit 10 % Ausfallwahrscheinlichkeit.

## Nenndrehzahl $n_N$ [$min^{-1}$]

Die Nenndrehzahl ist eine Referenzdrehzahl für die Berechnung der Getriebelebensdauer $L_{10h}$.

## Nominelle Lebensdauer $L_{10h}$ [h]

Lebensdauer des Wave-Generator-Kugellagers bei Nenndrehmoment und Nenndrehzahl für eine Ausfallwahrscheinlichkeit von 10 %.

## Ratcheting-Drehmoment

Wenn ein übermäßig hohes Drehmoment (etwa acht- bis neunfaches Nenndrehmoment) auf das Getriebe aufgebracht wird, während es in Bewegung ist, kann es zu einem Überratschen der Verzahnung zwischen Circular Spline und Flexspline kommen. Dieses Phänomen wird Ratcheting und der zugehörige Wert Ratcheting-Drehmoment genannt. Ratcheting kann unter Umständen einen unsymmetrischen Zahneingriff (Dedoidal) des Getriebes provozieren (siehe auch Kapitel Montagehinweise). Ein weiterer Betrieb in diesem Zustand führt zu einer starken Verkürzung der Lebensdauer sowie schlimmstenfalls zu einem Flexspline-Bruch. Die Werte des Ratcheting-Drehmomentes sind auf Anfrage bei der Harmonic Drive SE verfügbar.

## Statische Tragzahl $C_0$ [N]

Maß für die Last, die ein Abtriebslager aufnimmt, bevor es bei statischer Belastung bleibenden Schaden erleidet.

## Teilkreisdurchmesser $d_p$ [m]

Teilkreisdurchmesser der Wälzkörperlaufbahn des Abtriebslagers.

## Torsionssteifigkeit $K_1$, $K_2$, $K_3$ [Nm/rad]

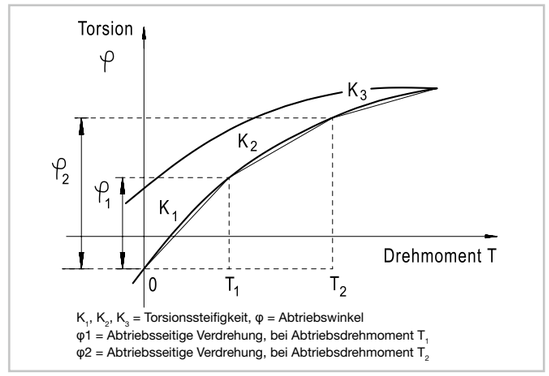
Das Maß der elastischen Verdrehung am Abtrieb bei einem bestimmten Drehmoment und blockiertem Wave Generator. Für die Ermittlung der Torsionssteifigkeit wird die Drehmoment-Torsions-Kurve in drei Bereiche aufgeteilt und die Torsionssteifigkeiten $K_1$, $K_2$ und $K_3$ durch Linearisierung ermittelt.



$K_1$: Bereich kleiner Drehmomente $0 \sim T_1$
$K_2$: Bereich mittlerer Drehmomente $T_1 \sim T_2$
$K_3$: Bereich höherer Drehmomente $> T_3$

Die angegebenen Werte für die Torsionssteifigkeiten $K_1$, $K_2$ und $K_3$ sind Durchschnittswerte, die während zahlreicher Tests ermittelt wurden. Die Grenzdrehmomente $T_1$ und $T_2$ sowie Hinweise zur Berechnung des Gesamtverdrehwinkels sind in den Kapiteln „Torsionssteifigkeit“ sowie „Ermittlung des Torsionswinkels“ zu finden.

Abbildung 3.34




$K_1$, $K_2$, $K_3$ = Torsionssteifigkeit, φ = Abtriebswinkel
φ1 = Abtriebsseitige Verdrehung, bei Abtriebsdrehmoment $T_1$
φ2 = Abtriebsseitige Verdrehung, bei Abtriebsdrehmoment $T_2$

## Umgebungstemperatur (Betrieb) [°C]

Gibt den für den bestimmungsgemäßen Betrieb zulässigen Temperaturbereich an.

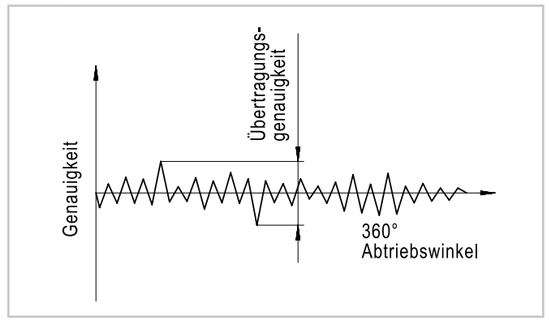
## Untersetzung i [ ]

Die Untersetzung ist das Verhältnis von Eingangsdrehzahl zu Abtriebsdrehzahl.
Hinweis für Harmonic Drive® Getriebe: Bei der Standardausführung ist der Wave Generator das Antriebselement, der Flexspline das Abtriebselement und der Circular Spline am Gehäuse fixiert. Da sich die Drehrichtung von Antrieb (Wave Generator) zu Abtrieb (Flexspline) umkehrt, ergibt sich eine negative Untersetzung.

## Übertragungsgenauigkeit [arcmin]

Die Übertragungsgenauigkeit eines Getriebes beschreibt den absoluten Positionsfehler am Abtrieb. Die Messung erfolgt während einer vollständigen Umdrehung des Abtriebselementes mit Hilfe eines hochauflösenden Messsystems. Eine Drehrichtungsumkehr erfolgt nicht. Die Übertragungsgenauigkeit ist definiert als die Summe der Beträge der maximalen positiven und negativen Differenz zwischen theoretischem und tatsächlichem Abtriebswinkel.

Abbildung 3.35



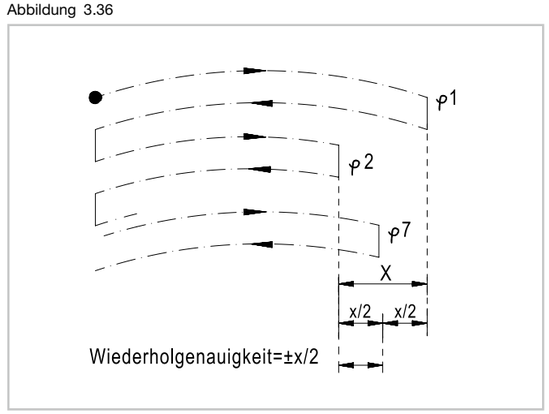

## Wiederholbares Spitzendrehmoment $T_R$ [Nm]

Gibt die maximal zulässigen Beschleunigungs- und Bremsdrehmomente an. Während des normalen Betriebszyklus sollte das wiederholbare Spitzendrehmoment $T_R$ nicht überschritten werden. Das wiederholbare Spitzendrehmoment kann kurzzeitig beliebig oft aufgebracht werden, solange das durchschnittliche Abtriebsdrehmoment der Anwendung unterhalb des zulässigen Durchschnittsdrehmomentes des Getriebes liegt.

## Wiederholgenauigkeit [arcmin]

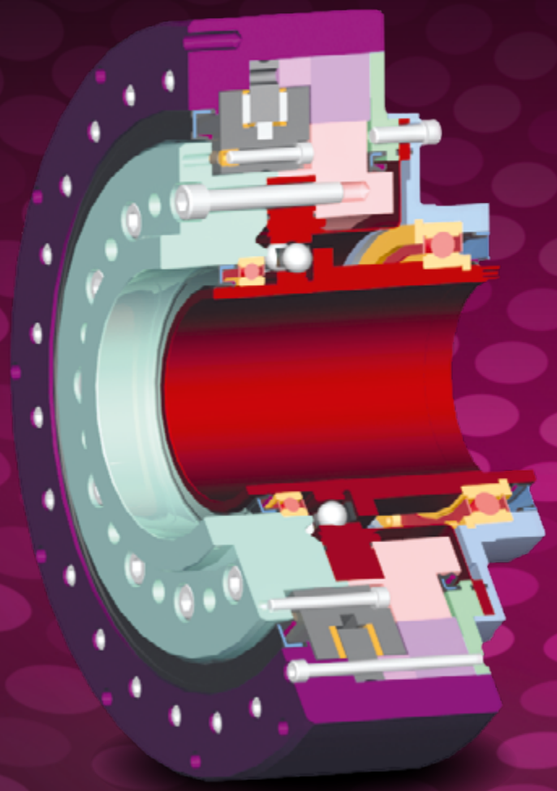
Die Wiederholgenauigkeit eines Getriebes beschreibt die Positionsabweichung, die beim wiederholten Anfahren eines Sollwertes aus jeweils der gleichen Drehrichtung auftritt. Die Wiederholgenauigkeit ist definiert als die Hälfte der maximalen Abweichung, versehen mit einem ± Zeichen.

Abbildung 3.36




## Wirkungsgrad [%]

Der Wirkungsgrad eines Getriebes ergibt sich aus dem Verhältnis der Nutzleistung zur zugeführten Leistung. Er setzt sich zusammen aus den einzelnen Wirkungsgraden für Lagerung, Dichtung und Verzahnung. Der Wirkungsgrad eines Harmonic Drive® Getriebes ist abhängig vom Schmierstofftyp, der Schmierstofftemperatur, der Eingangsdrehzahl und dem Abtriebsdrehmoment.



# Individuallösungen

Ihre Anwendung stellt Anforderungen an das Antriebssystem, die von unseren Standardprodukten noch nicht ideal gelöst werden? Gerne erarbeiten wir gemeinsam mit Ihnen Individuallösungen nach Ihren Wünschen und Anforderungen.

## Individuelle Kombinationen

Unsere Individuallösungen ermöglichen die Neukombination bewährter und zuverlässiger Komponenten. Somit können schnell und flexibel kundenspezifische Lösungen realisiert werden.

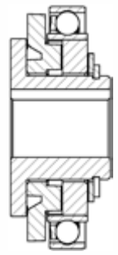
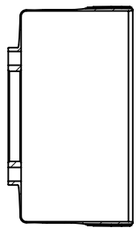
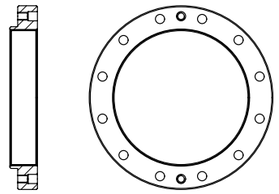
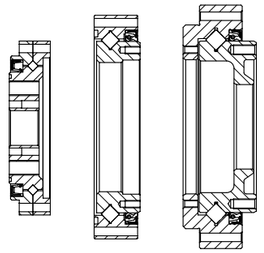
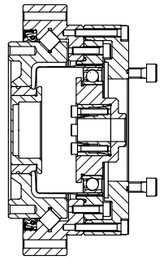
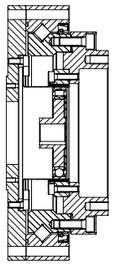
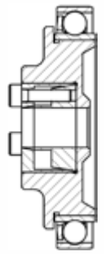
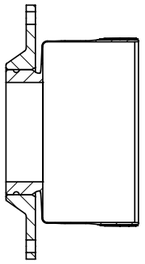
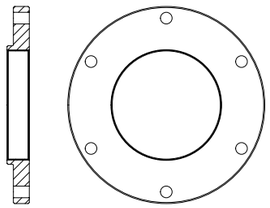
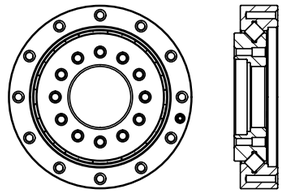
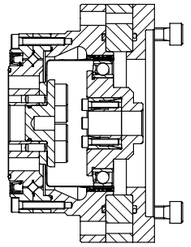
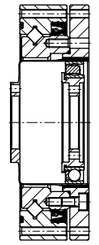
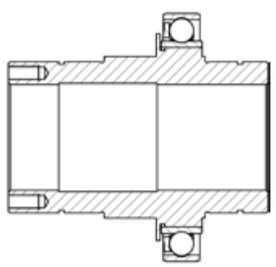
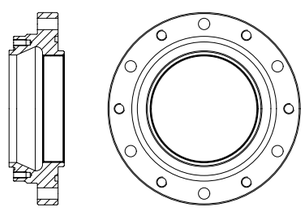
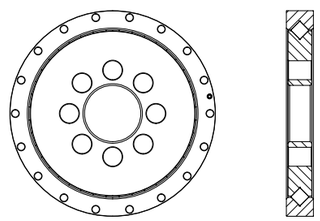
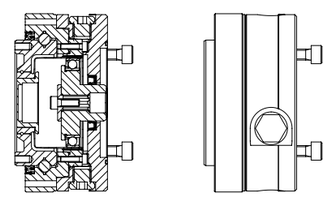
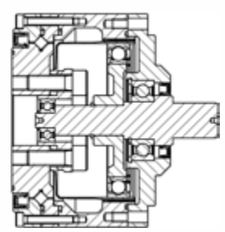
## Anpassungen der Schnittstellen

Um unsere Produkte an die konstruktive Umgebung Ihrer Anwendung anzupassen, müssen häufig die mechanischen Schnittstellen verändert werden. So können Komponenten wie Gehäuse, Motoradaption usw. kundenspezifisch ausgeführt werden. Die Schnittstellen der Kernkomponenten wie Circular Spline, Flexspline und Wave Generator können angepasst werden, sofern ihre Funktion nicht beeinflusst wird.

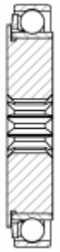
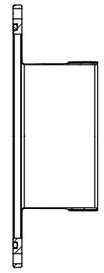
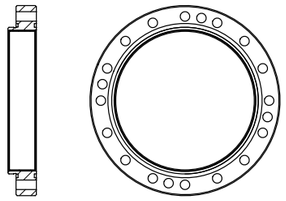
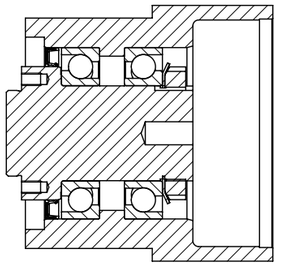
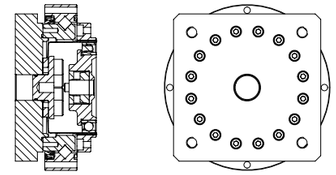
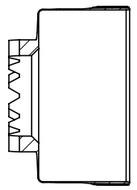
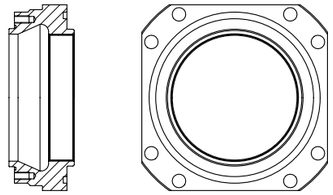
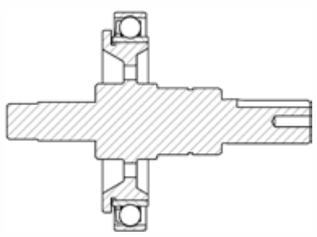
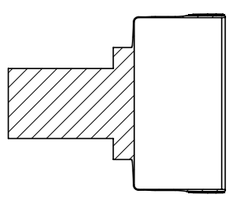
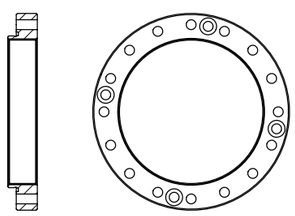
## Kurze Entwicklungszeiten

Da die Kernkomponenten in ihrer Funktion unverändert bleiben, kann auf die Basisqualifikation der Komponenten zurückgegriffen werden. Dies ermöglicht eine hohe Individualisierung bei kurzer Entwicklungszeit.

# Individuallösungen für Harmonic Drive® Getriebe-Einbausätze und Getriebe mit Abtriebslager

| Wave Generator | Flexspline | Circular Spline | Abtriebslager | Motoradaption | Kombinationsmöglichkeiten |
|---|---|---|---|---|---|
| **Oldham-Kupplung mit Passfeder** | **Flexspline mit vergrößerter zentraler Bohrung** | **Circular Spline mit geändertem Bohrbild** | **Auswahl unterschiedlicher Abtriebslagertypen** | **Ausführung des Getriebes mit Adapterflansch** | **Kombination von Getriebe-Einbausatz und Abtriebslager unterschiedlicher Baugröße** |
|  |  |  |  |  |  |
| Die Oldham-Kupplung dient zur Kompensation von Rundlauf- und Koaxialitätsfehlern der Motorwelle. Es sind unterschiedliche Bohrungsdurchmesser möglich. | Die große Flexspline-Bohrung bietet maximalen Platz für die Durchführung von Versorgungsleitungen und Eingangswellen. | Kundenspezifische Ausführung von Bohrungen und Gewinden möglich. | Unterschiedliche Abtriebslagertypen ermöglichen eine flexible Anpassung an die Belastungssituation der Anwendung. | Vereinfachte Motormontage durch werkseitige Ausführung des Getriebes mit Adapterflansch. | Bei hohen Anforderungen an die Belastbarkeit des Abtriebslagers und geringerem Drehmomentbedarf für das Getriebe. |
| **Solid Wave Generator mit Spannsatz** | **Flexspline mit geschweißtem Abtriebsflansch** | **Circular Spline mit geändertem Außendurchmesser** | **Sonder-Abtriebslager in Zwischengrößen** | **Motoranbindung mit zweiteiligem Adapterflansch** | **Kombination von Getriebe-Einbausatz und Abtriebslager unterschiedlicher Baureihen** |
|  |  |  |  |  |  |
| Der Solid Wave Generator mit Spannsatz ermöglicht eine spielfreie Verbindung des Wave Generators mit der Motorwelle. | Die geschweißte Flexspline-Verbindung ermöglicht neben der sicheren Übertragung von Überlasten eine individuelle Anbindung an die Kundenkonstruktion. | Kundenspezifische Ausführung des Circular Splines. | Sonder-Abtriebslager in Zwischengröße, z.B. zur Verringerung des Außendurchmessers. | Der zweiteilige Adapterflansch wird in manchen Motoranbindungen benötigt, wenn die Bohrungsteilkreise von Getriebe und Motor ähnlich sind. | Beispielsweise Kombination des Getriebe-Einbausatzes CSG-2A und des Abtriebslagers HFUS zur Erreichung einer kurzen Baulänge. |
| **Wave Generator mit Hohlwelle** | **Flexspline mit Friction Shim** | **Ausführung des Circular Splines als Getriebegehäuse** | **Sonder-Abtriebslager mit kundenspezifischer Schnittstelle** | **Getriebe mit Ölschmierung** | **Getriebe mit reduziertem Außendurchmesser** |
|  |  |  |  |  |  |
| Der Wave Generator mit Hohlwelle ermöglicht die zentrale Durchführung von Versorgungsleitungen und Eingangswellen. Die Hohlwelle kann individuell an die Anwendung angepasst werden. | Die Friction Shim erhöht das übertragbare Drehmoment der Flexspline-Verschraubung und sorgt somit für eine höhere Überlastsicherheit. | Einsparung eines separaten Getriebegehäuses durch Funktionsintegration. | Anpassung an die konstruktive Umgebung durch Lager mit kundenspezifischer Schnittstelle. | Öleinlass- und -ablassschraube für die Schmierung mit Öl, integriert in den Adapterflansch (Ölschauglas optional) | Durch geänderte Gehäusegeometrie wird ein reduzierter Außendurchmesser erreicht. |

# Individuallösungen für Harmonic Drive® Getriebe-Einbausätze und Getriebe mit Abtriebslager

| Wave Generator | Flexspline | Circular Spline | Abtriebslager | Motoradaption | Kombinationsmöglichkeiten |
|---|---|---|---|---|---|
| **Solid Wave Generator mit Innenverzahnung** | **Flexspline-Boden mit O-Ring-Nut** | **Circular Spline mit zusätzlicher O-Ring-Nut** | **Zweireihige Lager** | | **Getriebe mit kundenspezifischem Abtriebsflansch** |
|  Die Innenverzahnung ermöglicht eine formschlüssige Verbindung des Wave Generators mit der Eingangswelle. |  Platzsparende Integration einer Dichtung. |  Platzsparende Integration einer Dichtung. |  Durch Auswahl von zwei vorgespannten Wälzlagern kann eine Konstruktion mit kleinem Außendurchmesser erreicht werden. | |  Durch individuelle Ausführung des Abtriebsflansches kann ein zusätzlicher Flansch vermieden werden. |
| **Ringförmiger Wave Generator** | **Flexspline mit Axialverzahnung** | **Circular Spline als Vierkant-Ausführung** | **Abtriebslager mit Korrosionsschutz** | | |
|  Der ringförmige Wave Generator ermöglicht eine geringe Masse sowie ein reduziertes Massenträgheitsmoment der Eingangswelle, sowie die Ausführung einer großen Hohlbohrung. |  Die Axialverzahnung ermöglicht in Kombination mit einer Zentralmutter die formschlüssige Verbindung des Flexsplines mit dem Abtriebsflansch. |  Zur Vermeidung von Überschneidungen mit Störkonturen. |  Zur Erhöhung des Korrosionsschutzes kann das Abtriebslager beschichtet werden. | | |
| **Wave Generator in Eingangswellenausführung** | **Flexspline mit integrierter Abtriebswelle** | **Circular Spline mit Senkbohrungen** | | | |
|  Der Wave Generator in Eingangswellenausführung ermöglicht die direkte Anbindung einer Vorstufe, wie z.B. einer Riemenstufe. Die Welle kann individuell angepasst werden. |  Hohe Überlastfähigkeit, Kompaktheit und Gewichtseinsparung durch Flexspline mit integrierter Abtriebswelle. Die Abtriebswelle kann kundenspezifisch ausgeführt werden. |  Zur Vermeidung von Überschneidungen durch Integration der Schraubenköpfe. | | | |

# Ausgewählte Beispiele für kundenspezifische Sondergetriebe

Abbildung 4.1

**Leichtbaugetriebe basierend auf dem Getriebe-Einbausatz CPL-2A**

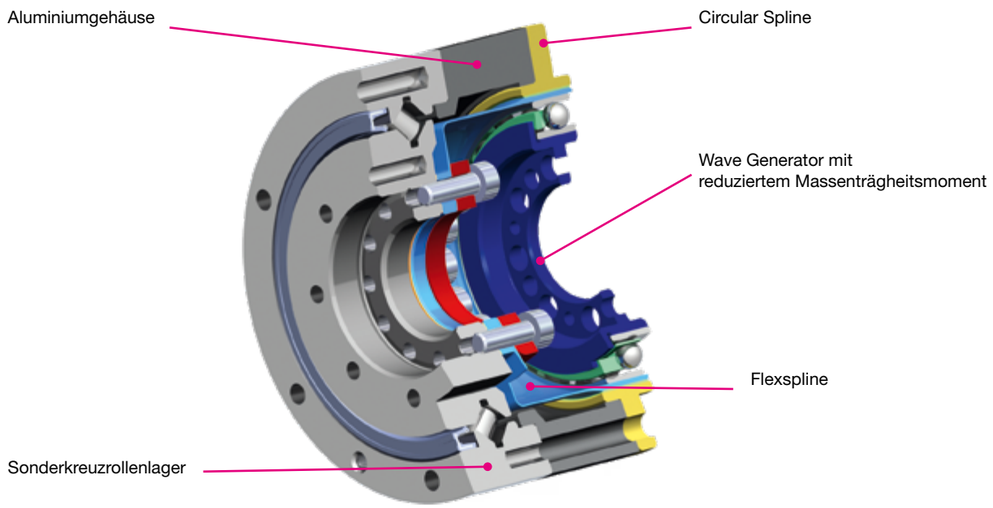



Abbildung 4.2

**Getriebe für Robotikachse mit Sonderhohlwelle zur Anbindung der Rotormagnete, des Encoders sowie der Bremse**

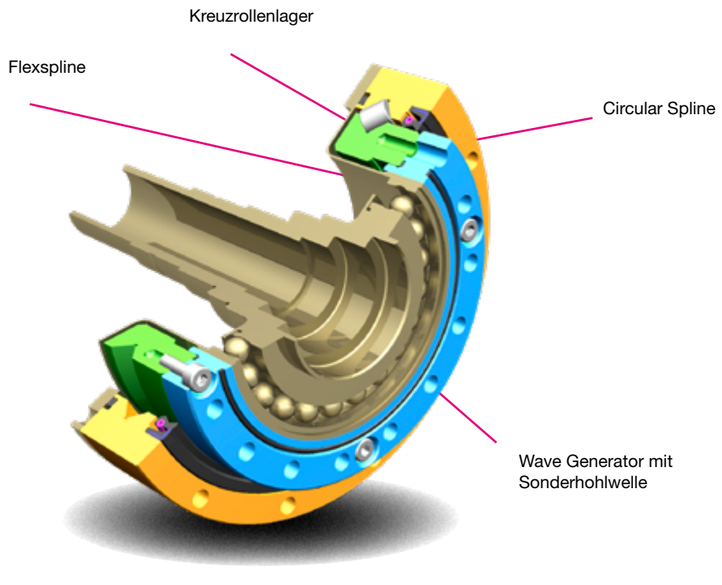



Abbildung 4.3

**Schwenkgelenk für Röntgenanlage basierend auf dem Hohlwellengetriebe SHG-2UH, einer Winkelgetriebe-Vorstufe sowie einer Zahnriemen-Vorstufe**

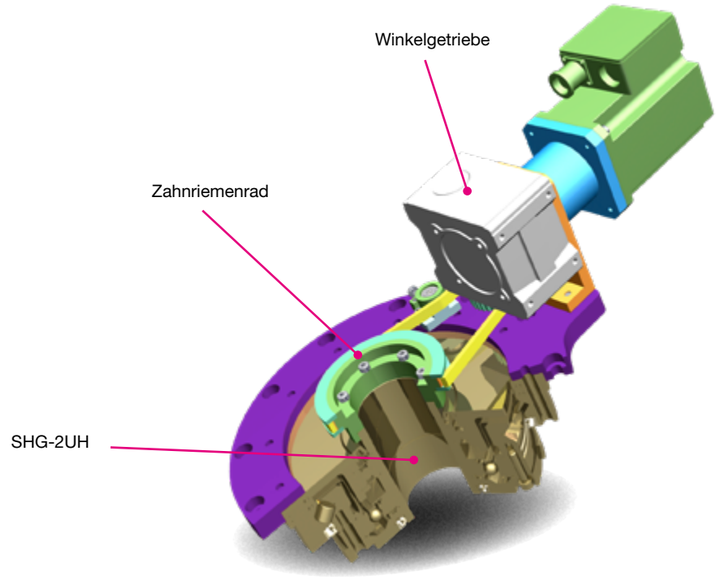
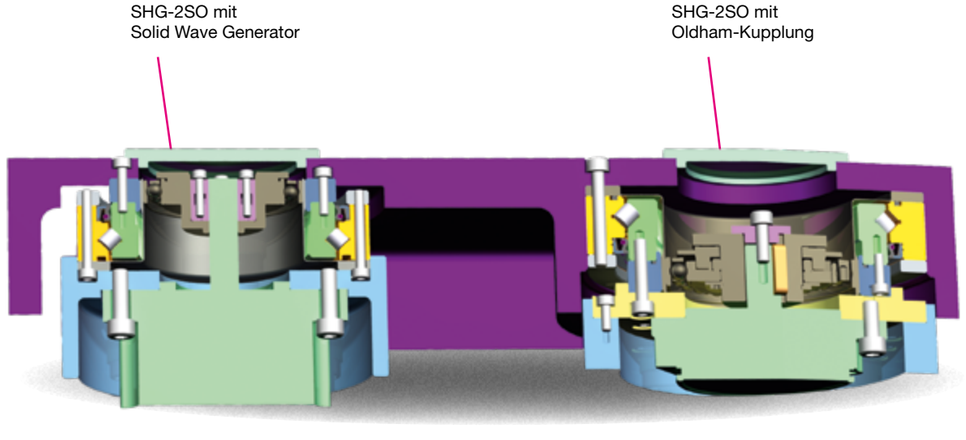



Abbildung 4.4

**Zwei Scara-Roboterachsen basierend auf SHG-2SO mit Motoranbau**



## Haftungsausschluss

Ab Erscheinungsdatum dieses Katalogs werden alle vorherigen Ausgaben ungültig. Dieser Katalog und die darin enthaltenen Beschreibungen sowie technischen Hinweise und Erläuterungen wurden von uns mit größter Sorgfalt zusammengestellt. Trotzdem können wir eine Haftung von Satz- und Druckfehlern, technischen Änderungen an den Produkten sowie für Folgeschäden im Zusammenhang mit unseren technischen Aussagen oder unserer Lieferfähigkeit während der Kataloglaufzeit nicht übernehmen. Abbildungen und Beschreibungen in diesem Katalog stellen in keinem Fall zugesicherte Eigenschaften dar.

Die in diesem Katalog wiedergegebenen Werte basieren auf Messungen, die bei zahlreichen Tests während der Entwicklung unserer Produkte durchgeführt wurden. Zur Sicherung der Qualität unserer Produkte erfolgen laufend weitere Tests. Bitte beachten Sie, dass diese Werte, wie bei allen Messungen, von Produkt zu Produkt variieren können. Wenn diese Werte für eine spezifische Anwendung verwendet werden, sollte auch die Messgenauigkeit dieser Ergebnisse berücksichtigt werden. Soweit nicht anders angegeben, werden alle Tests, wie in diesem Katalog beschrieben, mit neuen Komponenten bei Normalluftdruck und -temperatur mit Standardschmierung durchgeführt. Die Ergebnisse können unter verschiedenen Bedingungen erheblich variieren. Für weitere Details kontaktieren Sie uns bitte.

## Copyright und Schutzrechte

Die in diesem Katalog enthaltenen Inhalte, Bilder und Grafiken sind urheberrechtlich geschützt. Logos, Schriften, Firmen und Produktbezeichnungen können, über das Urheberrecht hinaus, auch marken- bzw. warenzeichenrechtlich geschützt sein (®).
Die Verwendung von Texten, Auszügen oder Grafiken bedarf der Zustimmung des Herausgebers  bzw. Rechteinhabers.

HÖCHSTE QUALITÄT ENTSTEHT MIT LEIDENSCHAFT

Harmonic Drive SE
Hoenbergstraße 14
65555 Limburg/Lahn
Deutschland

T +49 6431 5008-0
info@harmonicdrive.de
www.harmonicdrive.de

Technische Änderungen vorbehalten.

1053521 06/2025