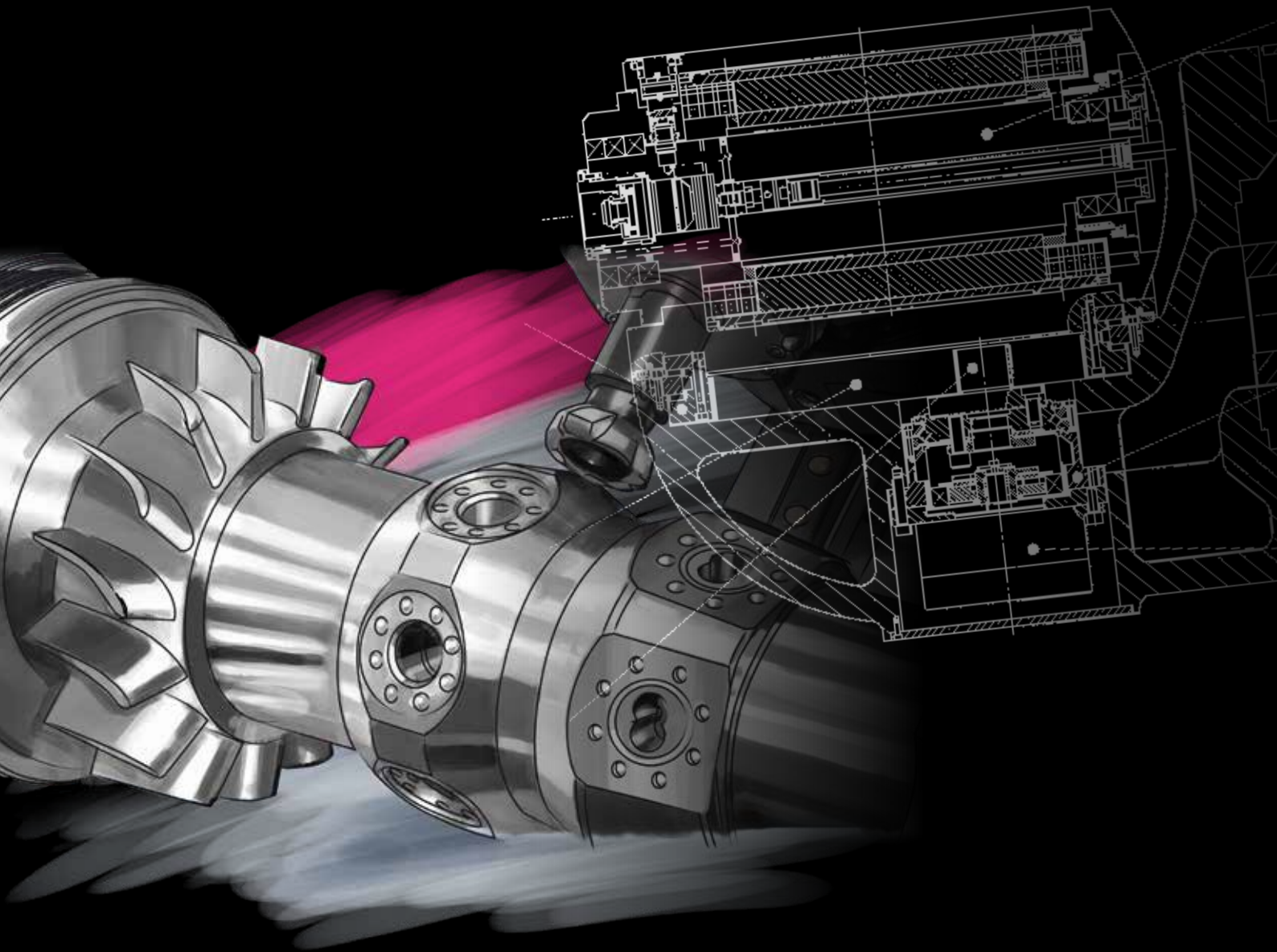




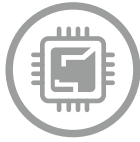
Werkzeugmaschinen



Harmonic
Drive AG



Was uns antreibt	03
Produktübersicht	04
Das Funktionsprinzip	06
Bearbeitungszentren (vertikale Spindel)	08
Bearbeitungszentren (horizontale Spindel).....	10
Fräszentren	12
Dreh-Fräszentren	14
Werkzeugschleifmaschinen.....	16
Senkerodiermaschinen.....	17
Wasserstrahlschneidmaschinen	18
Spezialmaschinen.....	19
Getriebekombinationen.....	20
Harmonic Drive® Technologie.....	23



Was uns antreibt

Ihr Geschäft ist unser Antrieb. Und so individuell Ihre Anforderungen sind, so vielfältig sind auch unsere Lösungen: Vier von fünf Produkten, die unser Haus verlassen, sind Sonderausführungen, die wir gemäß Kundenspezifikation entwickeln, konstruieren und fertigen – vom platzsparenden Einbausatz bis zum maßgeschneiderten Sonderantrieb. Auf dem Wellgetriebeprinzip basierende Präzisions-Antriebstechnik der Marke Harmonic Drive® finden Sie im Werkzeugmaschinenbau ebenso selbstverständlich wie in der Robotik, der Luft- und Raumfahrt und zahlreichen anderen Schlüsselindustrien.

Unser Stammsitz ist Limburg an der Lahn, unser Marktplatz die ganze Welt. Seit Gründung des Unternehmens im Jahr 1970 hat sich die Harmonic Drive AG von einer kleinen Vertriebsgesellschaft zu einem international führenden und produzierenden Lösungsanbieter im Bereich der Antriebstechnik entwickelt – mit ihrer Muttergesellschaft in Japan und ihrem Schwesterunternehmen in den USA, Mitarbeitern an weltweit mehr als 20 Standorten und einer Produktpalette, die mehr als 23.000 Artikel umfasst.

In jedem davon steckt nicht nur unser umfassendes Know-how – auch die Überzeugung, dass erfolgreiche Innovationen nicht für den Markt gemacht werden, sondern im Markt entstehen. Bei uns finden Sie den zuverlässigen Partner, der mit Ihnen auf Augenhöhe Lösungen entwickelt, die Ihrem Bedarf optimal entsprechen – so entstehen bei der Harmonic Drive AG seit knapp einem halben Jahrhundert immer wieder wegweisende Produkte.

Überzeugen Sie sich selbst: Machen Sie Ihre nächste Herausforderung zu unserem Projekt und erleben Sie, wie Ihr Geschäft neue Antriebskraft entwickelt.

Produktübersicht

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

Servoprodukte

1



2



2



3



	Verfügbar bis max. Drehmoment [Nm]	Anwendungsbeispiele finden Sie auf Seite
1 Servoantriebe ohne Hohlwelle	647	9, 10, 11, 14, 17
2 Servoantriebe mit Hohlwelle	1840	8, 10, 11, 12, 13, 16, 18, 19
3 Servoregler (Regelgeräte mit Schnittstellen für unterschiedliche Feldbussysteme, z. B. CANopen, EtherCAT, SERCOS II & III, PROFIBUS, PROFINET)	-	19

Präzisionsgetriebe und Sonderprodukte

4



5



5



6



7



8



	Verfügbar bis max. Drehmoment [Nm]	Anwendungsbeispiele finden Sie auf Seite
4 Einbausätze	9180	8, 12, 13, 17
5 Units	6840	9, 11, 12, 13, 14, 22
6 Planetengetriebe	2920	9, 14, 18
7 Sonder-Präzisionsgetriebe	9180	13, 15
8 Kreuzrollenlager (Kundenspezifische Kreuzrollenlager bis Außendurchmesser 250 mm)	-	9, 11

Das Funktionsprinzip



Circular Spline

Ein zylindrischer Ring mit Innenverzahnung

Flexspline

Ein elastisch verformbarer, dauerfester Zylinder mit Außenverzahnung

Wave Generator

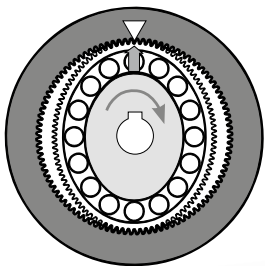
Ein Spezialkugellager, montiert auf einem elliptischen Kern mit zentrischer Nabe

Das Harmonic Drive® Getriebe gehört zur Gruppe der Wellgetriebe. Der elliptische Wave Generator als angetriebenes Element verformt über das Kugellager den Flexspline, der sich in den gegenüberliegenden Bereichen der großen Ellipsenachse mit dem innenverzahnten Circular Spline im Eingriff befindetet.

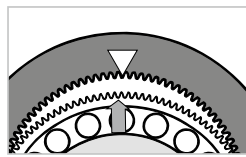
Mit Drehen des Wave Generators verlagert sich die große Ellipsenachse und damit der Zahneingriffsbereich.

Da der Flexspline zwei Zähne weniger als der Circular Spline besitzt, vollzieht sich während einer halben Umdrehung des Wave Generators eine Relativbewegung zwischen Flexspline und Circular Spline um einen Zahn und während einer ganzen Umdrehung um zwei Zähne.

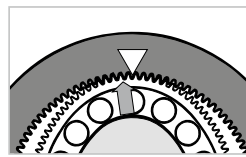
Bei fixiertem Circular Spline dreht sich der Flexspline als Abtriebsselement entgegengesetzt zum Antrieb.



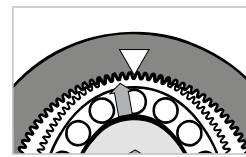
1. Ausgangszustand



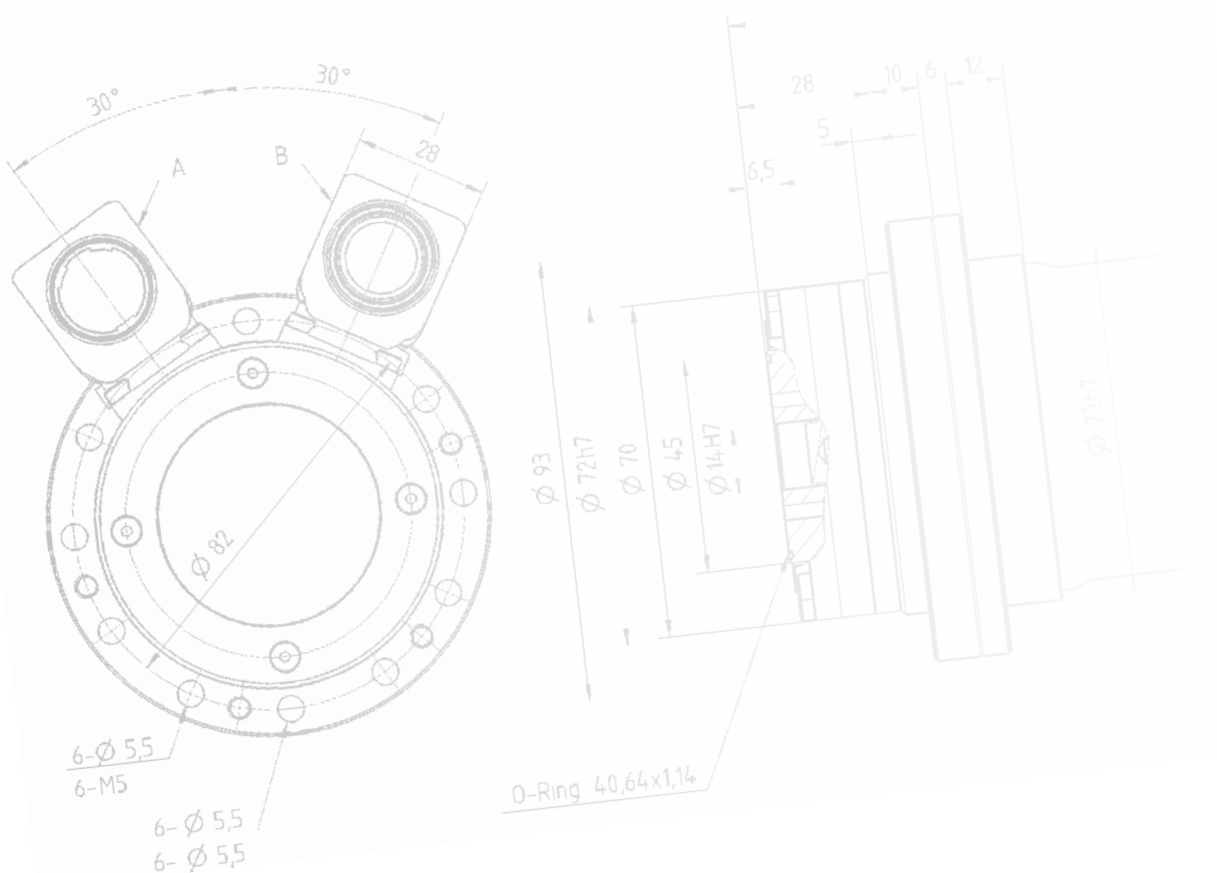
2. 1/4 Eingangsumdrehung



3. 1/2 Eingangsumdrehung



4. 1/1 Eingangsumdrehung



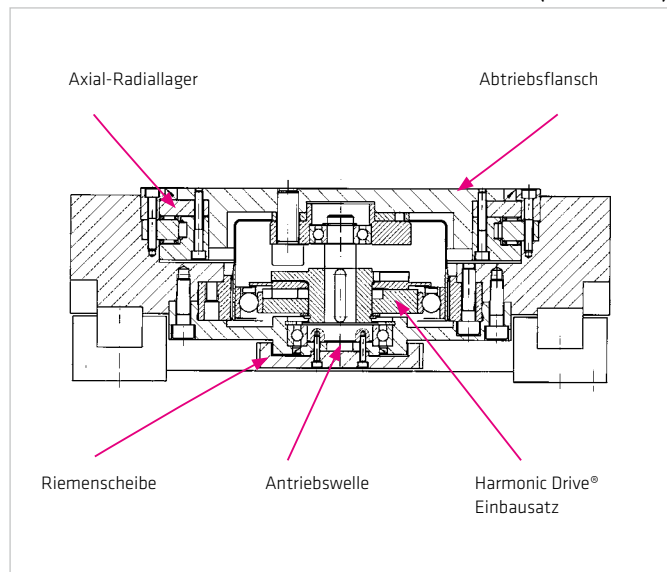
Harmonic Drive® Servoantriebe und Getriebe haben sich durch ihre Robustheit und dauerhafte Genauigkeit seit Jahrzehnten im rauen Alltagsbetrieb von Bearbeitungszentren bewährt. Die folgenden Abbildungen zeigen einige beispielhafte Anwendungen.

B- und C-Achsen

In diesen Achsen werden Harmonic Drive® Servoantriebe und Getriebe in Standard- und in Sonderausführungen, z. B. mit

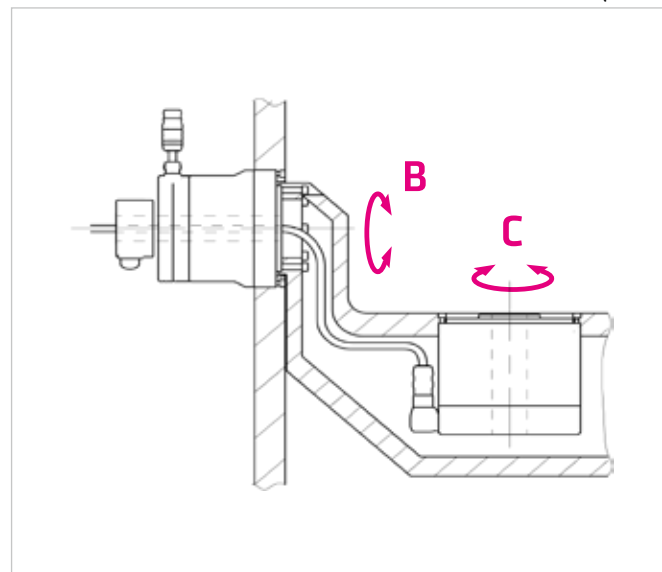
kundenspezifischem Abtriebslager und abtriebsseitiger Positionsrückmeldung eingesetzt (siehe Abb. 8.1, 8.2 und 9.1).

Abbildung 8.1 Einbausatz (HFUC-2A)



- Abtriebslager mit integriertem Winkelmesssystem
- Zahnriemenantrieb

Abbildung 8.2 Servoantrieb (CHA)



- Abtriebsseitiges Absolut Messsystem
- Hohlwelle

Linearachsen

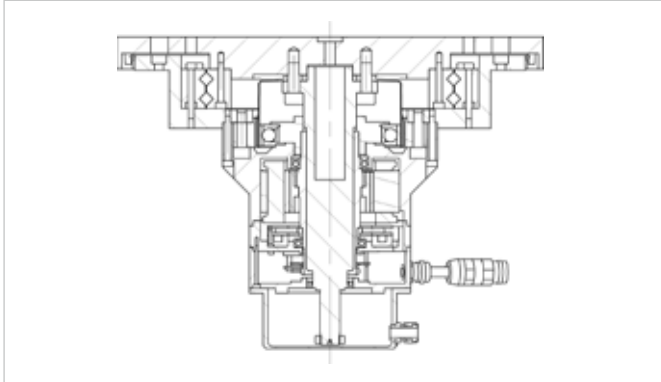
Zum Antrieb der Linearspindeln sind Präzisionsgetriebe mit niedriger Untersetzung erforderlich. Eingesetzt werden z. B. Harmonic Planetengetriebe der Baureihe HPG und HPN (siehe Abb. 9.3).



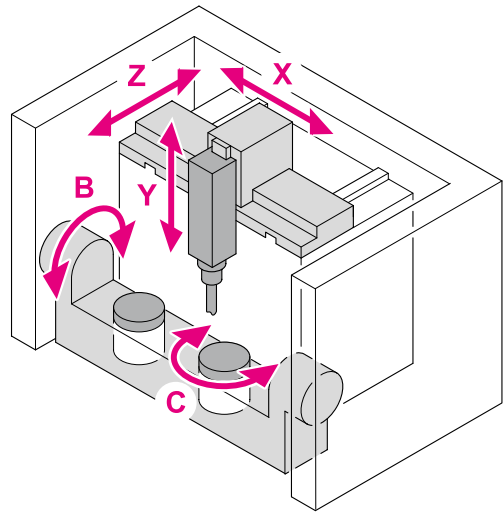
C-Achsen

Abbildung 9.1

Servoantrieb (CHA)



- Kundenspezifisches Abtriebslager
- Abtriebsseitiger Absolutencoder



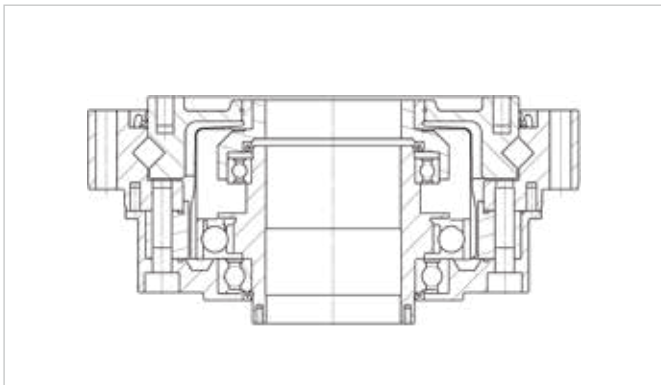
Palettenwechsler

Für diese Indexieraufgaben kommen neben den Harmonic Drive® Servoantrieben und Wellgetrieben auch Harmonic Planetengetriebe zum Einsatz, Beispiele s. Abb. 9.2 und 9.3. Bei

großen Lasten werden z. T. verspannte Stirnradgetriebe nachgeschaltet. Bei der Bearbeitung ist der Antrieb abtriebsseitig arretiert (Klemmung, Indexierung).

Abbildung 9.2

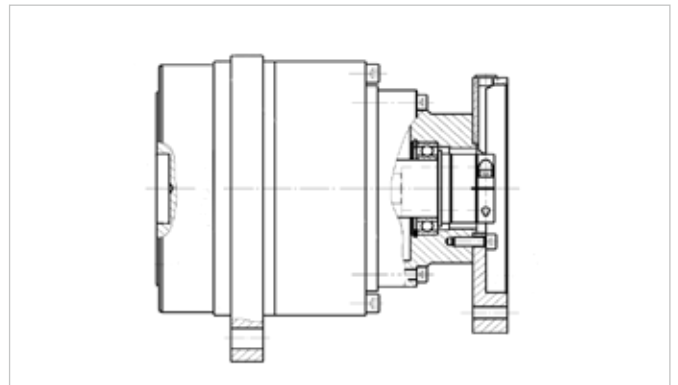
Unit (CPU-H)



- Hohlwelle
- Großes Abtriebslager

Abbildung 9.3

Planetengetriebe (HPG)



- Spiel bis 1 arcmin
- Hohe Dynamik durch niedrige Untersetzung



Bearbeitungszentren (horizontale Spindel)

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

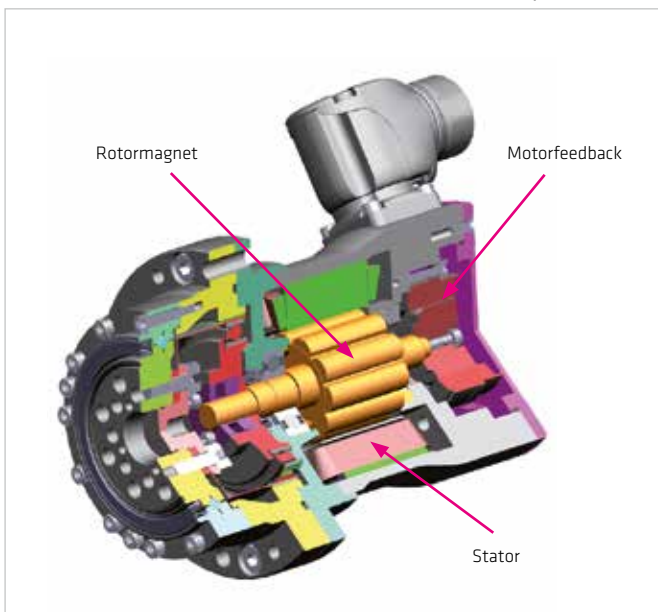
A- und B-Achsen

Bei diesen Achsen ist die Torsionssteifigkeit und die Übertragungsgenauigkeit des eingesetzten Antriebes 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 (Beispiele siehe Abb. 10.1 bis 11.1).

Abbildung 10.1

Servoantrieb (LynxDrive®)

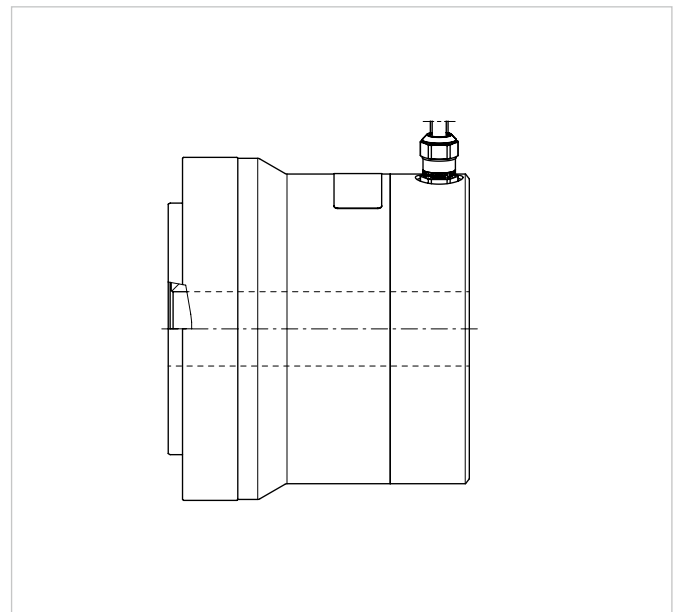


Für Antriebsaufgaben mit hohen Anforderungen an

- Dynamik
- Kompaktheit

Abbildung 10.2

Hohlwellenantrieb (CanisDrive®)



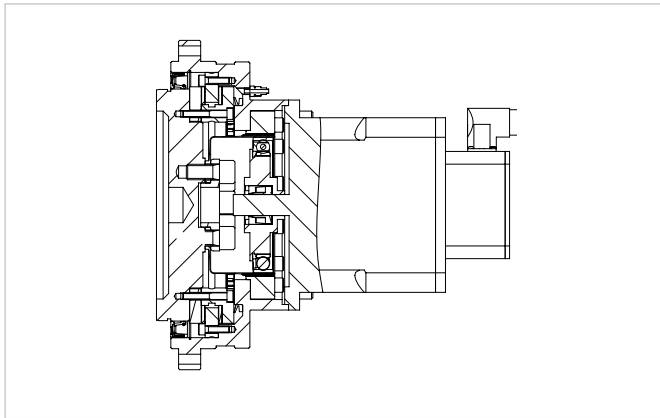
Für Antriebsaufgaben mit hohen Drehmoment- und Lebensdauer-Anforderungen

- Hohlwelle
- Option: Sperrluftanschluss

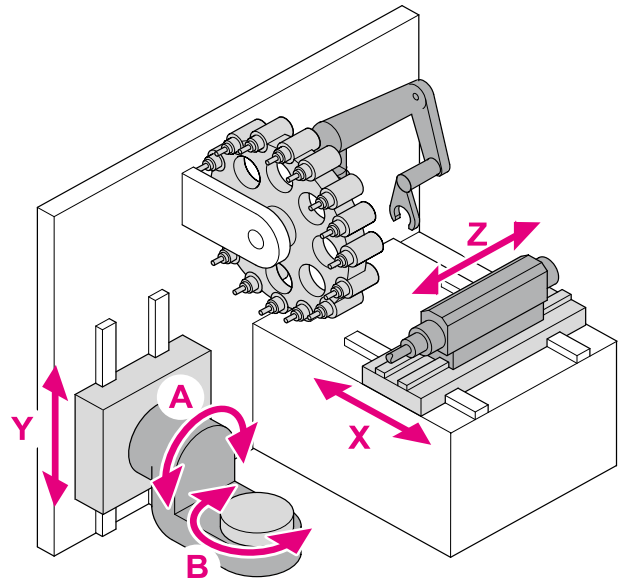


Abbildung 11.1

Unit (HFUC-2UH)



- Kundenspezifisch:
 - Axial-Radiallager als Abtriebslager
 - Sehr kurz bauend



Werkzeugmagazine und Werkzeugwechsler

In diesen Achsen sind hohe Wiederholgenauigkeit, kompakte Abmessungen und hohe Dynamik erforderlich. Die Abb. 11.2 und 11.3 zeigen typische Lösungen mit Harmonic Drive® Servoantrieben und Units.

Zum Einsatz kommen neben unterschiedlichen Harmonic Drive® Units und Hohlwellenservoantrieben bei hohen Anforderungen an die Dynamik auch Servoantriebe der Baureihe LynxDrive®.

Abbildung 11.2

Hohlwellenantrieb (CanisDrive®)

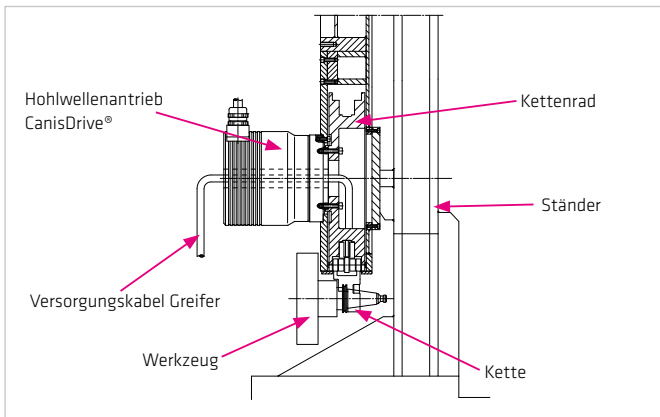
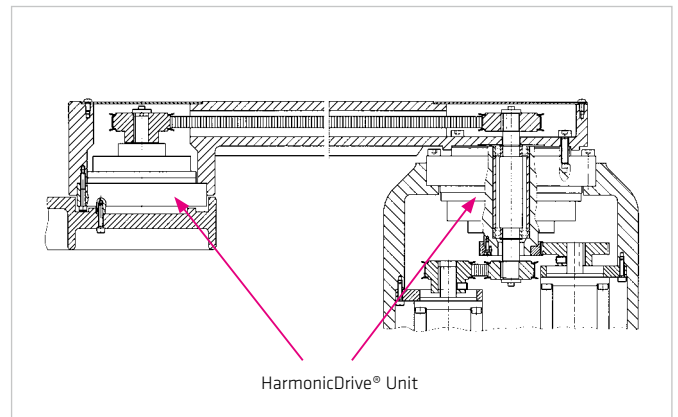


Abbildung 11.3

Harmonic Drive® Unit



A- und C-Achsen

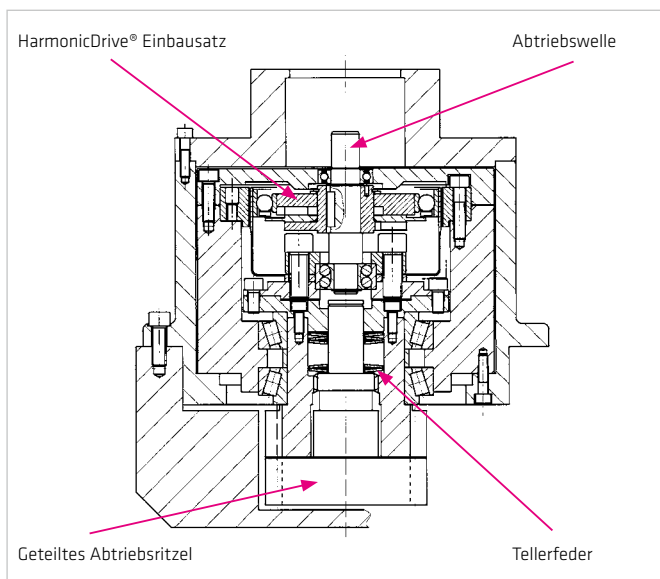
Harmonic Drive® Aktuatoren, Units und Einbausätze werden in zahlreichen Ausführungen in 2-Achs Fräsköpfen eingesetzt. Entscheidend für den Einsatz sind neben der Präzision, Kompaktheit und der optionalen Hohlwelle oft die vielfältigen Möglichkeiten zur individuellen Gestaltung der Antriebslösung, wie die Abbildungen 12.1 bis 13.3 beispielhaft zeigen. Wir bieten u.a. auch einbaufertige Sonderlösungen mit integriertem Klemmsystem, abtriebsseitiger Positionsrückmeldung, optimierter Übertragungsgenauigkeit bis ± 10 arcsec und kundenspezifischer Abtriebslagerung.

Verspannte Stirnradabtriebsstufen

In Kombination mit nachgeschalteten, verspannten Stirnradgetrieben können Fräskopfachsen mit besonders hoher Drehmomentkapazität und Torsionssteifigkeit bei sehr kompakten Abmessungen realisiert werden. Abbildung 12.2 zeigt einen Ausschnitt der A-Achse einer Portal-Fräsmaschine. Die dargestellte Getriebebox mit integriertem HFUC-Einbausatz ist Bestandteil einer zweistufigen Anordnung, bei der dem Harmonic Drive® Getriebe ein mittels geteiltem Ritzel spielfrei vorgespanntes Stirnradgetriebe nachgeschaltet ist. Dadurch wird die Torsionssteifigkeit maßgeblich vom Stirnradgetriebe bestimmt, so dass ein Harmonic Drive® Einbausatz mit einem Außendurchmesser von nur 135 mm und einer Baulänge von 53 mm als Vorstufe in der A- und C-Achse von Fräsköpfen mit Spindelleistungen bis 55 kW (S1) eingesetzt werden kann. Weitere Informationen zum Thema „mehrstufige Getriebe“ finden sie im Kapitel „Getriebekombinationen“.

Abbildung 12.2

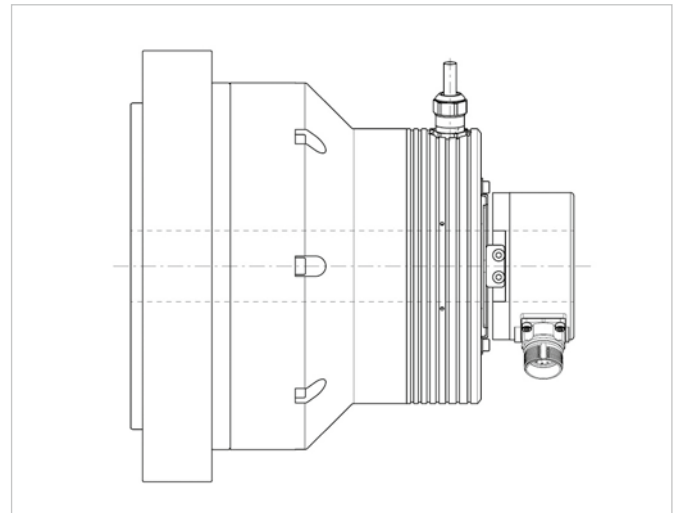
Einbausatz (HFUC-2A) mit Nachstufe



- Kompakte Abmessungen
- Hohe Torsionssteifigkeit
- Hohe Übertragungsgenauigkeit

Abbildung 12.1

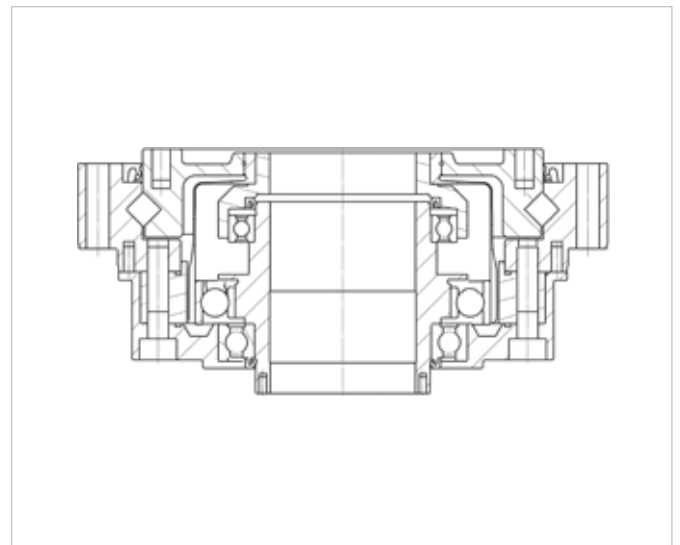
Servoantrieb (CHA)



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

Abbildung 12.3

Unit (CPU-M)

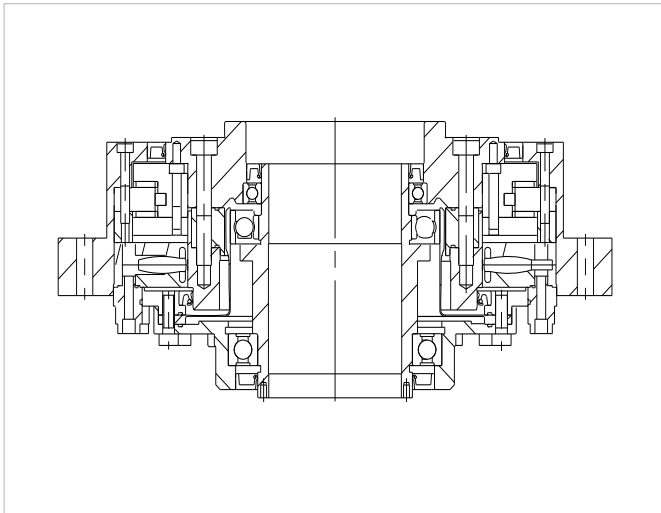


- Optimierte Übertragungsgenauigkeit (± 10 arcsec)



Abbildung 13.1

Unit (HFUS) kundenspezifisch



- Großer Hohlwellendurchmesser
- Axial-Radiallager als Abtriebslager
- Integriertes Klemmsystem

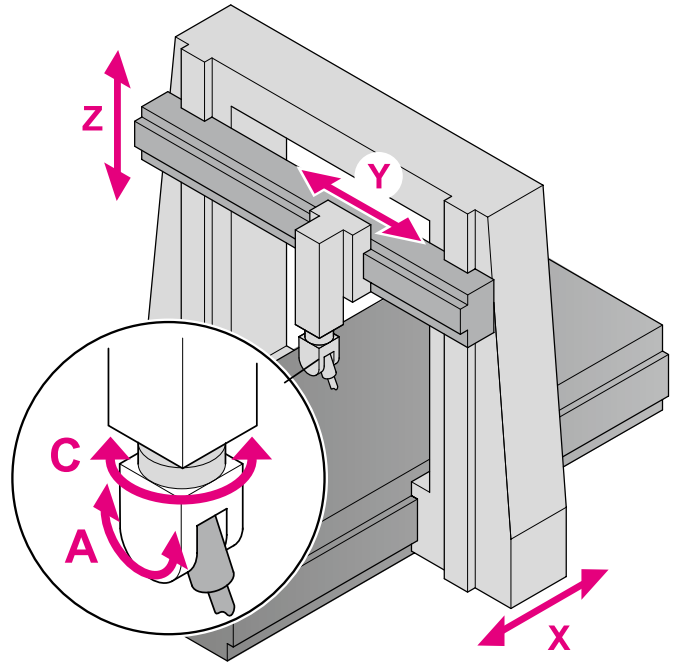
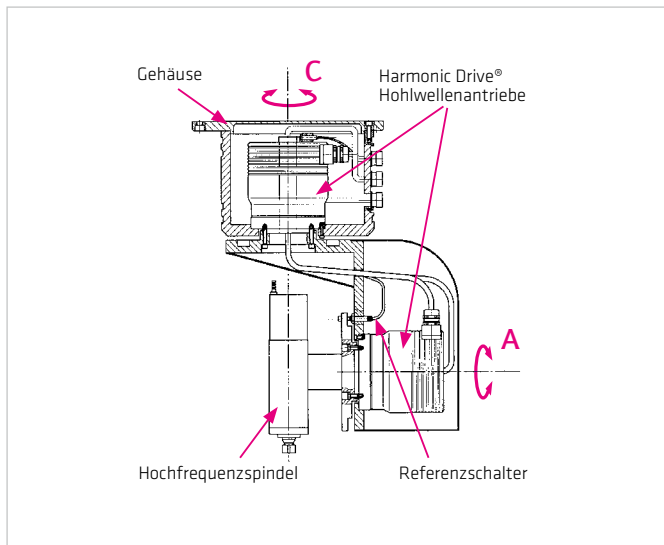


Abbildung 13.2

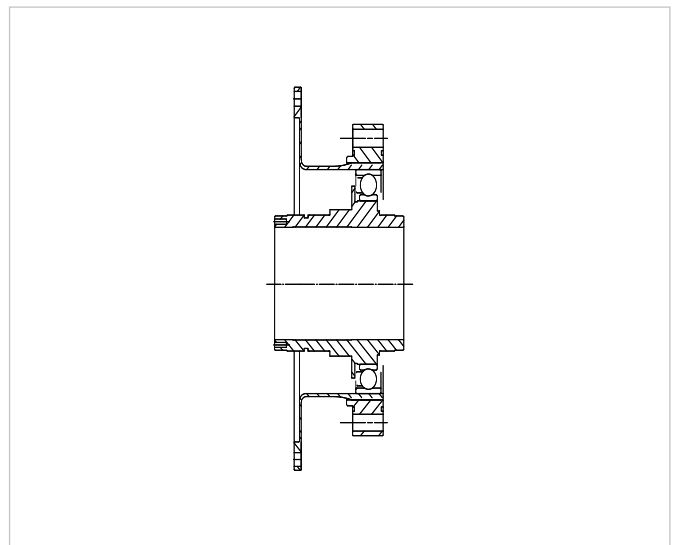
Hohlwellenantrieb (CHA)



- Verlängerte Hohlwelle für Endschalter

Abbildung 13.3

Einbausatz (HFUS)



- Großer Hohlwellendurchmesser



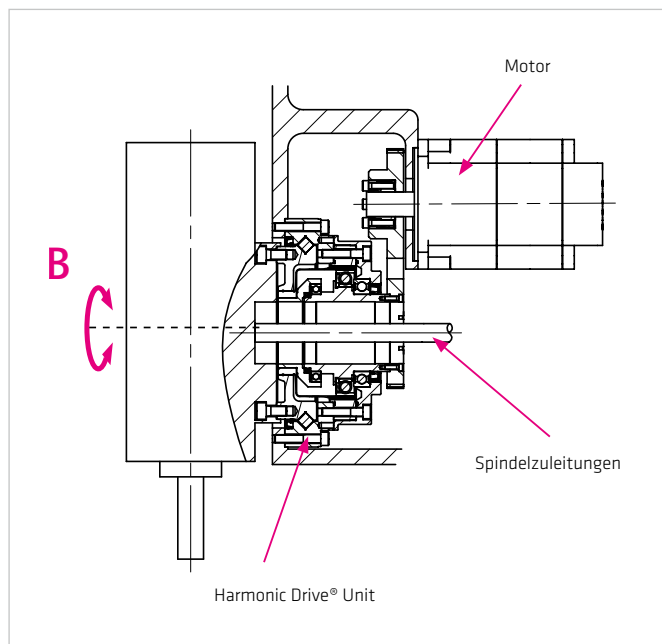
Wenn hohe Zuverlässigkeit, Robustheit und hohe Genauigkeit beim Einsatz in Dreh- und Fräszentren gefragt sind, stellen die bewährten Harmonic Drive® Produkte eine passende Lösung dar.

B-Achse

In den B-Achsen werden Units der Baureihe CPU und bei erhöhten Anforderungen an die Drehmomentkapazität und Lebensdauer auch der Baureihe CobaltLine® eingesetzt, weil diese Produkte neben der optionalen Hohlwelle eine besonders hohe Übertragungsgenauigkeit und eine Abtriebslagerung mit sehr geringem Koaxialitäts- und Parallelitätsfehler aufweisen (siehe Abb. 14.1).

Abbildung 14.1

Unit CPU-H



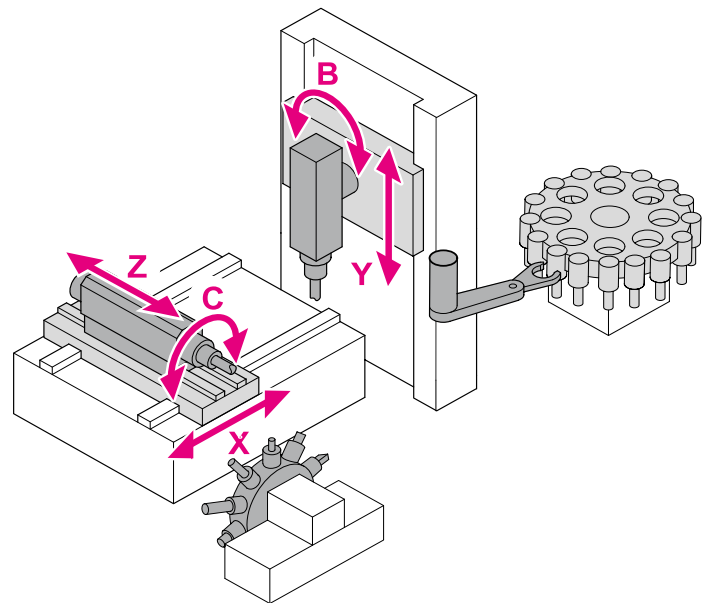
- Hohlwelle
- Präzises, kippsteifes Abtriebslager

Werkzeugmagazin und Werkzeugwechsler

Hier werden bevorzugt die für hochdynamische Anwendungen optimierten Servoantriebe der Baureihe LynxDrive® eingesetzt. Diese sehr kompakt bauenden Getriebemotoren stehen mit allen aktuellen Gebersystemen (inkrementell oder absolut) zur Verfügung. Auch Harmonic Drive® Einbausätze und Units werden eingesetzt.

Linearachsen

Aufgrund ihrer Kompaktheit und Präzision werden Harmonic Drive Planetengetriebe der Baureihe HPGP vielfach zum Antrieb der Linearspindeln in Werkzeugmaschinen eingesetzt.



CPU-H



LynxDrive®



HPGP

Mehrspindel- Drehautomaten

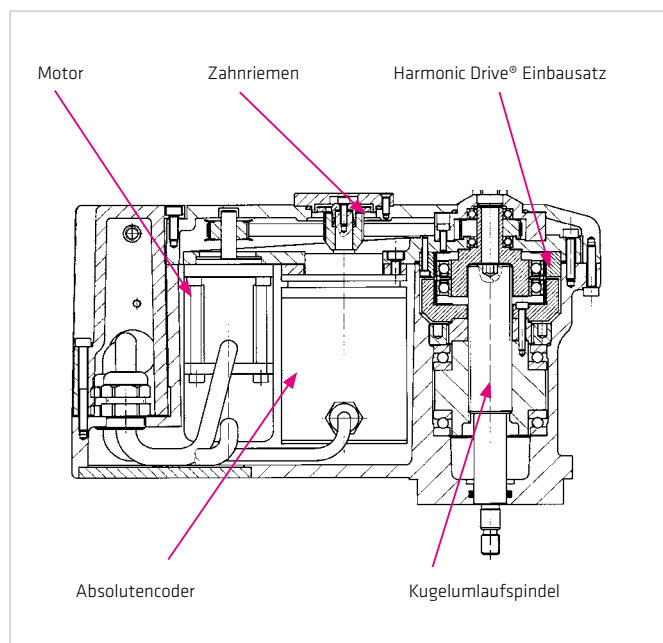
Wenn es neben Präzision und hoher Leistungsdichte auf die Maximierung der Produktivität ankommt, setzen Maschinenhersteller auf die Zuverlässigkeit und dauerhafte Präzision von Harmonic Drive® Servoantrieben und Getrieben.

X-Achse

HDPL Linearantrieb für Werkzeugverschleißkompensation

Der unbeaufsichtigte Betrieb von kurvenscheibengesteuerten Mehrspindeldrehautomaten erfordert eine automatisch arbeitende Werkzeugverschleiß- und Temperaturkompensation an den X-Achsen. Diese Funktion übernimmt der im Beispiel gezeigte Linearantrieb, s. Abb. 15.1. Er besteht aus einem AC-Motor, der über einen Zahnriemen ein Harmonic Drive® Getriebe mit nachgeschalteter Kugelumlaufspindel antreibt. Ein integrierter Multiturn Absolutencoder ermöglicht die präzise Positionierung ohne Referenzfahrt.

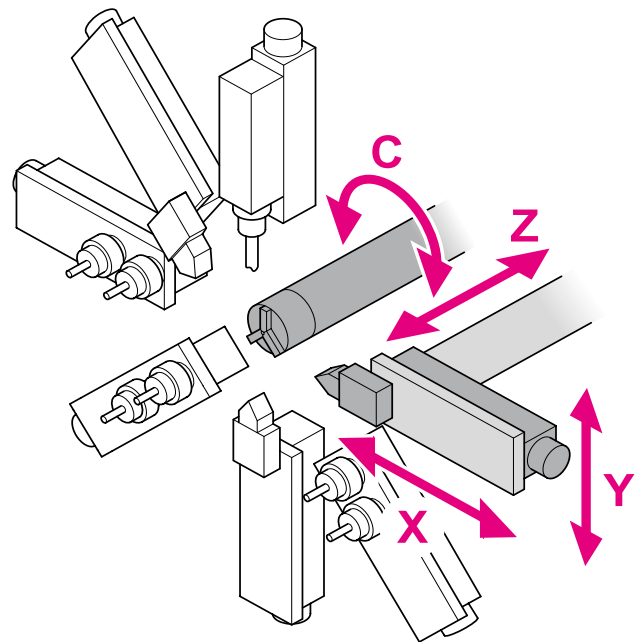
Abbildung 15.1 Linearantrieb HDPL



Y-Achse

HFUC Getriebeeinbausatz

Moderne Mehrspindel-Drehautomaten sind optional mit Y-Achsen ausgestattet. Diese Achsen ermöglichen beim Verzahnungs- oder Abwälzfräsen u. a. ein axiales Verschieben (Shiften) des Werkzeugs, wodurch höhere Werkzeugstandzeiten erzielt werden. Wegen des begrenzten Bauraums muss diese Linearachse besonders kompakt bauen. Zum Einsatz kommen bevorzugt HFUC Einbausätze, die Spielfreiheit, hohe Drehmomentkapazität und hohe Torsionssteifigkeit bieten.



HDPL



HFUC-2A

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

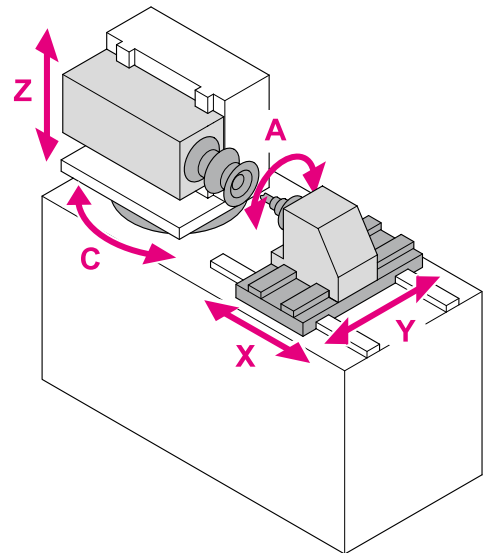
A-Achse (Teilapparat) und C-Achse

Hier werden oft Servoantriebe der Baureihen CHA und FHA-C, zum Teil mit Singleturn Absolutencoder, eingesetzt. Bei diesen sehr kompakt bauenden Hohlwellenservoantrieben wird die Abtriebsposition durch die Hohlwelle hindurch an den motorseitig montierten Singleturn Absolutencoder übertragen. Die Servoantriebe verfügen über sehr kippsteife und hochgenaue Abtriebslager.

Für weitere Anwendungen werden Units der Baureihe CPU und Einbausätze der Baureihen HFUC und HFUS eingesetzt.

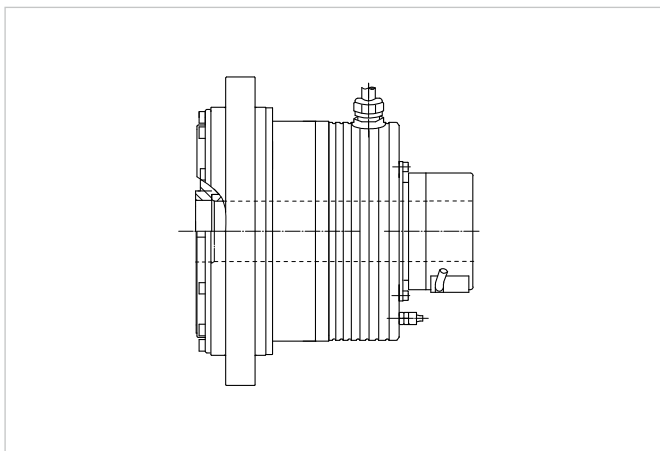
Hilfsachsen

Auch in Abrichtern und Werkzeugwechslern werden die kompakt bauenden Servoantriebe der Baureihen CHA und FHA-C bevorzugt eingesetzt.



A- und C-Achsen
Hohlwellenantriebe FHA-C, CHA

Abbildung 16.1



- Singleturn Absolut Encoder, Hohlwelle

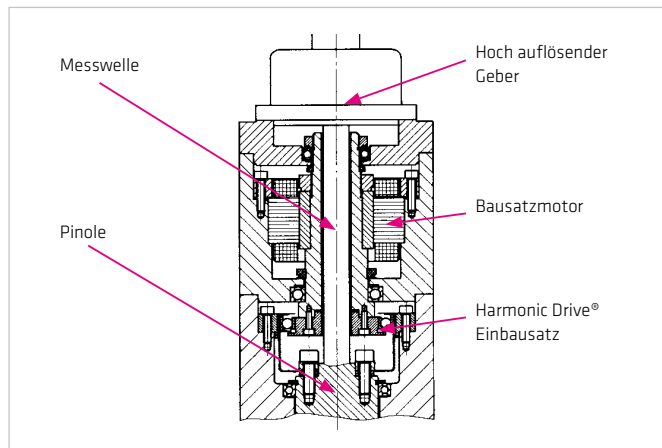


Bei der Herstellung komplexer dreidimensionaler Werkstückgeometrien werden sehr hohe Anforderungen an die Genauigkeit der Positionierachsen gestellt. Harmonic Drive® Getriebe und Aktuatoren werden daher oft in Erodiermaschinen eingesetzt.

C-Achse

Wegen der für diese Achse erforderlichen Positioniergenauigkeit ist eine abtriebsseitige Positionsrückmeldung erforderlich. In der beschriebenen Anwendung werden Harmonic Drive® Getriebeeinbausätze der Baureihe HFUC mit Rückführung der abtriebsseitigen Position auf den auf der Antriebsseite montierten Encoder genutzt, s. Abb. 17.1. 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.

Abbildung 17.1

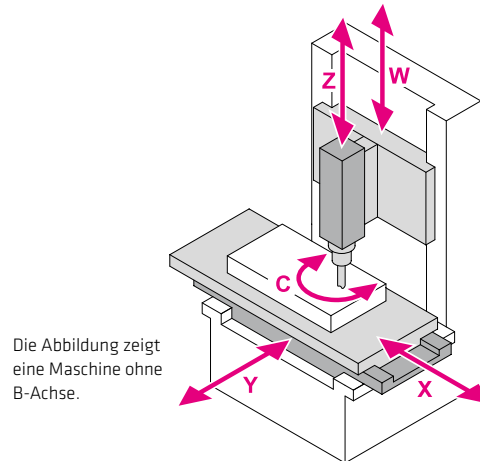


- Hohlwelle
- Spielfrei



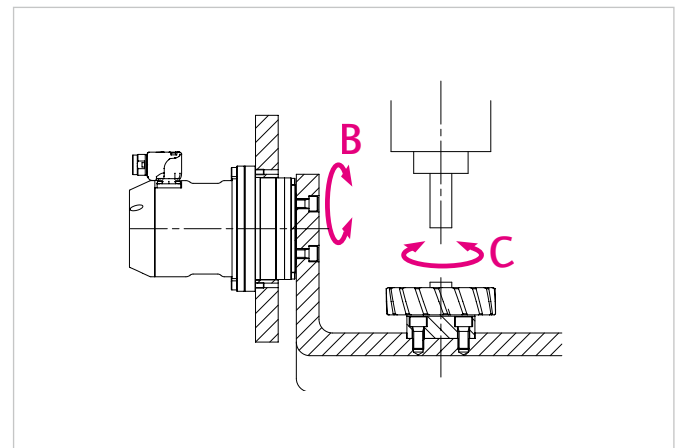
B-Achse

Während Standard-Erodiermaschinen mit vier Achsen bestückt sind, erfolgt das Erodieren von Bauteilen mit komplexen Konturen, wie z. B. Triebwerksschaufeln, mit 5- oder 6-Achs-Maschinen. In dem in Abb. 17.2 gezeigten Beispiel wird ein LynxDrive® Servoantrieb in der B-Achse einer 6-Achs-Erodiermaschine eingesetzt.



Die Abbildung zeigt eine Maschine ohne B-Achse.

Abbildung 17.2



- Kompakt
- Spielfrei



In Wasserstrahlschneidmaschinen werden Harmonic Drive® Servoantriebe und Planetengetriebe in den Schneidkopf- und Linearachsen eingesetzt.

Schneidkopf-Achsen

Bei Wasserstrahlschneidmaschinen werden die herstellbaren Werkstückgeometrien maßgeblich von der Kompaktheit der Schneidkopfachsen bestimmt. Daher kommen in diesen Achsen vorzugsweise sehr kompakt bauende Antriebskomponenten zum Einsatz. Führende Maschinenhersteller setzen in den Schneidkopfachsen Harmonic Drive® Hohlwellenantriebe der Baureihe FHA-C Mini ein.

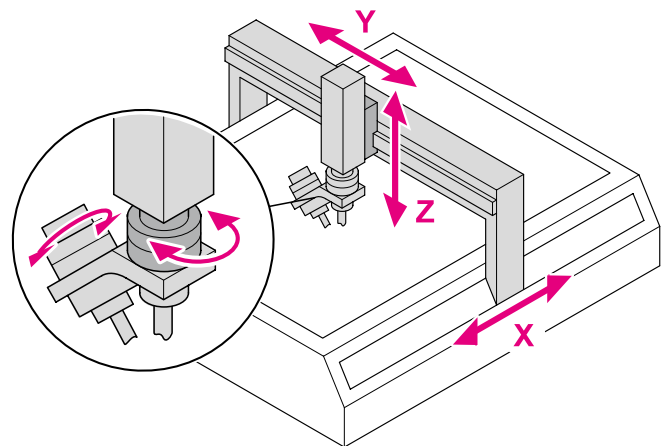
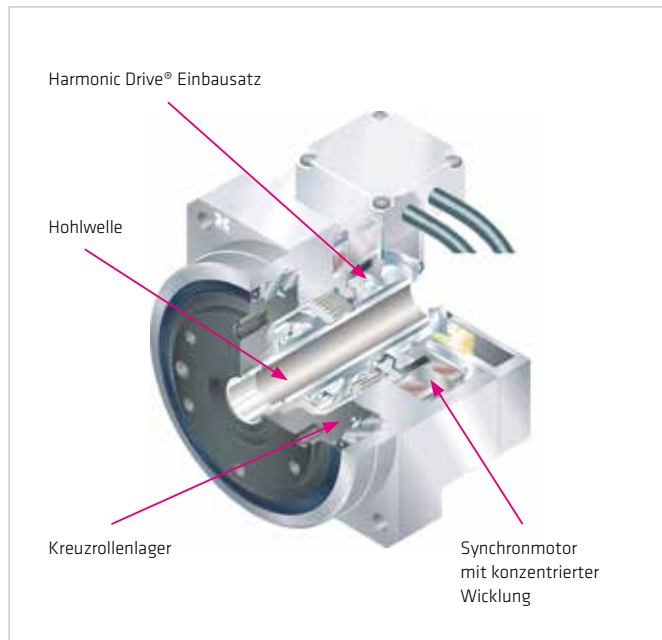
Linearachsen

Lineare Positionierungen und präzise Bahnfahrten mit Achsinterpolation erfordern spielarme und präzise Präzisionsgetriebe mit kleinen Untersetzungen. In den Linearachsen werden Planetengetriebe der Baureihe HPG, zum Teil in Kombination mit Harmonic Drive® Motoren der Baureihe CHM, eingesetzt.

Einige Hersteller setzen auch in den Linearachsen Servoantriebe der Baureihe FHA-C Mini wegen ihrer kompakten Bauweise ein. In diesen Fällen wird die Linearbewegung beispielsweise über Zahnriemen realisiert und die Positionsrückmeldung erfolgt über lineare Messsysteme.

Schneidkopf- und Linearachsen Servoantrieb (FHA-C Mini)

Abbildung 18.1



- Kompakt, hohe Leistungsdichte
- Hohlwelle



Die beschriebene Achse zeigt beispielhaft die Kompaktheit der mit Harmonic Drive® Produkten realisierten Antriebslösungen.

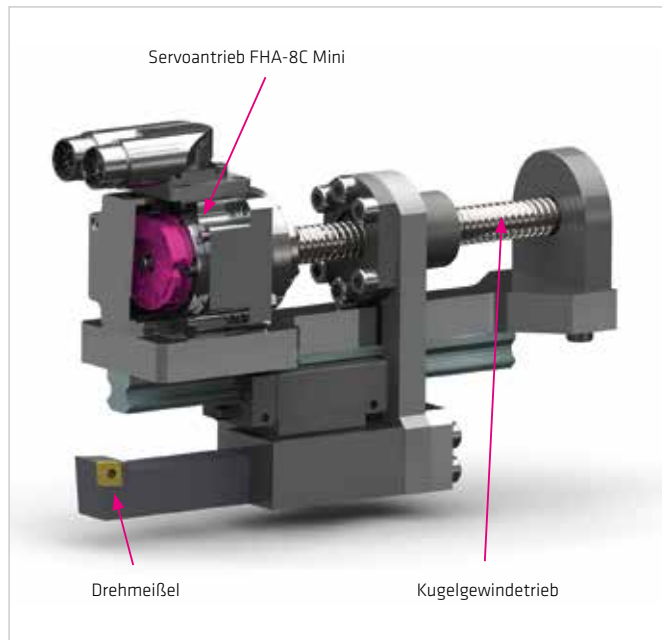
Für eine lineare Werkzeugmaschinen-Zusatzachse wird in dem zur Verfügung stehenden Bauvolumen von nur 170 cm³ ein Harmonic Drive® Hohlwellenservoantrieb zum Antrieb der Spindel und Abstützung der Axialkräfte eingesetzt. Dieses Produkt der Baureihe FHA-8C Mini hat bei Abmessungen von nur 50x50x65 mm ein maximales Abtriebsdrehmoment von ca. 5 Nm.

Am Motor kommt ein sehr kompakter, getriebeloser Multi-urn-Drehgeber zum Einsatz. Bei diesem Geber wird die Positionsinformation elektronisch gespeichert. Dank einer extern im Schaltschrank zu platzierenden Pufferbatterie bleibt die absolute Positionsinformation auch bei fehlender beziehungsweise ausgefallener Spannungsversorgung erhalten. Die Batterie kann im laufenden Betrieb ohne Informationsverlust gewechselt werden.

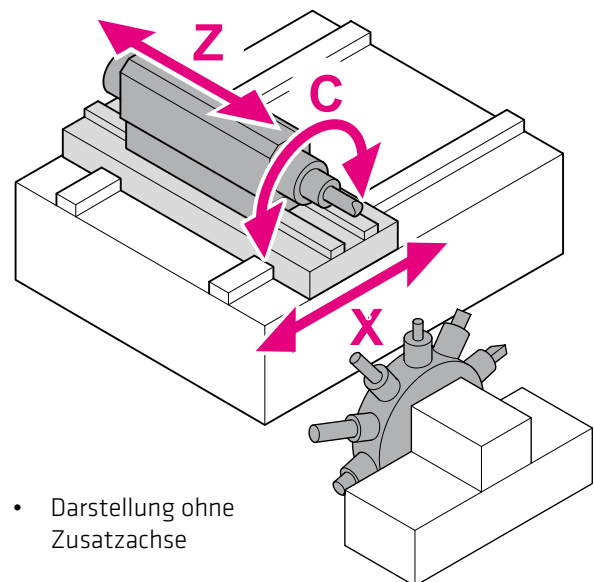
Als Regelgerät wird ein Harmonic Drive® Servoregler der Baureihe YukonDrive® eingesetzt. Das Regelgerät steht in unterschiedlichen Leistungsklassen und mit Schnittstellen für unterschiedliche Feldbussysteme, z. B. CANopen, EtherCAT, SERCOS II & III, PROFIBUS, PROFINET zur Verfügung.

Zusatzachse Servoantrieb (FHA-C Mini)

Abbildung 19.1



- Darstellung ohne Spindelgehäuse und mit Schnitt durch den Geberdeckel



FHA-C Mini



YukonDrive®

Zwei- oder dreistufige Anordnung von Getrieben

In den Bearbeitungs- und Peripherieachsen großer Werkzeugmaschinen werden neben einstufigen Antriebslösungen häufig Getriebekombinationen aus einem Harmonic Drive® Wellgetriebe und einem nachgeschalteten, verspannten Stirnradsatz eingesetzt. Diese Kombinationen zeichnen sich durch eine sehr hohe Torsionssteifigkeit, Drehmomentkapazität und Übertragungsgenauigkeit aus. Die sehr kurz bauenden Harmonic Drive® Präzisionsgetriebe ermöglichen die Realisierung äußerst kompakter Getriebekombinationen. Tabelle 21.1 zeigt die Eigenschaften der am häufigsten eingesetzten Lösungen im Vergleich.

Einstufige Anordnung

Typische Antriebslösungen in Bearbeitungs- und Peripherieachsen führender Werkzeugmaschinenhersteller sind einstufige Anordnungen, die aus Harmonic Drive® Servoantrieben oder Kombinationen von Harmonic Drive® Wellgetrieben mit Standardmotoren bestehen.

Zwei- oder dreistufige Anordnung (Verspannte Nachstufe)

Diese Lösung wird bevorzugt in Fräsköpfen mit Spindelleistungen im Bereich 40~60 kW und in Bearbeitungsachsen und Palettenwechslern großer Werkzeugmaschinen eingesetzt. Je nach technischer Anforderung und verfügbarem Bauraum wird die dem Harmonic Drive® Wellgetriebe nachgeschaltete Stirnradstufe ein- oder zweistufig ausgeführt. Die Harmonic Drive AG liefert für diese Anwendungen spezielle Getriebe mit Übertragungsgenauigkeiten $< \pm 10$ arcsec. Da die

Untersetzungen der nachgeschalteten Stirnradstufen typisch zwischen drei und fünf liegen, beträgt die Übertragungsgenauigkeit der beschriebenen Getriebekombination theoretisch $\pm 10/4 = \pm 2,5$ arcsec oder $\pm 0,0007^\circ$ (siehe auch Abb. 20.1).

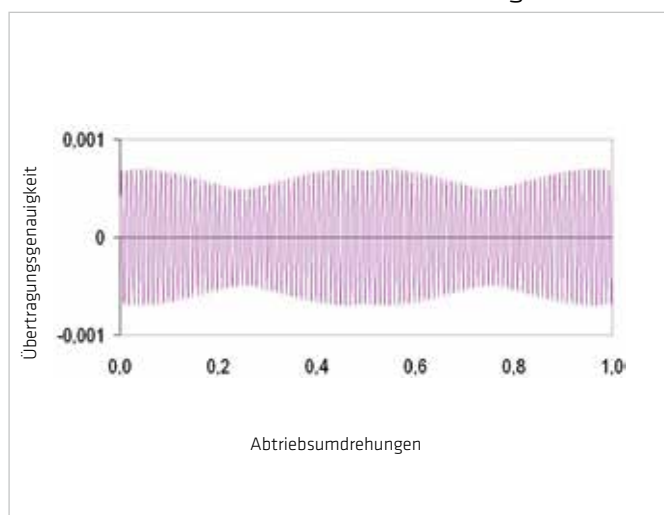
Abbildung 21.2 wird verwendet, um den für die individuelle Anwendung besten Kompromiss zwischen Getriebebaugröße, Torsionssteifigkeit und Untersetzung (bestimmt die max. Abtriebsdrehzahl) zu finden. Es zeigt die relative Torsionssteifigkeit (Ordinate), die sich in Abhängigkeit der Relation der Torsionssteifigkeiten der verwendeten Getriebe (Abszisse) und der Stirnradstufen-Untersetzungen ergibt.

Beispiel: Wenn die Torsionssteifigkeit der nachgeschalteten Stirnradstufe 10 mal höher ist als die Torsionssteifigkeit des eingesetzten Harmonic Drive® Wellgetriebes und das nachgeschaltete Getriebe die Untersetzung vier hat, beträgt die Torsionssteifigkeit der gesamten Getriebekombination 73 % der Torsionssteifigkeit der nachgeschalteten Getriebestufe.

Zweistufige Anordnung (Elektrische Verspannung)

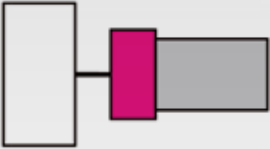
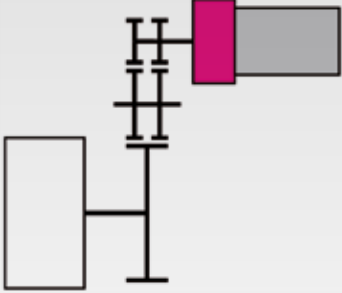
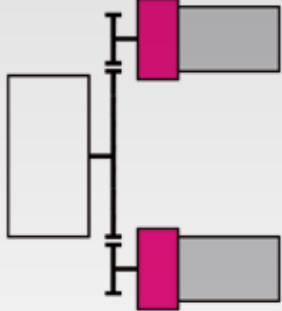
Diese Lösung wird für Anwendungen in sehr großen Werkzeugmaschinen eingesetzt. Hier werden Harmonic Drive® Präzisionsgetriebe hauptsächlich wegen ihrer hervorragenden Übertragungsgenauigkeit, Kompaktheit und ihrem geringen Gewicht eingesetzt.

Abbildung 20.1 Übertragungsgenauigkeit
2-stufiges Getriebe



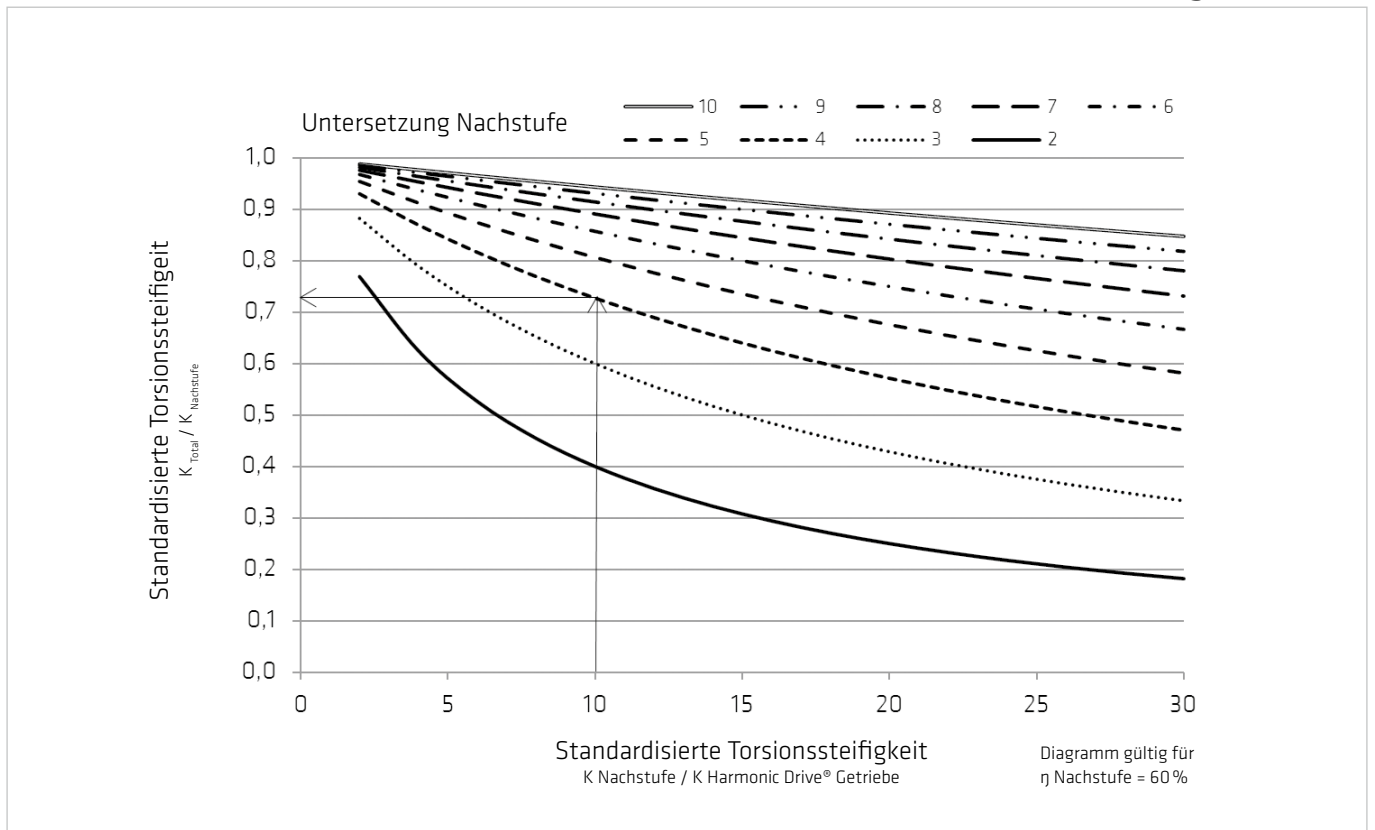
Eigenschaften von Getriebekombinationen

Abbildung 21.1

Einstufige Anordnung Direkte Getriebeanbindung	Zwei- oder dreistufige Anordnung Verspannte Nachstufe	Zwei x zweistufige Anordnung Elektrische Verspannung
 <ul style="list-style-type: none"> + einfacher mechanischer Aufbau + nur ein Getriebe/Motor/Regler pro Achse - begrenzte Verdrehsteifigkeit bzw. große Getriebebaugröße 	 <ul style="list-style-type: none"> + höhere Verdrehsteifigkeit + nur ein Getriebe/Nachstufe/Motor/Regler pro Achse - Verspannung fest eingestellt 	 <ul style="list-style-type: none"> + höchste Verdrehsteifigkeit + Verspannung elektrisch einstellbar + hohe Dynamik - zwei Getriebe/Motoren/Regler pro Achse - Steuerung muss elektrische Verspannung unterstützen

Standardisierte Torsionssteifigkeit eines zweistufigen Getriebes

Abbildung 21.2



Elektrisch verspannte Antriebe in Fräszentren

C-Achse

Abbildung 22.1 zeigt die C-Achse eines Bearbeitungszentrums großer Turbinenbauteile. Sie ist mit zwei elektrisch verspannten Antrieben, jeweils bestehend aus Harmonic Drive® Units der Baureihe HFUC und Servomotoren, ausgestattet. Die Schnittkräfte der Maschine betragen bis zu 30 kN. Die Steuerung variiert das Verspannmoment je nach Betriebsart. Bei schnellen Vorschubbewegungen arbeiten beide Antriebe zusammen, um ein hohes Beschleunigungsmoment zu erreichen. Wenn die Achse in die Soll-Position fährt, fungiert ein Antrieb als Bremse und erhöht das Verspannmoment, um das Verzahnungsspiel in der Zahnkranzstufe zu eliminieren. Diese Anordnung bietet somit große Vorteile bezüglich Präzision und Dynamik.

Durch die Hohlwelle werden die Versorgungsleitungen für Luft, Öl und Hydraulikflüssigkeit geführt.

A-Achse

Abbildung 22.2 zeigt die A-Achse des oben beschriebenen Fräskopfes. Auch diese Achse ist mittels zweier Harmonic Drive® Units der Baureihe HFUC elektrisch verspannt. In der Zeichnung ist nur eine Unit erkennbar, da sich die zweite direkt hinter der ersten befindet. Die Ritzel an den Abtriebsflanschen der Harmonic Drive® Units greifen in ein außenverzahntes Stirnrad. Die zentrale Hohlwelle wird zur Durchführung von Versorgungsleitungen (Luft, Wasser und Öl) für die integrierte Frässpindel genutzt. Das max. Drehmoment dieser Achse beträgt 12.000 Nm.

Abbildung 22.1

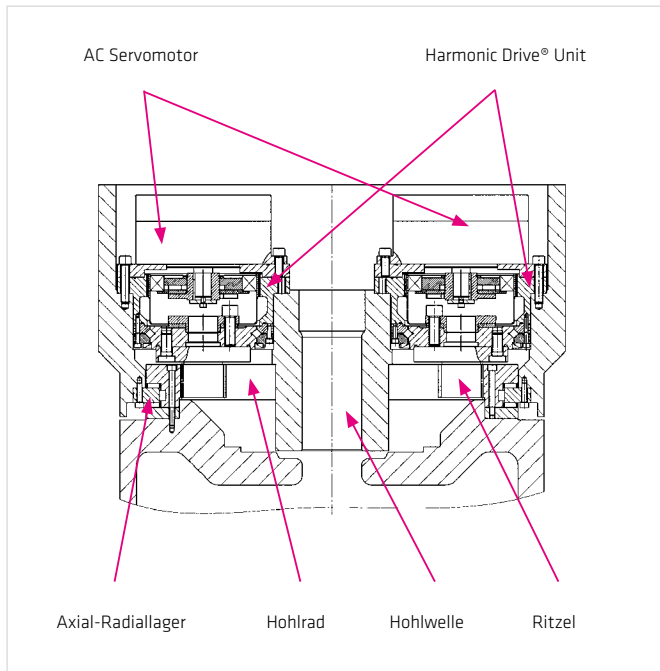
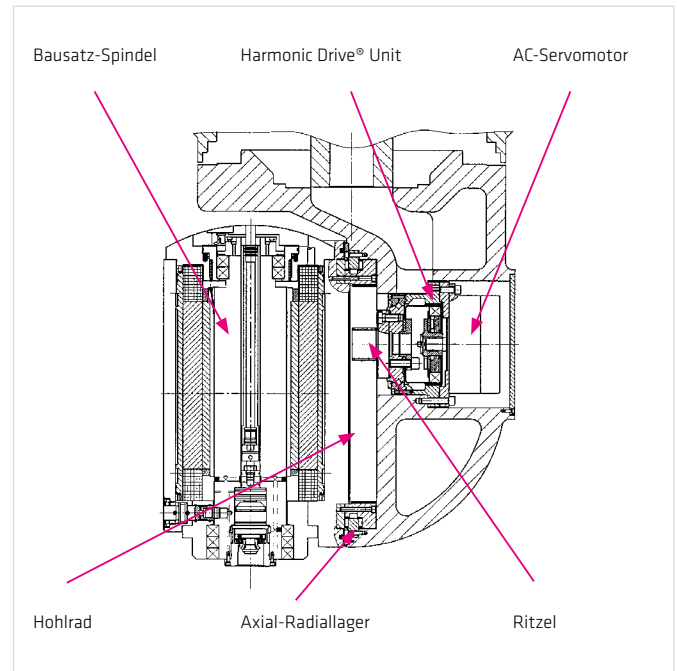


Abbildung 22.2



Unterstützung bei Berechnung und Konstruktion

Bei Auslegungen von Getrieben und Servoantrieben bzw. Anwendungen mit speziellen Anforderungen bezüglich z. B. Kompaktheit, Gewicht, Genauigkeit oder sonstigen herausfordernden Randbedingungen unterstützen wir unsere Kunden mit Berechnungen und Lösungsvorschlägen oder der Entwicklung und Konstruktion von kundenspezifischen Sonderlösungen. Zusätzlich prüfen wir auf Wunsch die von unseren Kunden erarbeiteten Einbindungen unserer Produkte in ihre Maschine. Dabei nutzen die Mitarbeiter unserer Fachabteilungen neben ihren langjährigen Erfahrungen auf dem Gebiet der Präzisions-Antriebstechnik zeitgemäße Berechnungssoftware zur Antriebsauslegung, Simulation und Strukturberechnung.

Beispiele:

Modellbasierte Simulation eines Zwei-Achs-Sägeaggregats

Abbildung 23.1 zeigt das von der Harmonic Drive AG erstellte Simulationsmodell für die Getriebe- und Abtriebslager-Auslegung eines Sägeaggregats. Die Berechnungen wurden für unterschiedliche Zykluszeiten bei jeweils simultaner Bewegung der Winkel- und Neigungsachse durchgeführt. Dabei wurden neben den Bearbeitungskräften, Gewichten und Massenträg-

heitsmomenten auch die Kreismomente des Sägeblatts berücksichtigt. Getriebe und Motor wurden für die geforderte minimale Einsatztemperatur von -15 °C ausgelegt. Zum Einsatz kommen Harmonic Drive® Hohlwellenunits mit dem speziell entwickelten Tieftemperatur-Schmierfett Flexolub®-M0.

Produkt- und anwendungsspezifische FEM-Berechnungen

Abbildung 23.2 zeigt die Spannungsverteilung einer kundenspezifischen Wellgetriebe-Antriebslösung für einen Palettenwechsler. Hier wurde die maximal mögliche Beladung mittels FEM-Berechnung überprüft.

Schmal bauende Antriebslösung für Werkzeugmagazin

Abbildung 23.3 zeigt einen sehr schmal bauenden Werkzeugmagazin-Antrieb, der vom Kunden in der gezeigten Form aufgrund eines Lösungsvorschlags der Harmonic Drive AG umgesetzt wurde. Die Antriebslösung basiert auf einer Harmonic Drive® Hohlwellenunit der Baureihe HFUS mit vorgeschaltetem Zahnriemenantrieb nebst handelsüblichem Winkelgetriebe, das über eine Faltenbalgkupplung mit der Motorwelle verbunden ist. Technische Daten: Breite 66 mm, Hohlwellendurchmesser 29 mm, $T_{max} = 229 \text{ Nm}$.

Abbildung 23.1

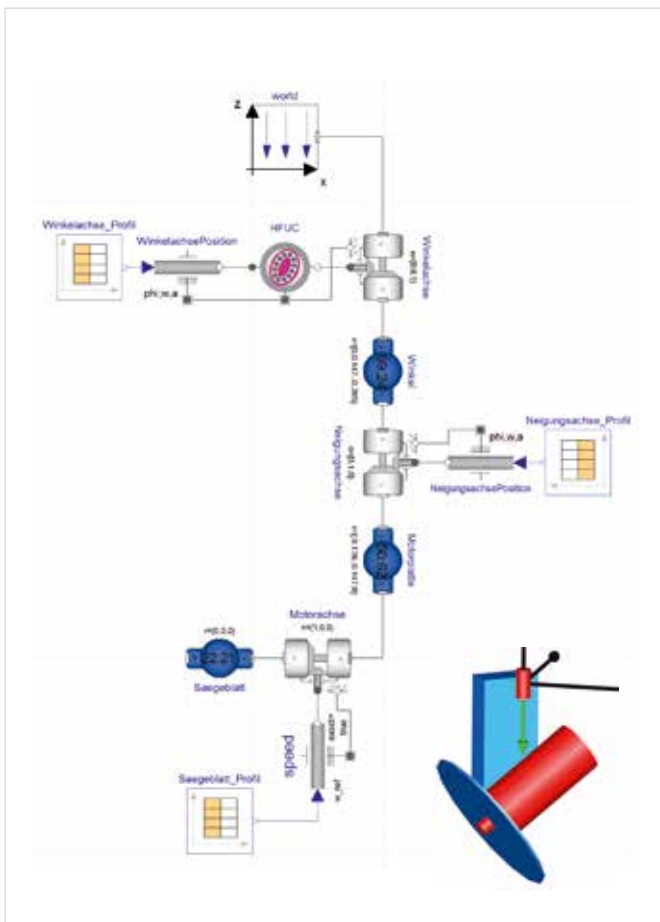


Abbildung 23.2

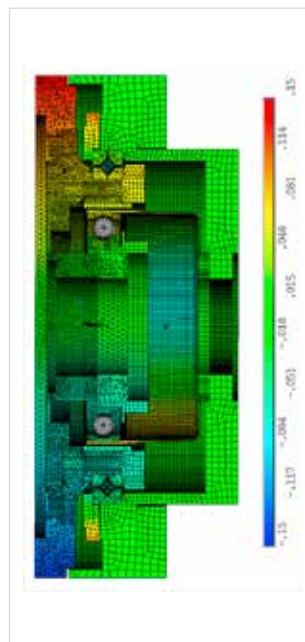



Abbildung 23.3



 Deutschland
Harmonic Drive AG
Hoenbergstraße 14
65555 Limburg/Lahn


T +49 6431 5008-0
F +49 6431 5008-119


info@harmonicdrive.de
www.harmonicdrive.de



Technische Änderungen vorbehalten.


 Belgien

 Brasilien

 Dänemark

 Finnland

 Frankreich


 Großbritannien


 Indien


 Israel

 Italien


 Japan


 Niederlande

 Norwegen

 Österreich


 Polen


 Russland

 Schweden

 Schweiz

 Spanien

 Südafrika

 Tschechien

 Türkei

 USA