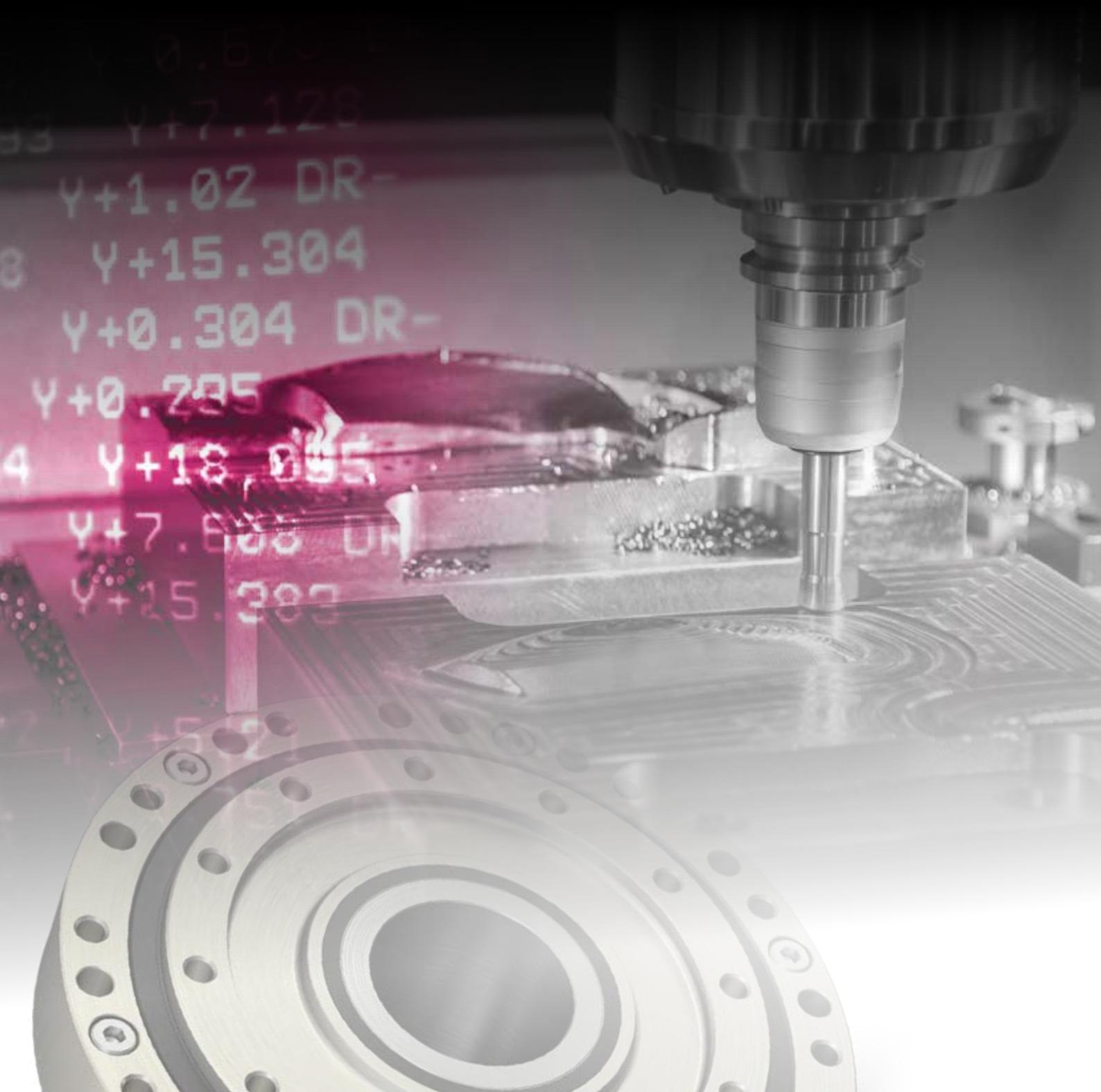




Werkzeugmaschinen



Harmonic
Drive SE





Inhalt

Was uns antreibt.....	4
Produktübersicht.....	6
Funktionsprinzip Harmonic Drive® Getriebe.....	8
Technische Daten Servoantriebe.....	10
Bearbeitungszentren.....	14
Fräszentren.....	18
Werkzeugschleifmaschinen.....	22
Senkerodiermaschinen.....	24
Getriebeauslegung.....	26
HarmonicDrive® Technologie.....	27

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.



Die Übersicht zeigt eine Auswahl der in Werkzeugmaschinen und im allgemeinen Maschinenbau eingesetzten Harmonic Drive® Produkte.

SERVOANTRIEBE MIT HOHLWELLE					SERVOANTRIEB MIT VOLLWELLE
Baureihe	IHD (Antrieb mit integriertem Regler)	BHA	CanisDrive®	FHA-C Mini	LynxDrive
Produktfokus	Hohe Standardisierung Funktionsanpassung via Software	Hohe Standardisierung kostenoptimiert, reduzierte Varianz	Umfangreiche Kombinations- möglichkeiten und kundenspezifische Anpassungen für Industrieapplikationen	Hohe Standardisierung reduzierte Varianz	Umfangreiche Kombinationsmöglichkeiten und kundenspezifische Anpassungen für Industrieapplikationen
Bauform	kurz / kompakt	kurz / kompakt	kurz / kompakt	kurz / kompakt	schlanke Form
Drehmomentkapazität und Lebensdauer	•••	•••	•••	••	••
Kleiner Außendurchmesser	••	••	•	••	•••
Kurze Baulänge	••	••	•••	•••	•
Kippmoment Abtriebslager	•••	•••	•••	••	••
Geringes Gewicht	••	••	••	••	••
Eckdaten					
Hohlwellendurchmesser [mm]	18 ... 25	18 ... 25	12 ... 65	6,2 ... 13,5 (nur bei TTL-Encoder)	-
Maximales Drehmoment [Nm]	44 ... 229	44 ... 229	23 ... 1840	1,8 ... 28	9 ... 1180
Maximale Drehzahl [min⁻¹]	35 ... 120	35 ... 120	19 ... 170	60 ... 200	22 ... 283
Außendurchmesser [mm]	88 ... 116	88 ... 116	78 ... 255	50 ... 75	73 ... 190
Baulänge [mm]	141 ... 200	110 ... 173	97 ... 235	48 ... 78	126 ... 288

¹⁾ Auf Anfrage und in Abhängigkeit der Zwischenkreisspannung

••• perfekt •• optimal • gut

GETRIEBE-EINBAUSATZ		GETRIEBE MIT ABTRIEBSLAGER							
Baureihe	CSG-/HFUC-2A	SHG-2A	CSG-2UH/HFUC-2UH	CPU-M	CPU-H	CPU-S	CSG-CPM	CSG-CPH	CSG-CPS
Bauform	CT	ST	M	M	CH	S	M	CH	S
Drehmomentkapazität und Lebensdauer	•••/••	•••/••	•••/••	••	••	••	•••	•••	•••
Übertragungsgenauigkeit	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Kleiner Außendurchmesser	•••	•••	••	•	•	•	•	•	•
Kurze Baulänge	••	••	••	••	••	••	••	••	••
Kippmoment Abtriebslager	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Geringes Gewicht	••	••	••	•	•	•	•	•	•
Eckdaten									
Maximales Drehmoment [Nm]	1,8 ... 9180	9 ... 3419	9 ... 6840	9 ... 1840	9 ... 1840	9 ... 1840	34 ... 586	34 ... 586	34 ... 586
Kippmoment Abtriebslager [Nm]	-	-	41 ... 4210	73 ... 2222	73 ... 2222	73 ... 2222	114 ... 886	114 ... 886	114 ... 886
Hohlwellendurchmesser [mm]	-	-	-	-	14 ... 70	-	-	19 ... 46	-

Legende:
CT = Cup Type
CH = Geschlossenes Hohlwellengehäuse

M = Motoranbaugetriebe
S = Eingangswellengetriebe

••• perfekt •• optimal • gut

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:



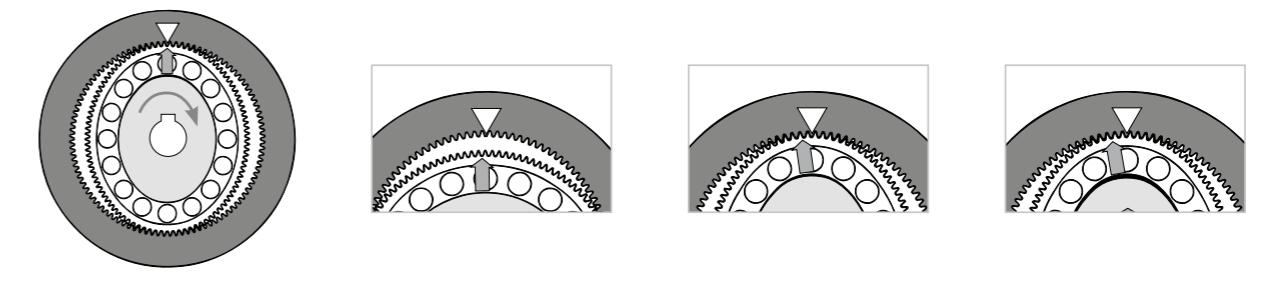
Circular Spline

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

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

Flexspline

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

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

Produktbeschreibung

Servoantrieb LynxDrive mit Vollwelle

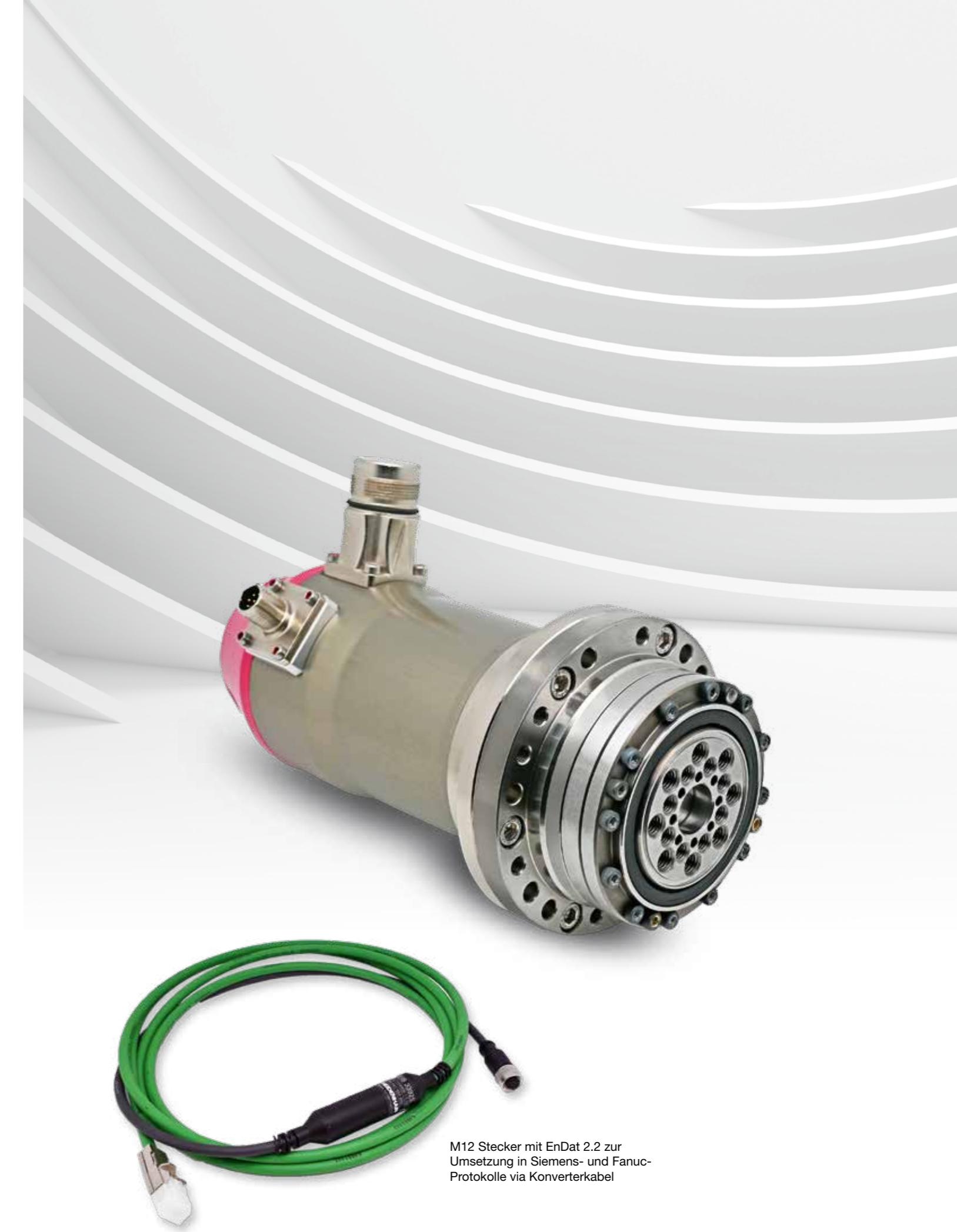
Die Servoantriebe LynxDrive werden in der konzentrierten Wicklungstechnik ausgeführt - das reduziert die Motorlänge und führt in Kombination mit dem standardmäßig vergossenen Stator zu einem kompakten Servoantrieb. Diese Servoantriebe eignen sich besonders für Positionieraufgaben mit sehr hohen Ansprüchen an Dynamik, Präzision und Standfestigkeit.

Merkmale:

- CSG-Getriebe mit Abtriebslager, AC-Servomotor und Encoder (EnDat HIPERFACE®, Resolver)
- Integriertes kippsteifes Abtriebslager
- Verfügbar in 7 Baugrößen (14 ... 50)
- Maximales Drehmoment von 9 ... 1534 Nm
- Isolationssystem für max. DC-Zwischenkreis von 680 V
- Stator in Einzelzahnwicklung
- Übertragungsgenauigkeit ≤ 60 Winkelsekunden für Baugrößen 20 ... 50 (≤ 90 Winkelsekunden für Baugrößen 14 und 17)
- Wiederholgenauigkeit ≤ 5 Winkelsekunden
- Hohe Kompaktheit aufgrund angepasstem Motordesign für beste Performance in Kombination mit dem Harmonic Drive® Getriebe
- Schutzart IP65 und korrosionssgeschützt
- Sperrluftanschluss auf Anfrage möglich
- Erweiterte Motorfeedbacksysteme mit EnDat 2.2, DRIVE-CLiQ inkl. sicherer Encoderanbau für Anwendungen mit Siemens S120 und anderen CNC-Steuerungen, Fehlerausschluss bestätigt durch TÜV-Rheinland
- UL-zertifiziert nach UL-1004-1/6 (Klasse B)
- Temperaturfühler PT-1000 und PTC

Tabelle 1

Konverter Typ (Heidenhain Code)	Eingang	Ausgang	Steuerungs- Hersteller
EIB 3392S	EnDat 2.2	DRIVE-CLiQ	Siemens
EIB 3392F	EnDat 2.2	Fanuc-Serial	Fanuc



M12 Stecker mit EnDat 2.2 zur
Umsetzung in Siemens- und Fanuc-
Protokolle via Konverterkabel

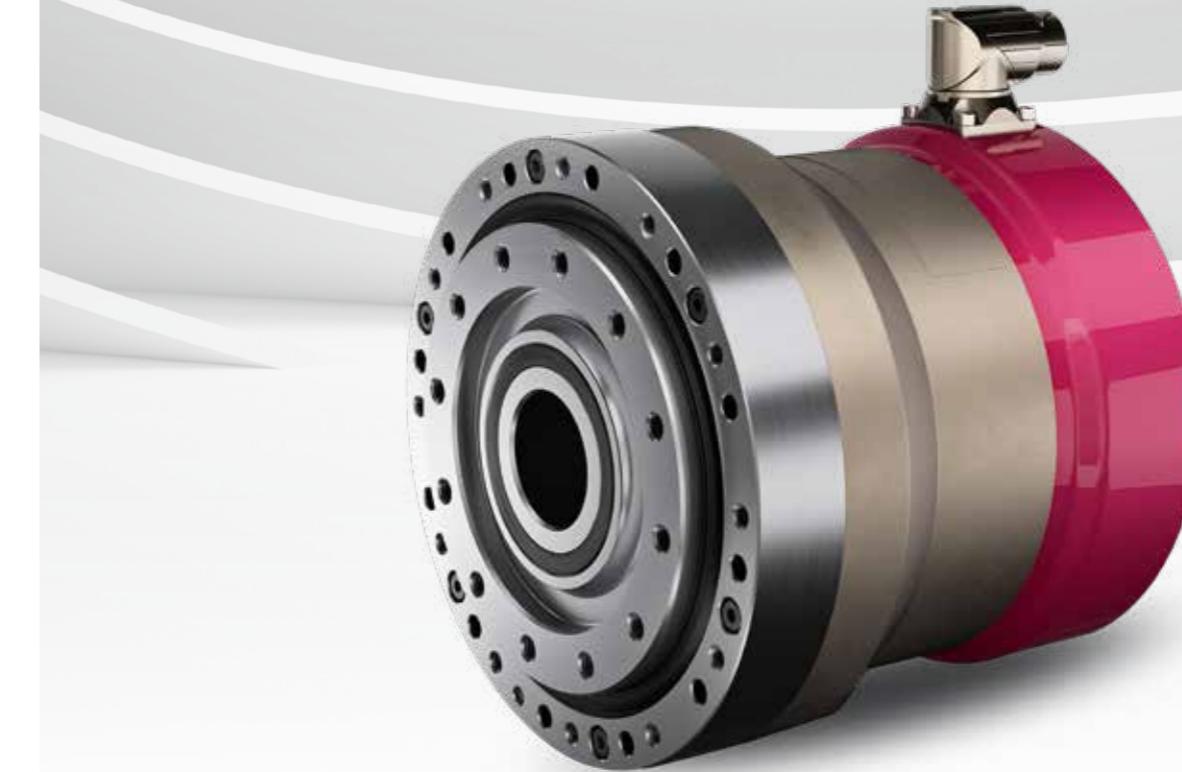
Produktbeschreibung

Servoantrieb CanisDrive® mit Hohlwelle

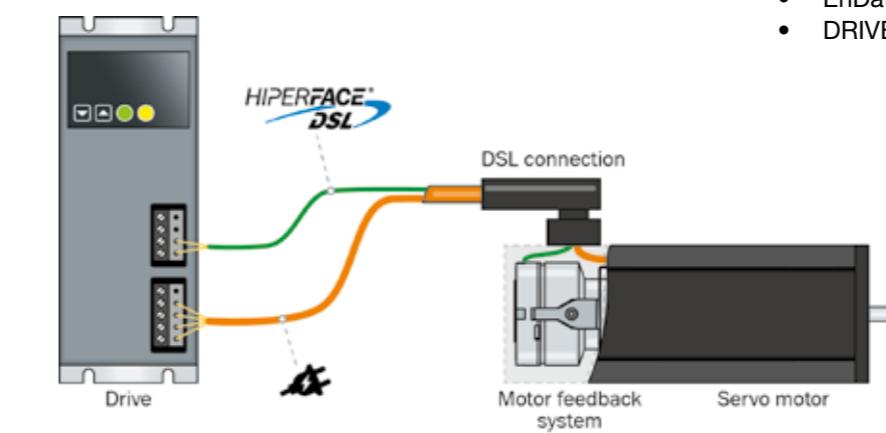
Die Servoantriebe der Baureihe CanisDrive® kombinieren eine adaptierfähige und kompakte Synchron-Servomotoren-Wicklung mit einem spielfreien Getriebe mit Abtriebslager und marktführenden Feedbacksystemen. Sie bestechen durch ihre hohe Leistungsdichte, breite Flexibilität und gute Adaptierbarkeit im industriellen Bereich.

Merkmale:

- CSG/HFUC-Getriebe mit Abtriebslager, AC-Servomotor und Encoder EnDat, HIPERFACE®, SSI, HIPERFACE DSL®
- Integriertes kippsteifes Abtriebslager
- Verfügbar in 8 Baugrößen (14 ... 58)
- Hohlwelleninnendurchmesser von 12 ... 65,5 mm
- Maximales Drehmoment von 23 ... 1840 Nm
- Stator in Einzelzahnwicklung (#14, 17 50, 58) und verteilter Wicklung (#20 ... 40)
- Isolationssystem für max. DC-Zwischenkreis von 680 V
- Übertragungsgenauigkeit \leq 60 Winkelsekunden für Baugrößen 20 ... 50 (\leq 90 Winkelsekunden für Baugrößen 14 und 17)
- Wiederholgenauigkeit \leq 5 Winkelsekunden
- Hohe Kompaktheit aufgrund angepasstem Motordesign für beste Performance in Kombination mit dem Harmonic Drive® Getriebe
- Schutzart IP65 und korrosionsgeschützt
- Sperrluftanschluss auf Anfrage möglich
- Erweiterte Motorfeedbacksysteme mit EnDat 2.2, inkl. sicherer Encoderanbau für Anwendungen mit Siemens S120 und anderen CNC-Steuerungen (für #50, 58), Fehlerausschluss bestätigt durch TÜV-Rheinland
- UL-zertifiziert nach UL-1004-1/6 (Klasse A) für #20 ... 40
- Temperaturfühler PT-1000 und PTC



- HIPERFACE® für Bosch-Rexroth-Steuerungen
- EnDat 2.2 für Siemens Signalumsetzer SMC-40
- DRIVE-CLiQ auf Anfrage für #50,58



- HIPERFACE DSL® als Einkabellösung kompatibel zu Beckhoff AX5000 und AX8000



Harmonic Drive® Servoantriebe und Getriebe haben sich durch ihre Robustheit und dauerhafte Genauigkeit seit Jahrzehnten im rauen Alltagsbetrieb von Bearbeitungszentren bewährt. Die folgenden Abbildungen zeigen einige beispielhafte Anwendungen.

B- und C-Achsen

In diesen Achsen werden Harmonic Drive® Servoantriebe und Getriebe in Standard- und in Sonderausführungen, z. B. mit kundenspezifischem Abtriebslager und abtriebsseitiger Positionsrückmeldung eingesetzt (siehe Abbildung 1 und Abbildung 2).

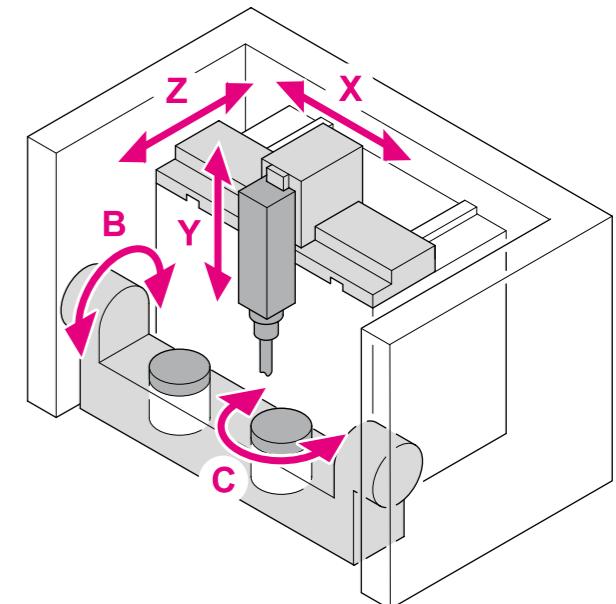
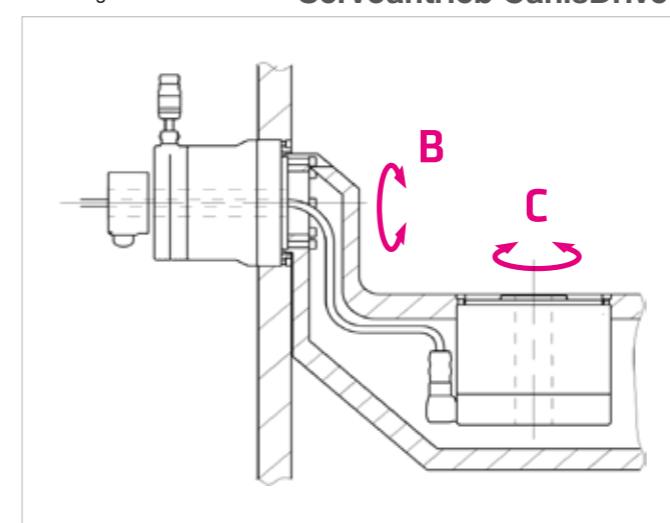
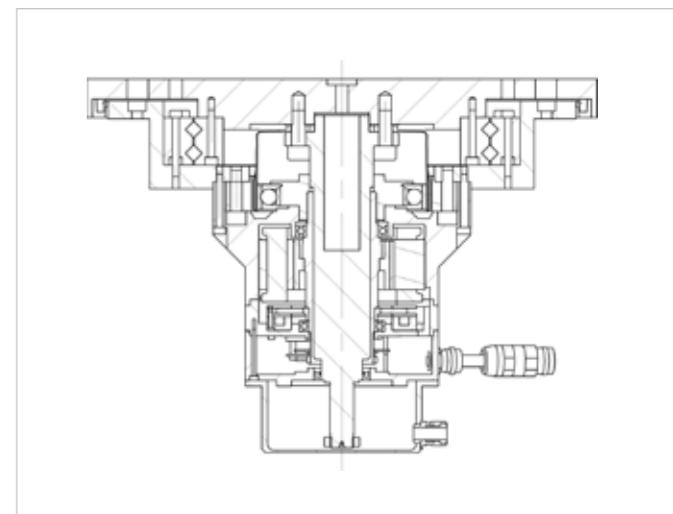


Abbildung 1



- Abtriebsseitiges Absolutmesssystem
- Hohlwelle

Servoantrieb CanisDrive®



- Kundenspezifisches Abtriebslager
- Abtriebsseitiger Absolutencoder

Abbildung 2



Getriebe-Einbausatz CSG-2A

Servoantrieb CanisDrive®

Getriebe mit Abtriebslager
CPU-H / CSG-CPH



Für die Bearbeitungs- und Peripherieachsen von Bearbeitungszentren liefert die Harmonic Drive SE neben Servoantrieben auch Präzisionsgetriebe.

4. und 5. Achse

Bei diesen Achsen ist die Torsionssteifigkeit und die Übertragungsgenauigkeit des eingesetzten Servoantriebs bzw. Getriebes neben der Genauigkeit des Abtriebslagers besonders wichtig. Deshalb erfolgt die Dimensionierung dieser Achsen immer unter besonderer Berücksichtigung der für die Anwendung erforderlichen Torsionssteifigkeit. Zum Einsatz kommen unterschiedliche Harmonic Drive® Produkte.



Servoantrieb LynxDrive



Servoantrieb CanisDrive®



Getriebe mit Abtriebslager CSG-2UH



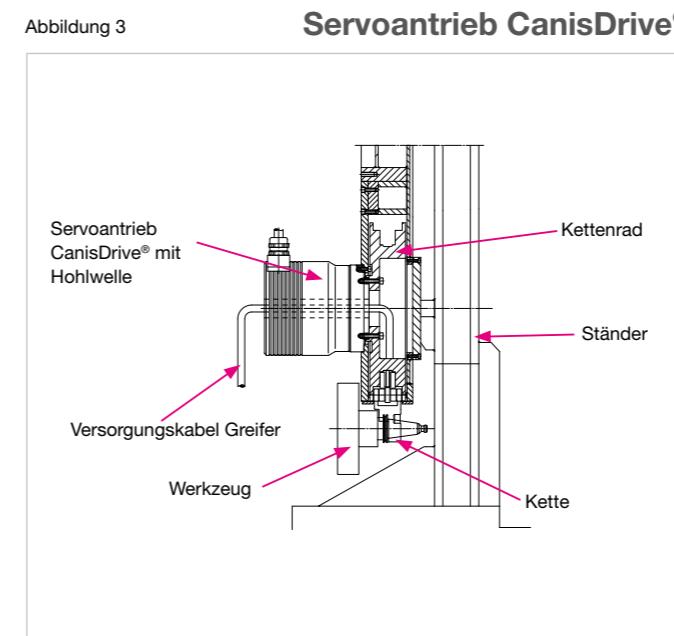
Getriebe mit Abtriebslager CPU-M

Werkzeugmagazine und Werkzeugwechsler

In diesen Achsen sind hohe Wiederholgenauigkeit, kompakte Abmessungen und hohe Dynamik erforderlich. Abbildung 3 und Abbildung 4 zeigen typische Lösungen mit Harmonic Drive® Servoantrieben.

Neben unterschiedlichen Harmonic Drive® Getrieben mit Abtriebslager und Servoantrieben mit Hohlwelle kommen bei hohen Anforderungen an die Dynamik auch Servoantriebe der Baureihe LynxDrive zum Einsatz.

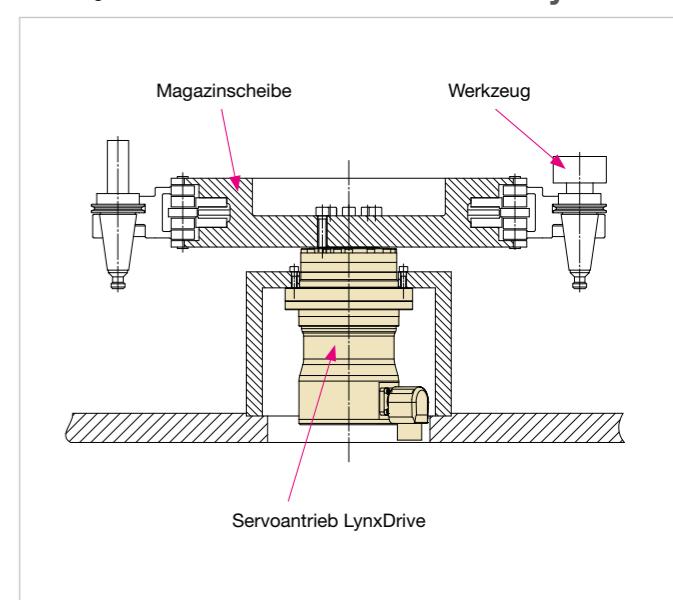
Abbildung 3



- Hohlwelle
- Kippsteifes Abtriebslager

Servoantrieb CanisDrive®

Abbildung 4



- Siemens kompatibles Feedbacksystem
- Kippsteifes Abtriebslager

Servoantrieb LynxDrive

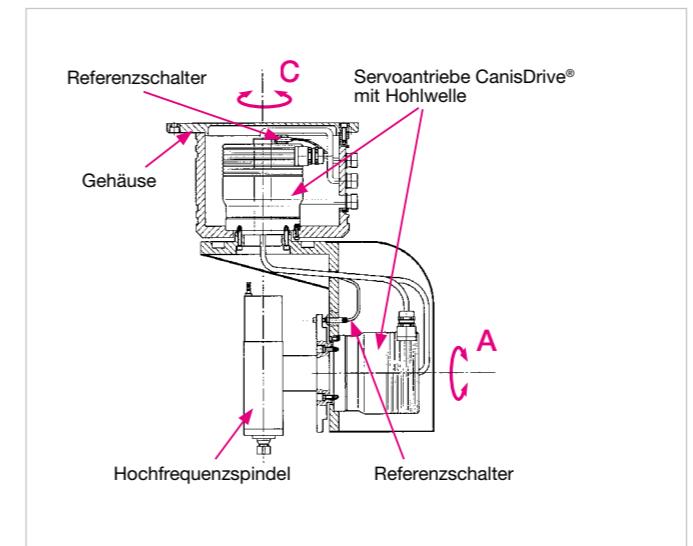


Durch die Hohlwelle des Servoantriebs CanisDrive® ist es zudem möglich, verschiedenste Leitungen für Kühlmittel, Strom, etc. an die Spindel zu legen, ohne diese von außen sichtbar zu machen (Abbildung 5).

Neben den enorm wichtigen Anforderungen an die Positionierung und Geschwindigkeit gibt es auch noch Anforderungen an die Steifigkeit und Lagerung der Achsen. Durch die Kombination Kreuzrollenlager und Getriebe erhalten unsere Produkte eine hohe Positioniergenauigkeit, welche zudem hohe Axial- und Radialkräfte, sowie Kippmomente aufnehmen kann. Durch diese Realisierung können Achsen kompakt und einfach aufgebaut werden, so z. B. mit einem CPU-H Getriebe (Abbildung 7).

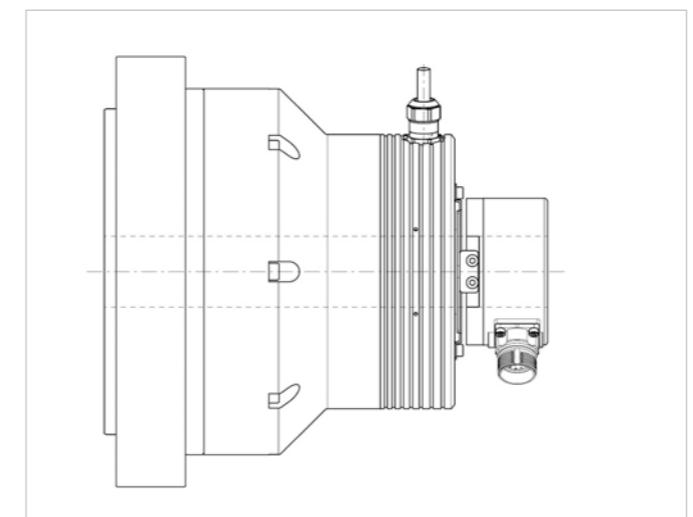
Durch die kontinuierliche Weiterentwicklung der Getriebetechnologie wird eine immer präzisere und schnellere Bearbeitung ermöglicht, was zu einer Steigerung der Produktivität und einer Verbesserung der Qualität führt.

Abbildung 5 Servoantrieb CanisDrive®



- Verlängerte Hohlwelle für Endschalter

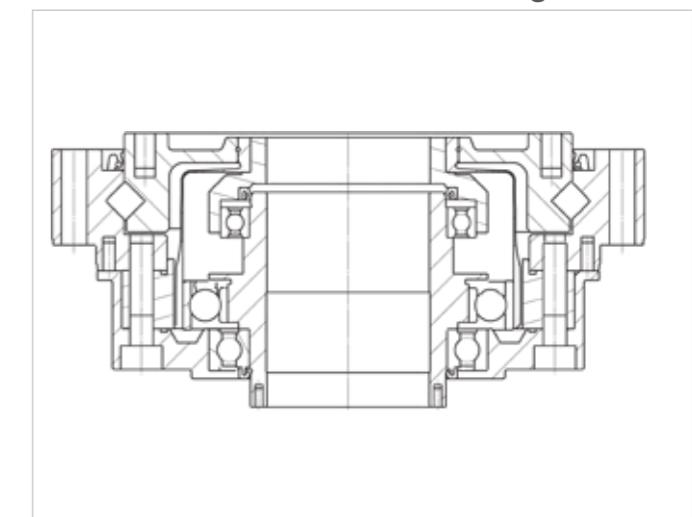
Abbildung 6 Servoantrieb CanisDrive®



- Sehr hohe Übertragungs- und Wiederholgenauigkeit durch zusätzliches, abtriebsseitiges Messsystem



Abbildung 7 Getriebe mit Abtriebslager CPU-H



- Optimierte Übertragungsgenauigkeit (± 10 Winkel- sekunden)



Wenn hohe Zuverlässigkeit, Robustheit und hohe Genauigkeit beim Einsatz in Fräszentren gefragt sind, stellen die bewährten Harmonic Drive® Produkte eine passende Lösung dar.



B-Achse

In den B-Achsen werden CPU-H Getriebe mit Abtriebslager und bei erhöhten Anforderungen an die Drehmomentkapazität und Lebensdauer auch der Baureihe CSG-2UH eingesetzt, weil diese Produkte neben der optionalen Hohlwelle eine besonders hohe Übertragungsgenauigkeit und eine Abtriebslagerung mit sehr geringem Koaxialitäts- und Parallelitätsfehler aufweisen (siehe Abbildung 8).

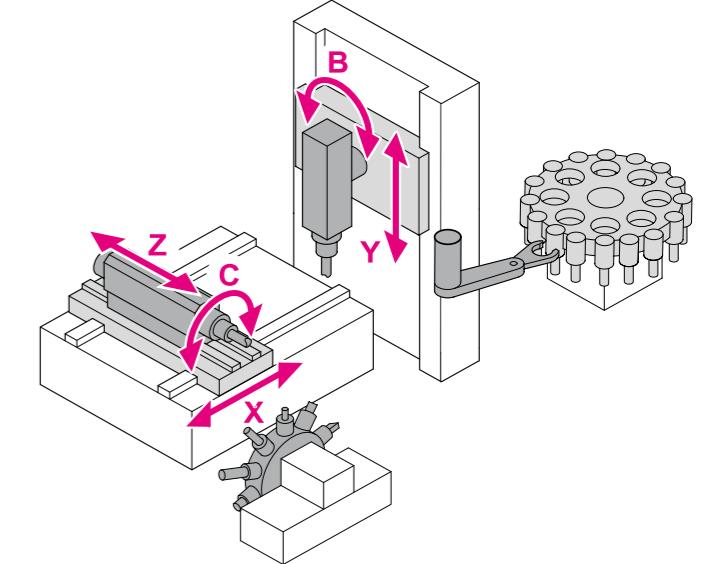
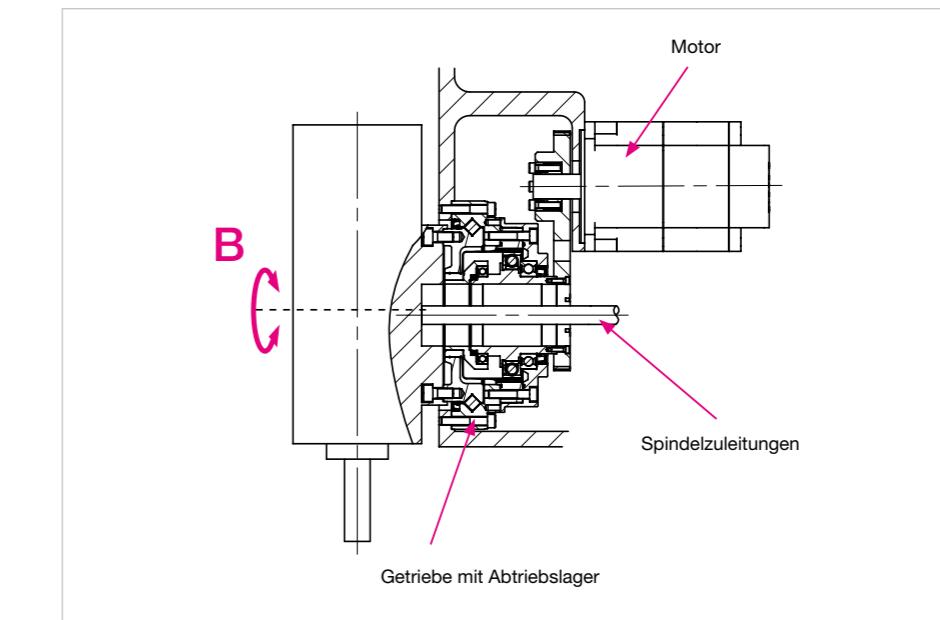


Abbildung 8

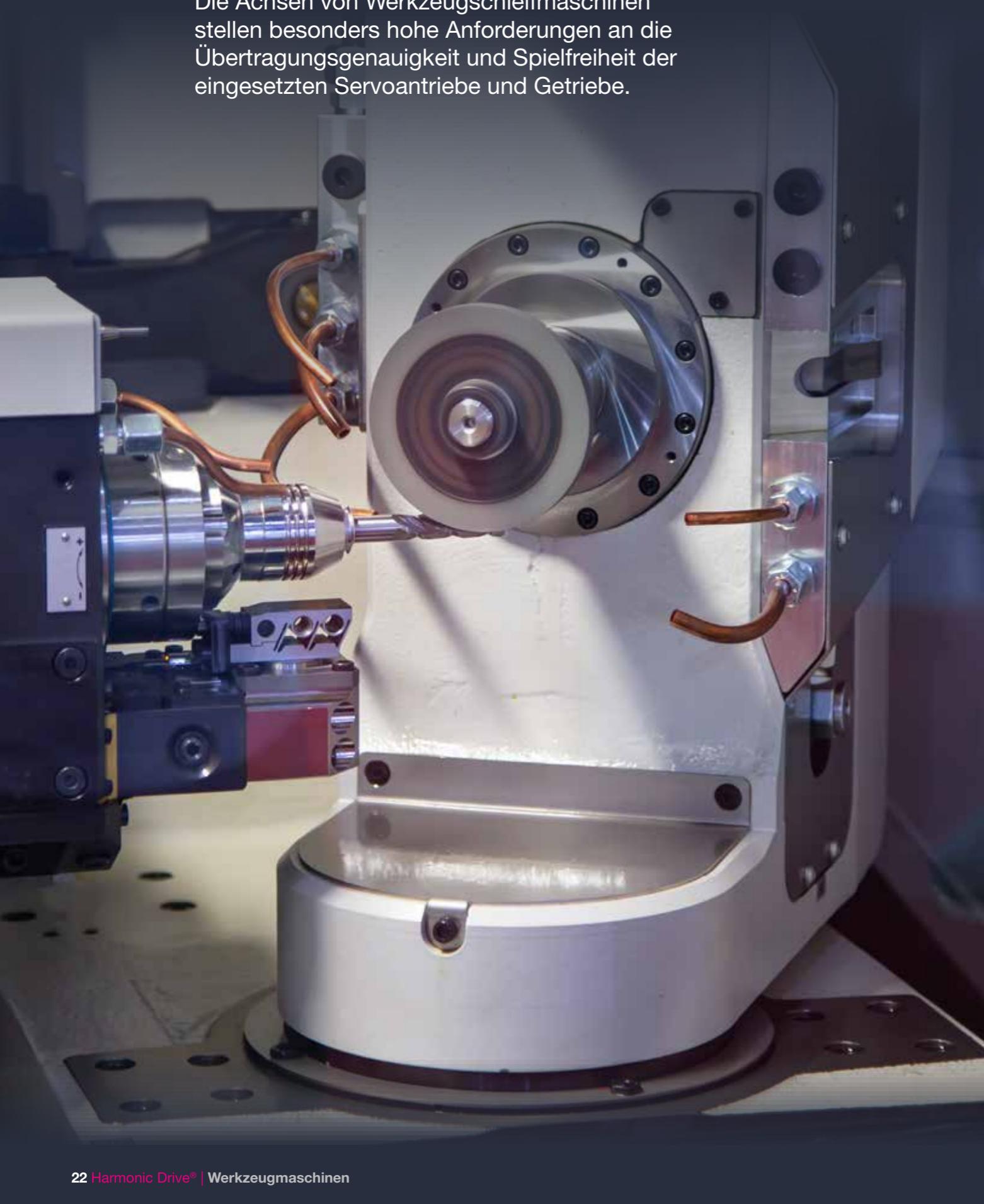
Getriebe mit Abtriebslager CPU-H



- Hohlwelle
- Präzises, kippsteifes Abtriebslager

Getriebe mit Abtriebslager
CPU-HServoantrieb
LynxDriveGetriebe mit Abtriebslager
CSG-2UH

Die Achsen von Werkzeugschleifmaschinen stellen besonders hohe Anforderungen an die Übertragungsgenauigkeit und Spielfreiheit der eingesetzten Servoantriebe und Getriebe.



A-Achse (Teilapparat) und C-Achse

Hier werden oft Servoantriebe der Baureihen CanisDrive® und BHA eingesetzt. Die Servoantriebe verfügen über sehr kippsteife und hochgenaue Abtriebslager.

Für weitere Anwendungen werden Getriebe mit Abtriebslager der Baureihe CPU-M/H/S und Getriebe-Einbausätze der Baureihen CSG-2A und SHG-2A eingesetzt.

Hilfsachsen

Auch in Abrichtern und Werkzeugwechslern werden die kompakt bauenden Servoantriebe der Baureihen CanisDrive® und BHA bevorzugt eingesetzt.

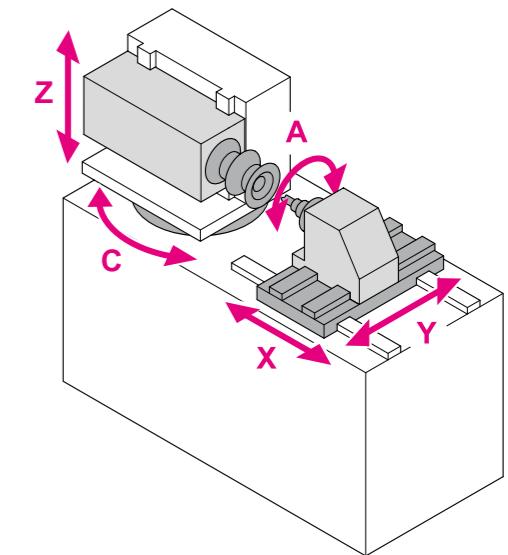
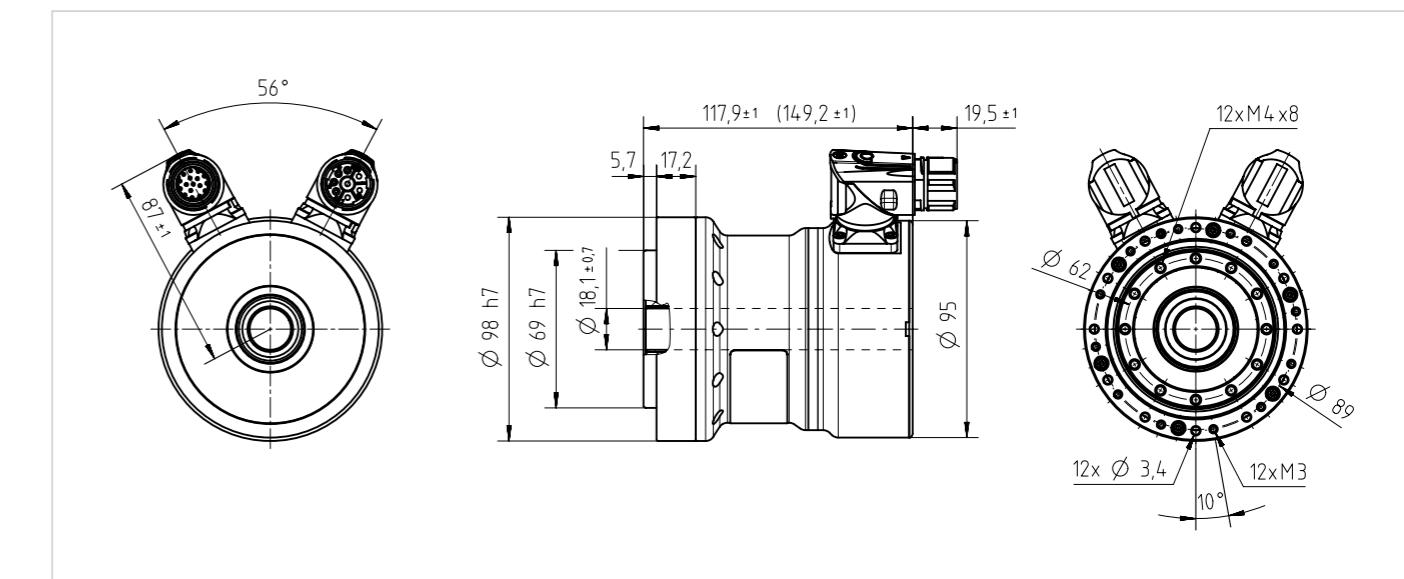


Abbildung 9



- Singletur-Absolutencoder, Hohlwelle





Bei der Herstellung komplexer dreidimensionaler Werkstückgeometrien werden sehr hohe Anforderungen an die Genauigkeit der Positionierachsen gestellt. Harmonic Drive® Getriebe und Servoantriebe werden daher oft in Erodiermaschinen eingesetzt.

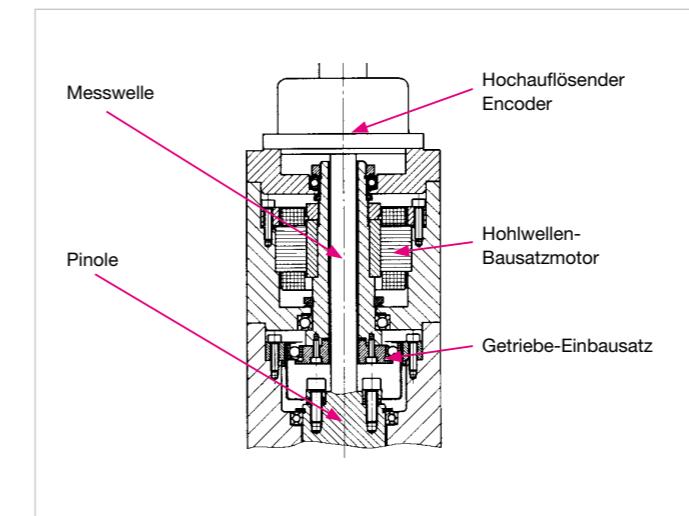
C-Achse

Wegen der für diese Achse erforderlichen Positioniergenauigkeit ist eine abtriebsseitige Positionsrückmeldung erforderlich. In der beschriebenen Anwendung werden Getriebe-Einbausätze der Baureihe CSG-2A mit Rückführung der abtriebsseitigen Position auf den auf der Antriebsseite montierten Encoder genutzt, siehe Abbildung 10. Das Getriebe wird von einem Hohlwellen-Bausatzmotor angetrieben. Bei diesen präzisen rotatorischen Achsen sind eine hohe Torsionssteifigkeit und Spielfreiheit der eingesetzten Getriebe wichtige Voraussetzungen für eine gute Bearbeitungsqualität.

B-Achse

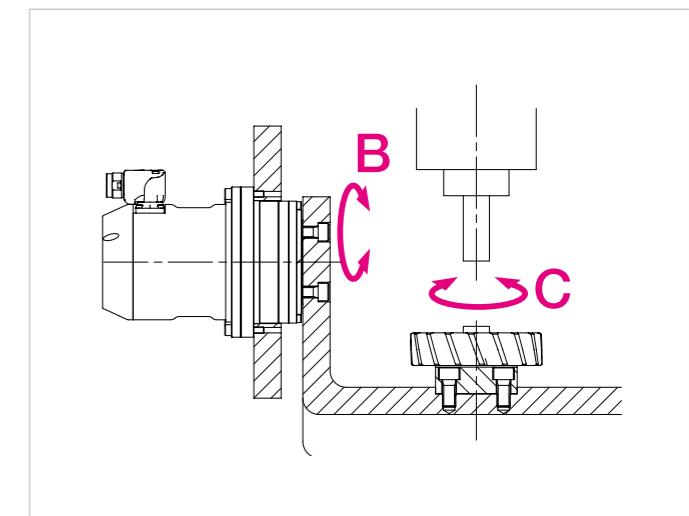
Während Standarderodiermaschinen mit vier Achsen bestückt sind, erfolgt das Erodieren von Bauteilen mit komplexen Konturen, wie z. B. Triebwerksschaufeln, mit 5-Achs-Maschinen. In dem in Abbildung 11 gezeigten Beispiel wird ein Servoantrieb LynxDrive in der B-Achse einer 5-Achs-Erodiermaschine eingesetzt.

C-Achse
Abbildung 10
Getriebe-Einbausatz CSG-2A



- Hohlwelle
- Spielfrei

B- und C-Achsen
Abbildung 11
Servoantrieb LynxDrive



- Kompakt
- Spielfrei



Getriebe-Einbausatz
CSG-2A

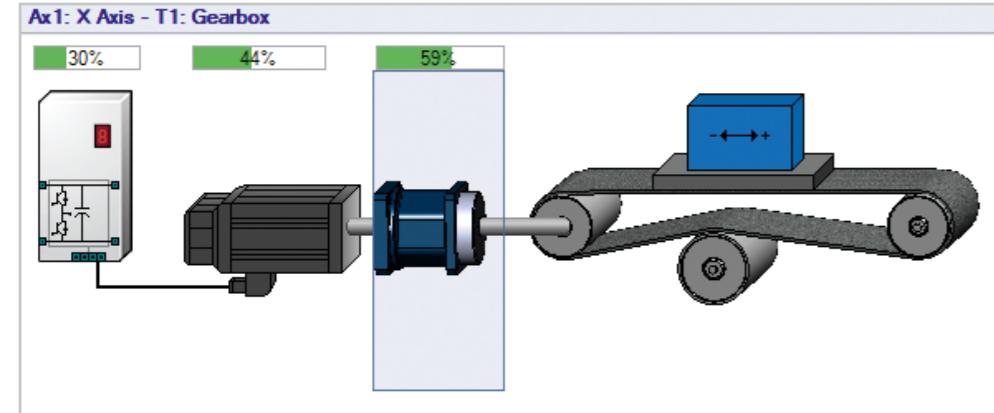


Servoantrieb
LynxDrive

Getriebeauslegung mit SERVOsoft®

Für eine optimale Auslegung von Harmonic Drive® Wellgetrieben und Servoantrieben setzen unsere Vertriebs- und Projektierungsingenieure das Antriebsdimensionierungsprogramm SERVOsoft® ein.

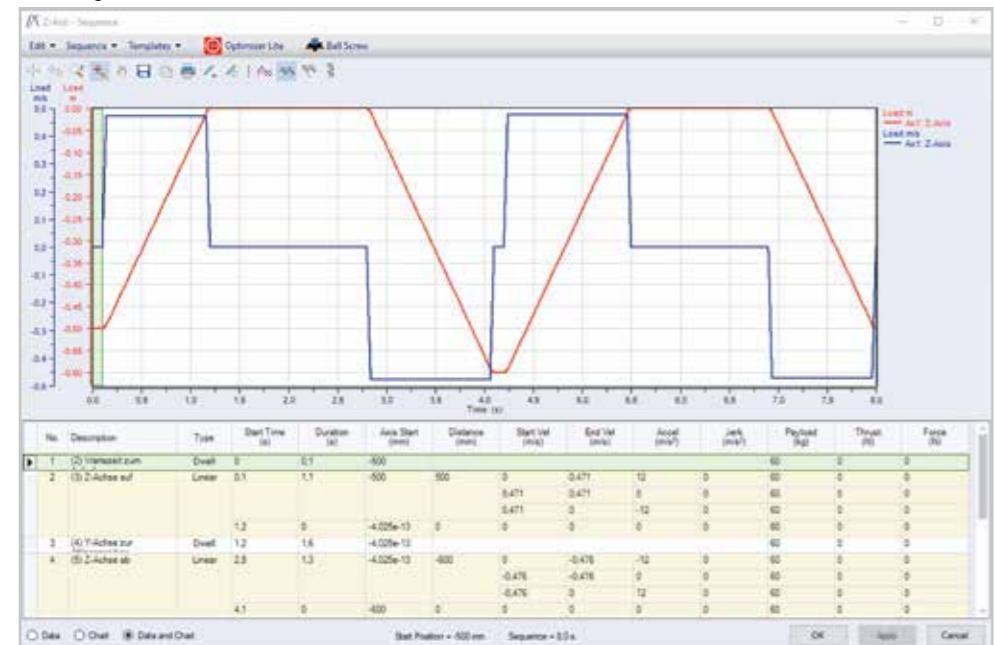
Abbildung 12



Die Berechnung mit SERVOsoft® stellt sicher, dass alle Komponenten bezüglich mechanischer Last, aber auch aller elektrischen Kennwerte richtig ausgelegt sind. Hierzu wurde eine Datenbank mit allen relevanten Daten unserer Getriebe, Motoren, Servoantrieben und Regelgeräten erstellt. Der Lastzyklus der Maschine kann im System erstellt oder mittels Excel-Import (csv) komfortabel eingespielt werden.

Eine detaillierte Auflistung aller Berechnungsergebnisse sowie die Stückliste der ausgewählten Antriebskomponenten für Ihren Anwendungsfall erhalten Sie gerne auf Wunsch. Diese Berechnungssoftware stellen wir Ihnen auf Anfrage kostenfrei zur Verfügung.

Abbildung 13



Unterstützung bei Berechnung und Konstruktion

Bei der Auslegung von Antriebselementen mit speziellen Anforderungen oder besonderen herausfordernden Randbedingungen unterstützen wir gerne unter Einsatz moderner Berechnungs- und Simulationswerkzeuge.

Beispiele:

- **Modellbasierte Simulation eines Sägeaggregats**

Die Abbildung 14 zeigt das dazu erstellte Simulationsmodell mit allen, im System eingebundenen, Antriebselementen. Damit können z.B. unterschiedliche Bewegungszyklen der Winkel- und Neigungsachse unter Berücksichtigung von Massen, Bearbeitungskräften und Kreiselmomenten des Sägeblattes durchgeführt werden. Damit können im Vorfeld der Maschineninbetriebnahme ggf. kritische Arbeitspunkte identifiziert bzw. vermieden werden.

- **Produkt- und anwendungsspezifische FEM-Berechnungen**

Abbildung 15 zeigt die Spannungsverteilung einer kundenspezifischen Wellgetriebe-Antriebslösung für einen Palettenwechsler. Hier wurde die maximal mögliche Beladung mittels FEM-Berechnung überprüft.

- **Ultraflache Antriebslösung für Werkzeugmagazin**

Die Abbildung 16 zeigt eine sehr flache und kompakte Anordnung für den Antrieb eines Werkzeugwechslers. Eckdaten sind: Max. Drehmoment 229 Nm, Breite 66 mm, Getriebehohlwelle 29 mm.

Abbildung 14

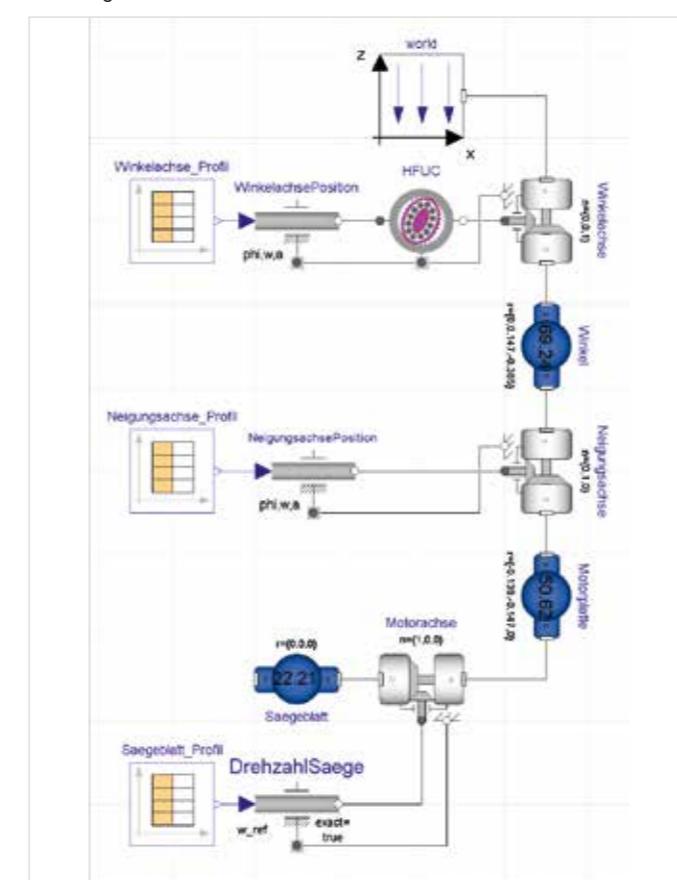


Abbildung 15

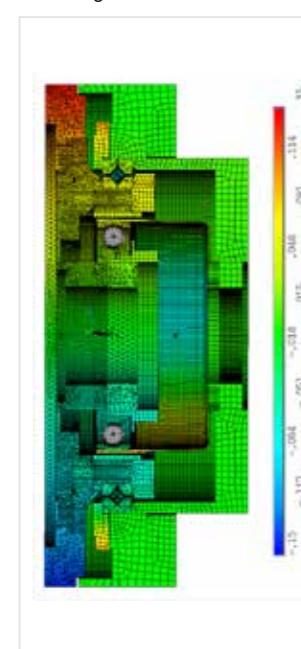
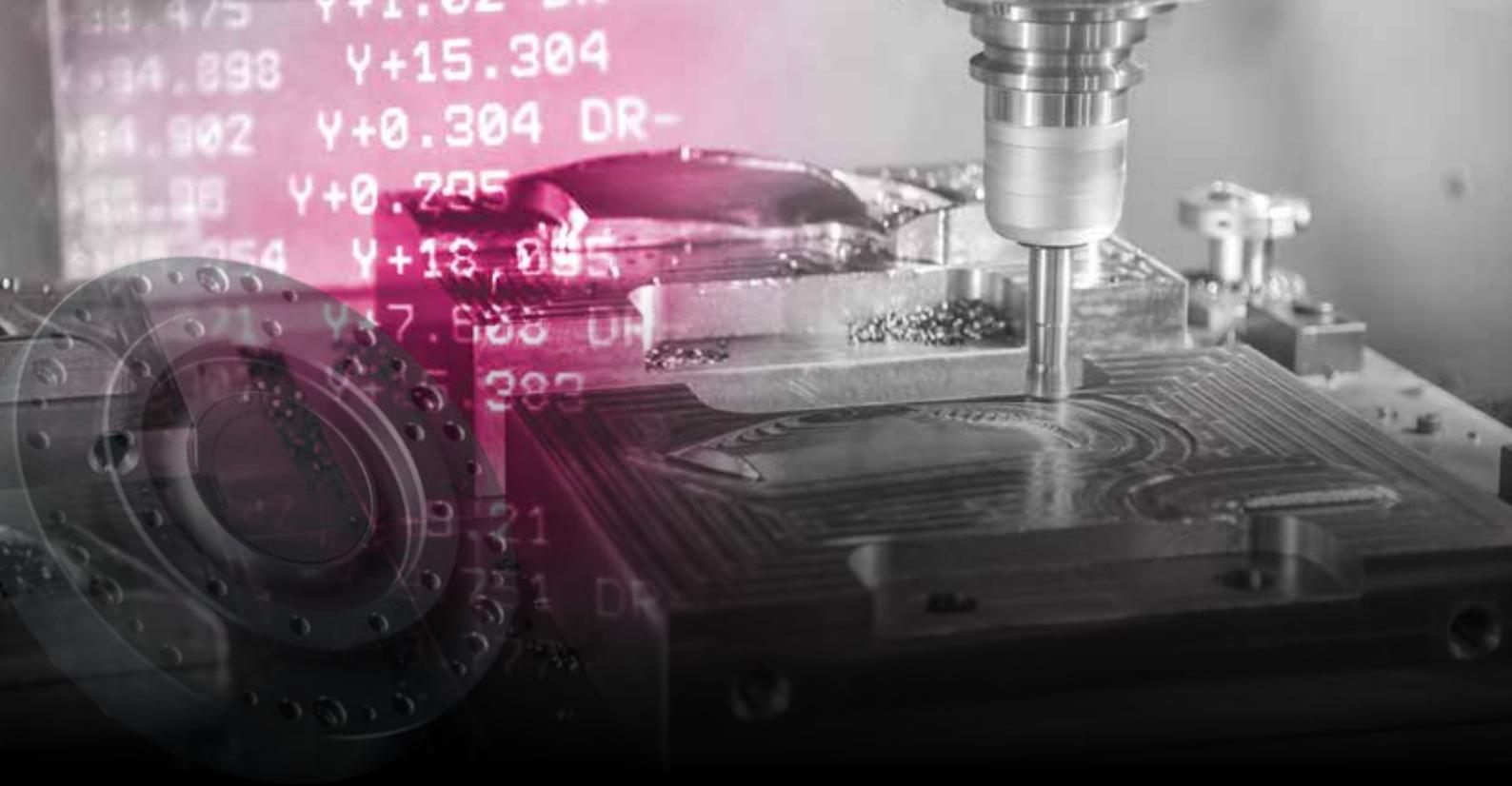


Abbildung 16





HÖCHSTE QUALITÄT ENTSTEHT MIT LEIDENSKAFT

Harmonic Drive SE
Hoengbergstraße 14
65555 Limburg/Lahn
Deutschland

T +49 6431 5008-0
info@harmonicdrive.de
www.harmonicdrive.de

Technische Änderungen vorbehalten.