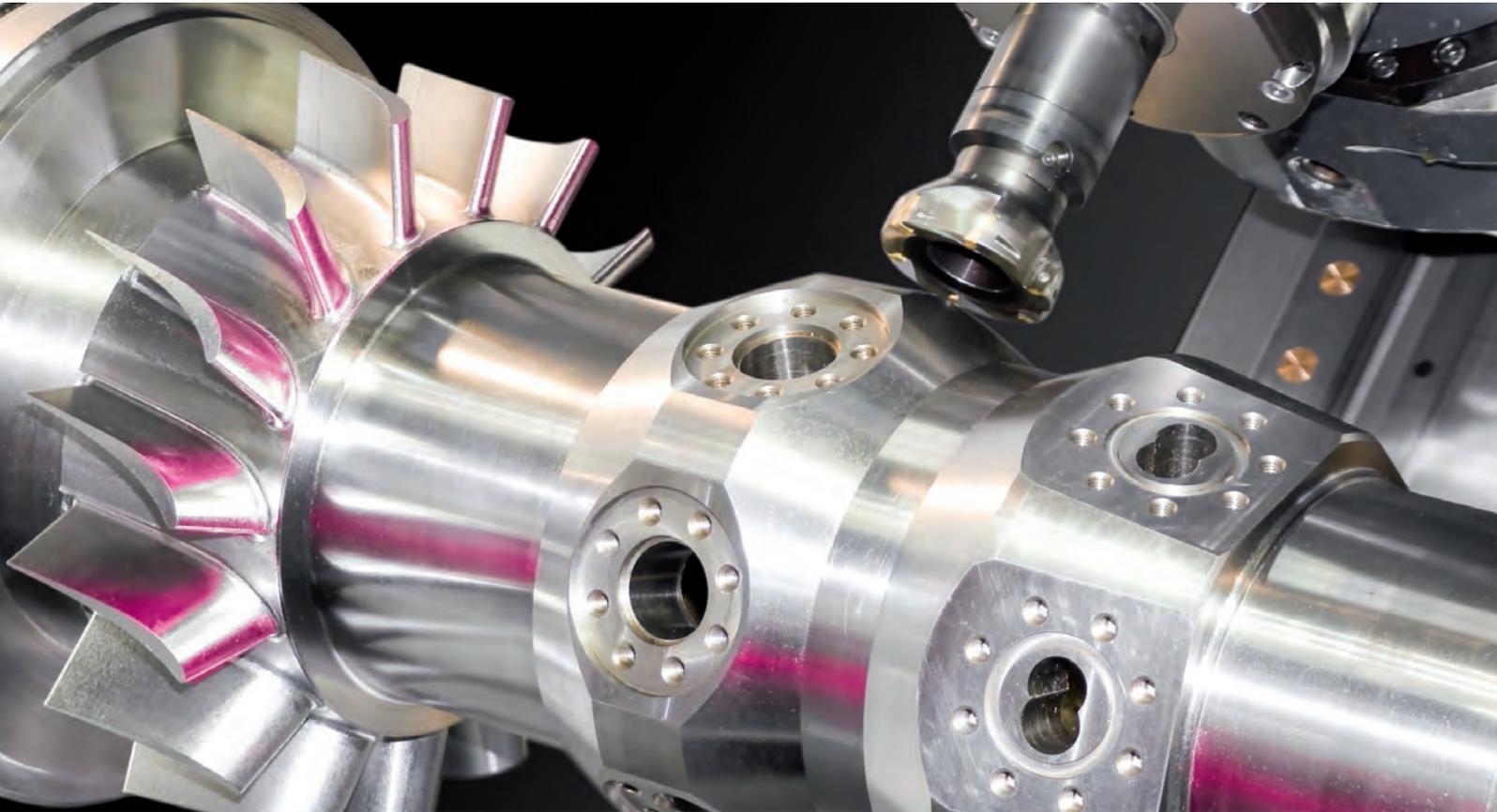




Harmonic
Drive AG

...just move it!



Präzision ist unser Antrieb – Harmonic Drive® in Werkzeugmaschinen

Precision is our driving force - Harmonic Drive® in machine tools



Inhalt Content

- 3 Das Unternehmen
The Company
- 4 Anforderungen an Positionierantriebe
Your Requirements for Positioning Actuators
- 5 Vorteile
Advantages
- 6 Produktprogramm
Product Programme
- 8 Bearbeitungszentren und Dental-Fräsmaschinen (vertikale Spindel)
Machining Centres and Dental Milling Machines (Vertical Spindle)
- 10 Bearbeitungszentren (horizontale Spindel)
Machining Centres (Horizontal Spindle)
- 12 Fräszentren: Fräskopf, A- und C-Achsen
Milling Centres: Milling Head, A- and C-Axes
- 14 Dreh-Fräszentren
Turning Milling Centres
- 15 Mehrspindel-Drehautomaten
Multi Spindle Lathes
- 16 Werkzeugschleifmaschinen
Tool Grinding Machines
- 17 Senkerodiermaschinen
Electric Discharge Machines (EDM)
- 18 Wasserstrahlschneidmaschinen
Water Jet Cutting Machines
- 19 Spezialmaschinen
Special Machines
- 20 Getriebekombinationen
Gear Combinations
- 23 Online-Werkzeuge und Daten
Online Tools and Data
- 24 Harmonic Drive® Technologie-Antriebsauslegung
Harmonic Drive® Technology-Engineering Support
- 25 Kompatibilität
Compatibility
- 26 Referenzen
References



Als Technologieführer im Bereich hochpräziser Antriebstechnik realisiert die Harmonic Drive AG kontinuierlich anspruchsvolle und vor allem maßgeschneiderte Lösungen. Wir bieten unseren Kunden hochpräzise Harmonic Drive® Getriebe und Antriebe „made in Germany“. Diese werden in wichtigen Schlüsselbranchen wie z.B. Medizintechnik, Robotik, Luft-/Raumfahrt, Automotive – und natürlich Werkzeugmaschinen eingesetzt.

Das revolutionäre und einzigartige Funktionsprinzip der Harmonic Drive® Wellgetriebe ermöglicht umfangreiche Anwendungsmöglichkeiten in den verschiedensten Bereichen. Gerade in Werkzeugmaschinen können unsere Antriebskonzepte die extremen Anforderungen an Kompaktheit, Drehmoment und Genauigkeit perfekt erfüllen. Ob Einbausätze, Units, Getriebeboxen, Planetengetriebe, Servoantriebe oder Sonderantriebe nach individuellen Kundenspezifikationen – die Harmonic Drive AG entwickelt, konstruiert und fertigt technisch ausgereifte, innovative Produkte, die sich durch herausragende Genauigkeit, hohe Leistungsdichte, kompakte Abmessungen, geringes Gewicht und eine lange Lebensdauer auszeichnen.

Das ist aber nicht allein unser Verdienst – auch unsere Kunden haben einen wichtigen Beitrag dazu geleistet. Kunden, die immer wieder mit anspruchsvollen Aufgaben an uns herantreten und innovative Lösungen fordern. Dieser konstruktive Dialog führt dazu, dass wir immer wieder neue Maßstäbe im Markt setzen und Sie stets ein bisschen mehr von uns erwarten können. Sehen Sie selbst!

As a pioneer in the field of high precision drive technology, Harmonic Drive AG is continuously delivering high-quality and, above all, tailor-made solutions. We offer our clients high precision Harmonic Drive® gears and drives “made in Germany”. These are used in significant key areas such as, for example, medical technology, robotics, aerospace, the automotive industry – and, of course, machine tools.

The revolutionary and unique operating principle behind the Harmonic Drive® strain wave gears provides for a wide range of application options in the most varied areas. In machine tools, our drive designs can perfectly meet the extreme demands for compactness, torque and accuracy. Whether they are Component Sets, Units, Gearboxes, Planetary Gears, Servo Actuators or Special Actuators to individual specifications – Harmonic Drive AG can develop, design and manufacture technically advanced, innovative products which are characterised by outstanding accuracy, high power density, compact dimensions, low weight and a long life.

But this is not achieved on our merit alone, our customers also make an important contribution by repeatedly challenging our team with demanding requests that require innovative solutions. This constructive dialogue leads to us bringing ever new benchmarks onto the market and means that you can always expect just that little bit more from us. See for yourself!

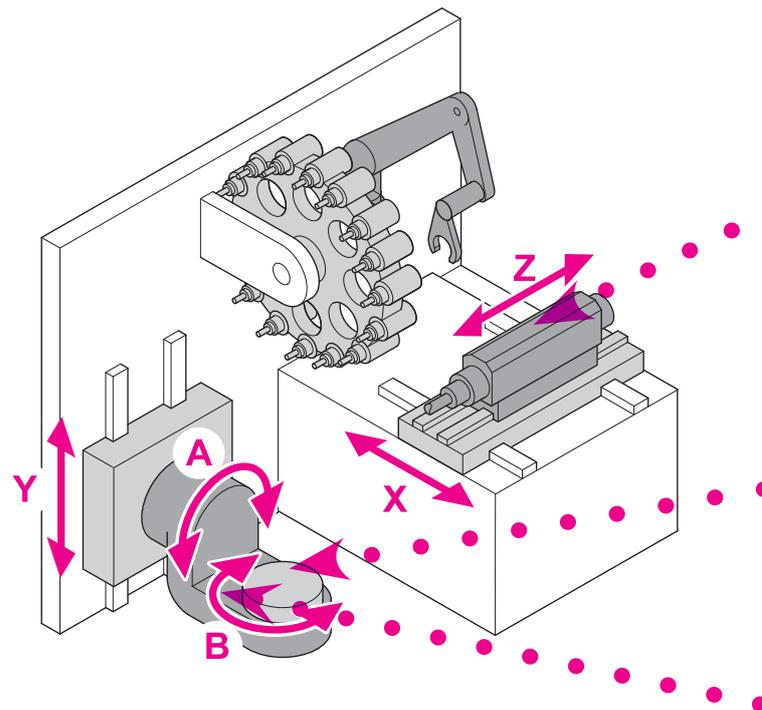
Anforderungen an Positionierantriebe

Requirements for Positioning Actuators

Hochpräzise und dynamische Positionieraufgaben in unterschiedlichen Maschinenkonzepten sind eine permanente Herausforderung für die Antriebstechnik – und damit auch für die Harmonic Drive AG. Denn nur mit innovativen Impulsen können die zunehmend höheren Anforderungen an Getriebe und Antriebe in Werkzeugmaschinen erfüllt und neue, wettbewerbsrelevante Maßstäbe gesetzt werden.

High precision and dynamic positioning tasks in a variety of machine designs are a permanent requirement in drive technology and therefore also for Harmonic Drive AG. Because it is only with innovative advances that the increasingly high demands made on gears and actuators in machine tools can be met and new market-setting benchmarks set.

- **Beste Oberflächenqualitäten, schwingungsfreie Laufcharakteristik, kein Stick-slip**
Best possible surface quality, smooth, vibration free running, without stick slip effects
- **Dynamik**
Dynamic performance
- **Leichtbauweise**
Light weight design
- **Hohe Drehmomentkapazität**
High torque capacity
- **Hohe Torsionssteifigkeit, minimale Nicht-Linearitäten, reibungsarm**
High torsional stiffness, minimal non linearities, minimum friction
- **Kompakte Getriebe**
Compact gears
- **Drehdurchführung**
Rotary feedthrough
- **Hohe Positioniergenauigkeit**
High positioning accuracy
- **Lange Lebensdauer**
Long life
- **Höchste Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Maschinensicherheit, Wartungsfreiheit**
High reliability, availability, machine safety, maintenance free
- **Spielfrei, hohe Torsionssteifigkeit, keine Hystereseverluste**
Zero backlash, high torsional stiffness, without hysteresis losses



Vorteile Advantages

Sie stellen höchste Ansprüche an elektrische, mechanische und mechatronische Antriebe für hochpräzise Positionieraufgaben in Vorschub- und Peripherieachsen? Perfekt! Die Harmonic Drive AG entwickelt herausragende Produkte, die optimal auf die unterschiedlichen Bedürfnisse abgestimmt sind – damit Sie genau die Antriebslösung erhalten, die Sie nach vorne bringt.

Do you have very high requirements for your electrical, mechanical and mechatronic actuators for high precision positioning tasks with feed or peripheral axes? Perfect! Harmonic Drive AG develops superb products which are made to meet varying needs optimally – with the result that you will receive precisely the drive solution which will take you forward.

- **Geringe Hystereseverluste, exzellente Linearität**
Low hysteresis losses, excellent linearity

- **Kleine Abmessungen und geringes Gewicht**
Small dimensions and low weight

- **Hervorragende Positionier- und Wiederholgenauigkeit**
Excellent positioning accuracy and repeatability

- **Hohe Torsionssteifigkeit**
High torsional stiffness

- **Hohe Leistungsdichte**
High power density

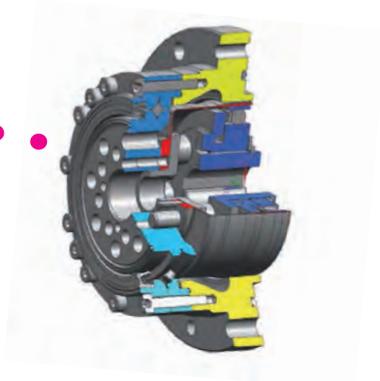
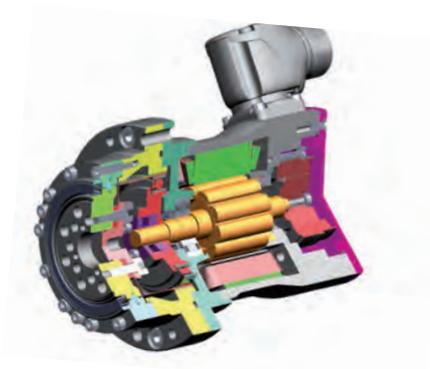
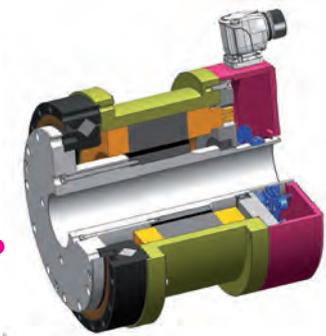
- **Zentrale Hohlwelle**
Central hollow shaft

- **Hohe Untersetzungen in einer Stufe**
High single stage reduction ratios

- **Hohe Wirkungsgrade**
High efficiency

- **Hohe Zuverlässigkeit und lange Lebensdauer**
High reliability and long operating life

- **Spielfreiheit**
Zero backlash



■ Harmonic Drive® Servoantriebe

Sie legen besonderen Wert auf Kompaktheit, Drehmomentkapazität und Präzision? Wenn Sie außerdem den kompletten Antrieb aus einer Hand haben möchten, mit optimal aufeinander abgestimmten Komponenten und ohne zusätzlichen Konstruktionsaufwand, dann sind Sie mit den Harmonic Drive® Servoantrieben auf der sicheren Seite. Die Kombination aus Präzisionsgetrieben mit optimal kombinierten Motoren für AC- oder DC-Versorgung überzeugt durch ihre außerordentliche Leistungsfähigkeit.

■ Harmonic Drive® Servo Actuators

Do you place special emphasis by compactness, torque capacity and precision? If in addition you would like a complete one off actuator, with components perfectly matched to one another and without any extra design costs, then you will be safe with the Harmonic Drive® Servo Actuators. The combination of precision gears with optimally combined motors for AC or DC supplies offers outstanding efficiency and impressive performance.

■ Harmonic Drive® Direktantriebe

Nicht für alle Anwendungen ist ein Getriebeantrieb die optimale Antwort. Wenn Präzision und hohes Drehmoment bei relativ kleinen bis mittleren Drehzahlen gefordert sind, sind die Harmonic Drive® Direktantriebe eine sinnvolle Alternative. Sie werden als Einbausatz geliefert – bestehend aus Rotor und Stator und lassen sich direkt in die jeweiligen Werkzeugmaschinen integrieren. Selbstverständlich können wir Ihnen aus den Rohmotoren auch Komplettantriebe und maßgeschneiderte Systemlösungen auf Basis der Einbaumotoren TorqDrive® anbieten.

■ Harmonic Drive® Torque Motors

A geared actuator is not the answer for all applications. If precision and high torque with relatively low to medium speeds are required, the Harmonic Drive® Torque Motors are a sensible alternative. They can be delivered as a Component Set – comprising rotor and stator - and can be integrated directly into the particular machine tools. Of course, we can also offer you complete actuators and tailor made system solutions starting from the basic motors, using the TorqDrive® integrated motors.

■ Sonderantriebe

Neben den klassischen Katalogprodukten erhalten Sie natürlich auch spezifische Antriebslösungen in unterschiedlichen Ausführungen für lineare und rotatorische Bewegungen. Gemeinsam mit Ihnen schaffen wir dabei eine optimale Kombination für die gestellte Antriebsaufgabe. Hierbei nutzen wir die Vielzahl an Komponenten und Technologien, die bei uns im Haus verfügbar und bekannt sind. Diese werden auf innovative Weise verbunden, was im engen Austausch mit Ihnen zur idealen Lösung führt.

■ Special Actuators

In addition to the classic catalogue products, you can also have specific actuator solutions in various configurations for linear and rotary movements. With your collaboration we can create the ideal combination for the actuator to meet the application requirement. Here, we would use the variety of components and technologies we have inhouse and which are well known. These will be brought together in innovative ways leading, in close partnership with you, to the ideal solution.



- **Harmonic Drive® Einbausätze**

Qualität überzeugt - kein Wunder also, dass sich die Harmonic Drive® Einbausätze mit dem einzigartigen Wellgetriebeprinzip und der konstruktiven Vielfalt schon in zahlreichen Maschinen auf der ganzen Welt als ideales Antriebsselement bewährt haben. Einbausätze liefern Ihnen dabei die maximal mögliche Freiheit in der konstruktiven Einbindung, die Ihnen die freie Wahl auf der Antriebs- und Abtriebsseite ermöglicht. Soviel Flexibilität werden Sie nur schwer bei anderen Getrieben finden.

- **Harmonic Drive® Component Sets**

Quality overcomes all – no wonder then that the Harmonic Drive® Component Sets with the unique strain wave gear principle and the many versions designed for numerous machines across the world have proved to be the ideal actuator element. Component Sets give you maximum freedom in the design integration, which allows you free choice on the input and output sides. You will be hard pressed to find so much flexibility in other gears.

- **Harmonic Drive® Units und Getriebeboxen**

Wenn die Notwendigkeit besteht, einen eigenen Motor zu verwenden - sei es aus Beschaffungsgründen oder aufgrund besonderer Schnittstellen - so dürften die Units und Getriebeboxen die richtige Antwort für Sie sein. Hier erhalten Sie das Harmonic Drive® Getriebe komplett aufgebaut und mit einer kippsteifen Abtriebslagerung versehen, an die Sie Ihre Nutzlast direkt anbringen können.

- **Harmonic Drive® Units and Gearboxes**

If there is a need to use a specific motor – whether for purchasing reasons or because of particular interfaces – these Units and Gearboxes are the right answer for you. Here you will receive the Harmonic Drive® Gears complete and fitted with an output bearing which is tilt resistant, onto which you can mount your payload directly.

- **Harmonic Drive® Planetengetriebe**

Bei höheren Drehzahlen bzw. niedrigeren Untersetzungen, als es mit den klassischen Harmonic Drive® Getrieben nach dem Wellgetriebeprinzip möglich ist, besteht ebenfalls oft der Bedarf nach höchster Präzision. Hier liefern unsere Planetengetriebe eine Antwort: Durch die spezielle Konstruktion mit einem elastischen Hohlrad in der letzten Stufe können wir eine konstant hohe Präzision über die gesamte Lebensdauer garantieren - das ist einmalig!

- **Harmonic Drive® Planetary Gears**

When speeds are higher or where lower gear reduction ratios than are possible with the classic Harmonic Drive® Gears following the strain wave gear principle, there is often still the need for the highest precision. Our Planetary Gears provide the answer here: Because of the special construction with an elastic hollow wheel in the last stage, we can guarantee constantly high precision throughout its lifetime which is unique.



Bearbeitungszentren und Dental-Fräsmaschinen (vertikale Spindel)

Machining Centres and Dental Milling Machines (Vertical Spindle)

Zuverlässigkeit ist das A und O im laufenden Betrieb. Auf die Harmonic Drive® Servoantriebe und Getriebe können Sie sich verlassen! Durch ihre Robustheit und dauerhafte Genauigkeit haben sie sich seit Jahrzehnten im rauen Alltagsbetrieb von Bearbeitungszentren bewährt.

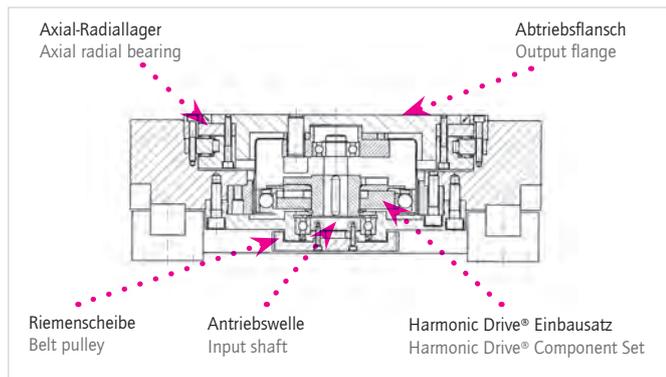
■ B- und C-Achsen

Die Harmonic Drive® Servoantriebe und Getriebe werden in den B- und C-Achsen eingesetzt. Neben den Standardausführungen sind auch individuelle Sonderausführungen erhältlich, z.B. mit kundenspezifischem Abtriebslager und abtriebsseitiger Positionsrückmeldung. Für Antriebslösungen mit Direktantrieben eignen sich die Harmonic Drive® Direktantriebe der Baureihe TorkDrive® perfekt – ob als Einbaumotoren oder individuelle Komplettantriebe.

B- und C-Achsen / B- and C-Axes

Einbausatz mit kundenspezifischem Abtriebslager HFUC-2A
 Component Set with customer specific output bearing HFUC-2A

Abb. / Fig. 8.1



- Zahnriemenantrieb
- Abtriebslager mit Positionsrückmeldung
- Tooth belt on input
- Output bearing with position feedback

■ Linearachsen

Für Linearspindeln sind Präzisionsgetriebe mit niedriger Untersetzung erforderlich. Die Lösung: Harmonic Drive® Planetengetriebe der Baureihe HPG.

■ Palettenwechsler

Wenn es um Indexieraufgaben geht, kommen neben den Harmonic Drive® Servoantrieben und Getrieben die Harmonic Drive® Planetengetriebe zum Einsatz. Je nach Anforderung können bei großen Lasten auch verspannte Stirnradgetriebe nachgeschaltet werden, die bei der Bearbeitung abtriebsseitig arretiert (Klemmung, Indexierung) sind.

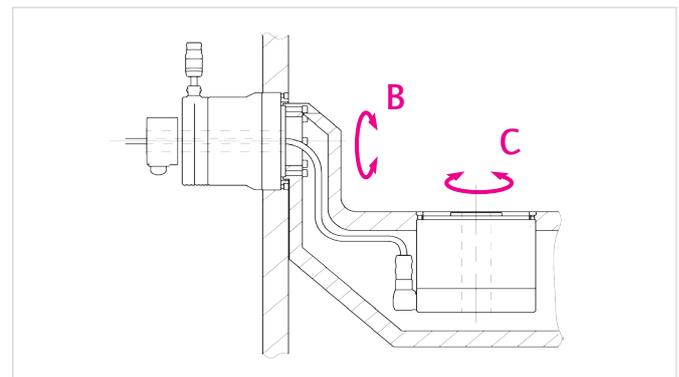
Reliability is the alpha and omega during operations. You can rely on the Harmonic Drive® Servo Actuators and Gears! Because of their robustness and long term accuracy they have proved themselves for decades in everyday operations in machining centres.

■ B- and C-Axes

The Harmonic Drive® Servo Actuators and Gears are inserted in the B- and C- axes. In addition to the standard versions, individual special versions are also available, e.g. with specific output bearings and position feedback on the output side. The Harmonic Drive® Torque Motors are perfect for the TorkDrive® Series – whether as incorporated motors or complete individual actuators.

Servoantriebe CHA / TorkDrive®
 CHA / TorkDrive® Servo Actuators

Abb. / Fig. 8.2



- Servoantrieb CHA mit abtriebsseitigem Singleturn Absolute Messsystem
- Hohlwelle
- Servo Actuator CHA with output side single turn absolute encoder
- Hollow shaft
- Direktantrieb TorkDrive® als Komplettantrieb
- Hohlwelle
- Torque Motor TorkDrive® as complete actuator
- Hollow shaft

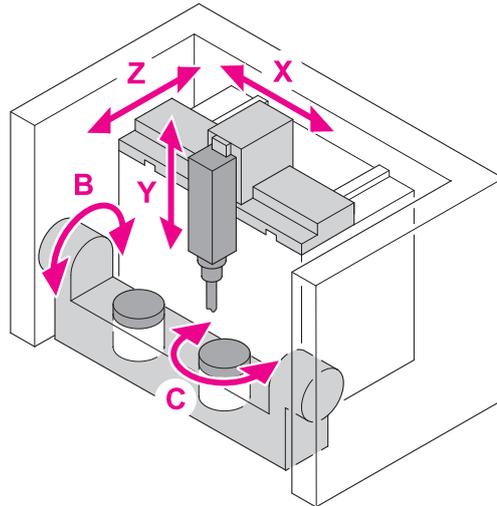
■ Linear Axes

Precision gears with low reductions ratios are required for linear spindle drives. The solution: Harmonic Drive® Planetary Gears HPG Series.

■ Pallet Changer

If the task concerns indexing, then in addition to the Harmonic Drive® Servo Actuators and Gears, the Harmonic Drive® Planetary Gears can also be used. Depending on requirements, braced spur gears can also be added for heavy loads and these are fixed on the output side (clamps, indexing) during operations.

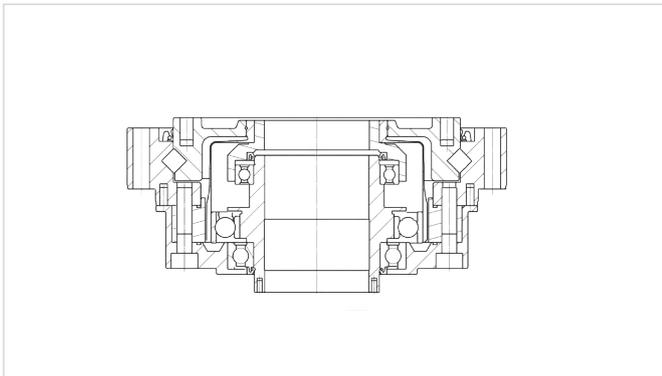




Linearachsen, Palettenwechsler / Linear Axis, Pallet Changer

Unit CPU-H
CPU-H Unit

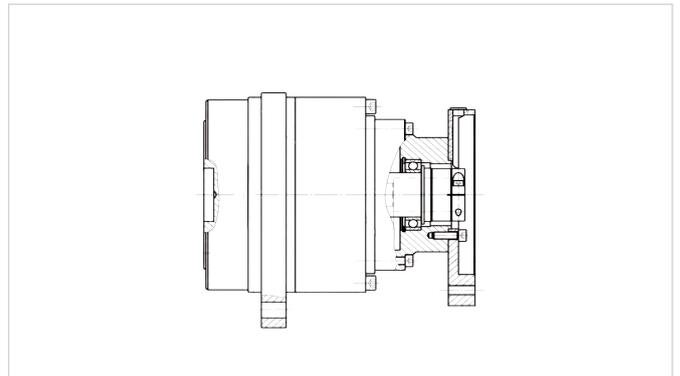
Abb. / Fig. 9.1



- Hohlwelle,
- Großes Abtriebslager mit hoher Kippsteifigkeit
- Hollow shaft
- Large output bearing with high tilting stiffness

Planetengetriebe HPG
HPG Planetary Gear

Abb. / Fig. 9.2



- Spiel <1 arcmin, hohe Dynamik durch niedrige Untersetzung
- Backlash <1 arcmin, improved dynamics due to small ratio

■ Dental-Fräsmaschinen

Die Harmonic Drive AG ist nicht nur international vertreten, sondern auch in aller Munde: namhafte Hersteller setzen in den Bearbeitungs- und Hilfsachsen ihrer Fräsmaschinen für Zahnersatz (z.B. keramische Kronen) Harmonic Drive® Servoantriebe und Getriebe ein. Der Aufbau entspricht im Allgemeinen den 5-Achs-Bearbeitungszentren mit vertikaler Spindel – allerdings mit deutlich kleineren Abmessungen. Varianten können ganz nach Bedarf mit 4 bis 7 Achsen gebaut werden.

■ Dental Milling Machines

Harmonic Drive AG does not just have international representation but is also present in many application areas: renowned manufacturers use the Harmonic Drive® Servo Actuators and Gears in the machining and auxiliary axes of their machines for cutting replacement teeth (e.g. ceramic crowns). The model generally corresponds to the 5-axis machining centres with vertical spindles – although with much smaller dimensions. Variants can, if required, be built with 4 to 7 axes.



CPU-H



HPG

Bearbeitungszentren (horizontale Spindel)

Machining Centres (Horizontal Spindle)

Für die Bearbeitungs- und Peripherieachsen von Bearbeitungszentren hält die Harmonic Drive AG neben Servo- und Direktantrieben auch innovative Präzisionsgetriebe für Sie bereit.

In addition to the Servo Actuators and Direct Drives, Harmonic Drive AG also has innovative precision gears for machining centres and peripheral axes.

■ A- und B-Achsen

Torsionssteifigkeit und Übertragungsgenauigkeit des eingesetzten Antriebes bzw. Getriebes sind neben der Genauigkeit des Abtriebslagers bei A- und B-Achsen von zentraler Bedeutung. Deshalb erfolgt die Dimensionierung der Achsen immer unter besonderer Berücksichtigung der für die Anwendung erforderlichen Torsionssteifigkeit. Eingesetzt werden unterschiedliche Produkte inklusive der Direktantriebe TorkDrive®. Auch hier setzt die Harmonic Drive AG auf individuelle Kundenlösungen: auf Wunsch sind eine spezifische Positionsrückmeldung und Abtriebslagerung erhältlich.

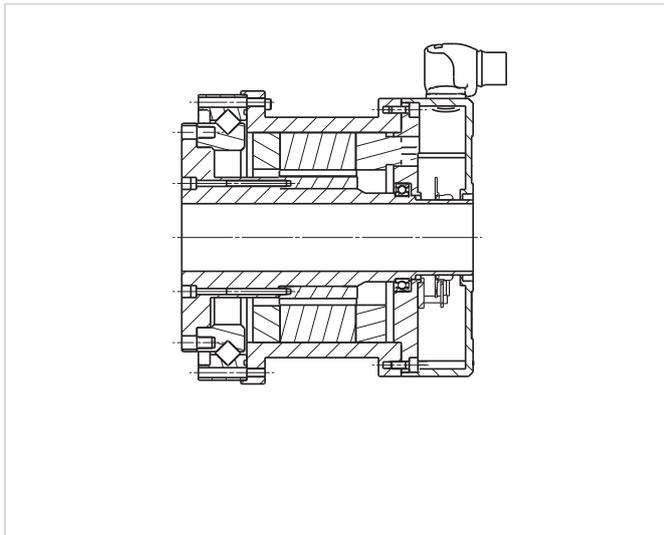
■ A- and B-Axes

Torsional stiffness and transfer accuracy in the actuator or gear used are, in addition to the accuracy of the output bearing of the A- and B- axes, of central importance. Sizing the axes therefore takes particular account of the torsional stiffness needed for the application. Various products are used, including the TorkDrive® Torque Motors. Here again, Harmonic Drive AG can meet the demand for individual client solutions: a specific position feedback and output bearing can be available if requested.

A- und B-Achsen / A- and B-Axes

Direktantrieb TorkDrive®
TorkDrive® Torque Motor

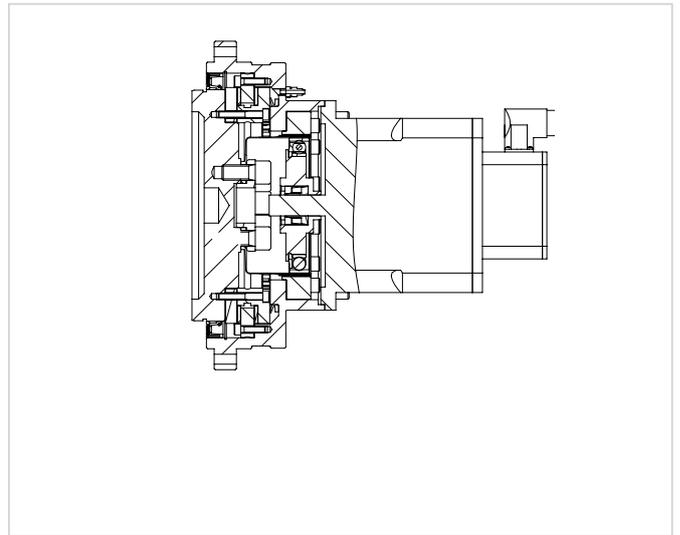
Abb. / Fig. 10.1



- Ohne Getriebe
- Hohlwelle
- Kundenspezifisches Gehäuse und Encoder
- Spezielle Abtriebslagerung
- Option: Wasserkühlung
- Without gears
- Hollow shaft
- Customer specific housing and encoder
- Special output bearing
- Option: water cooling

Kundenspezifische Unit HFUC-2UH
HFUC-2UH Customer Specific Unit

Abb. / Fig. 10.2



- Sehr kurz bauend
- Präzisions-Sonderabtriebslager
- Very short design
- Special output bearing (axial radial precision bearing)



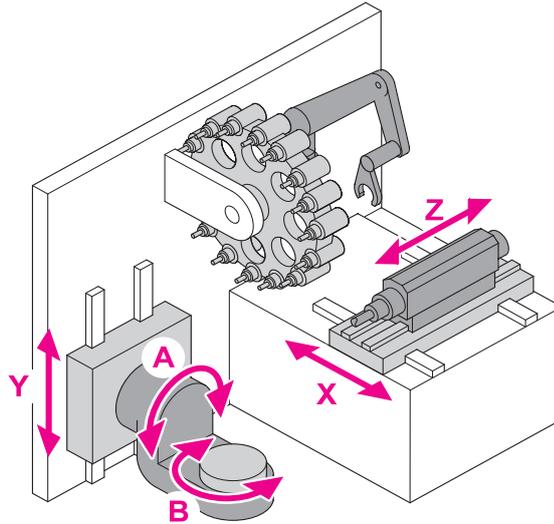
HFUC-2UH



LynxDrive®



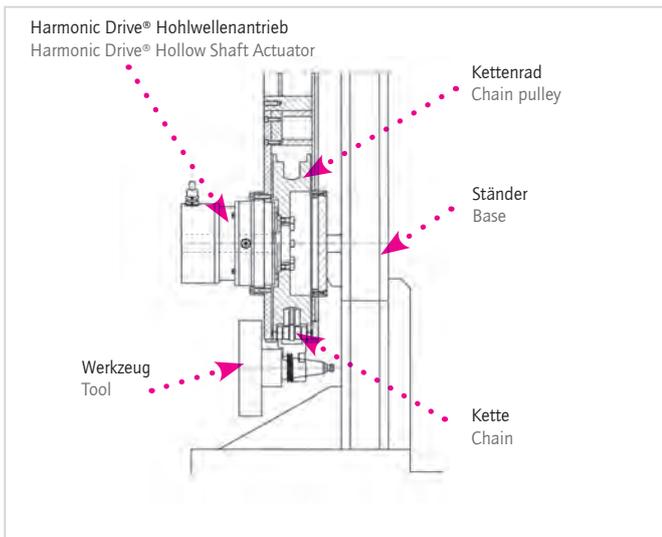
TorkDrive®



Werkzeugmagazine und Werkzeugwechsler/ Tool Magazines and Tool Changer

Servoantrieb CHA / FHA-C
CHA / FHA-C Servo Actuator

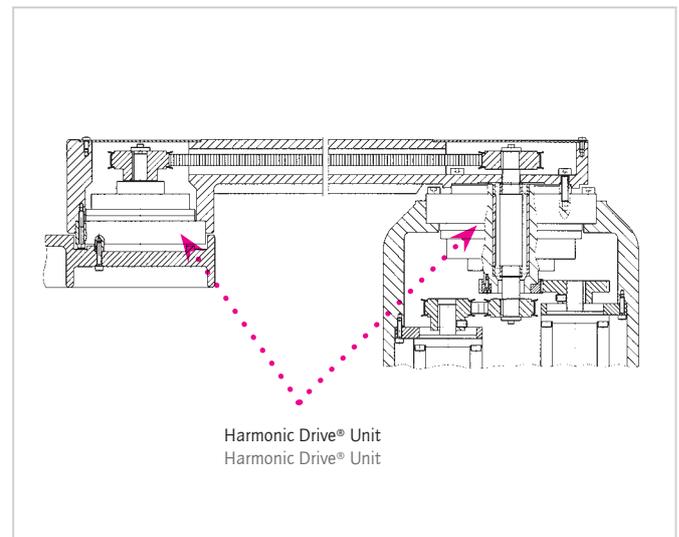
Abb. / Fig. 11.1



- Kompakt und kurz bauend
- Compact and short design

Unit CPU-H/-S/-M
CPU-H/-S/-M Unit

Abb. / Fig. 11.2



- Hohlwelle, Eingangswelle. Alternativ: direkter Motoranbau
- Hollow shaft, input shaft. Alternatively: direct motor adaptation

■ Werkzeugmagazine und Werkzeugwechsler

Die Anwendungsbeispiele zeigen typische Lösungen mit Harmonic Drive® Servoantrieben und Units. In den Achsen sind hohe Wiederholgenauigkeit, kompakte Abmessungen und oft eine hohe Dynamik notwendig. Ideal sind deshalb die sehr kompakt bauenden Harmonic Drive® Hohlwellenservoantriebe – bei hohen Anforderungen an die Dynamik auch die Servoantriebe der Baureihe LynxDrive®.

■ Tool Magazines and Tool Changers

The application examples demonstrate typical solutions with Harmonic Drive® Servo Actuators and Units. High level accuracy, compact dimensions and, frequently, high dynamics are needed in the axes. So the very compact Harmonic Drive® hollow shaft actuators are ideal – as well as the LynxDrive® Servo Actuators Series.



CPU-S



FHA-C



CHA

Fräszentren: Fräskopf, A- und C-Achsen

Milling Centres: Milling Head, A- and C-Axes

In zahlreichen Ausführungen von 2-Achs-Fräsköpfen haben Harmonic Drive® Antriebe, Units und Einbausätze ihren festen Platz.

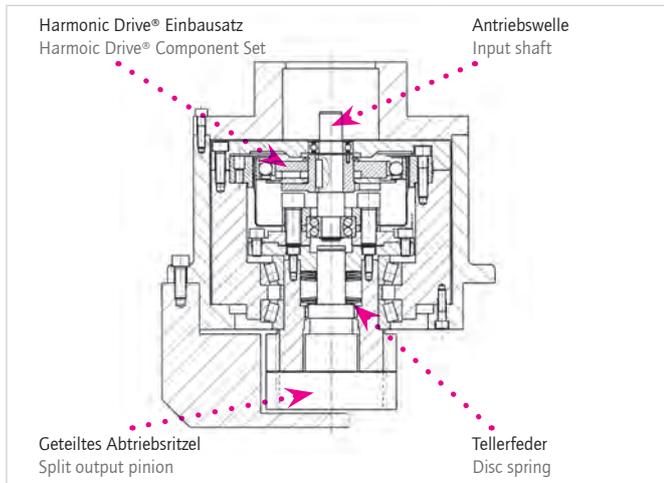
■ Verspannte Stirnradabtriebsstufen

In Kombination mit nachgeschalteten, verspannten Stirnradgetrieben können Fräskopfachsen mit besonders hoher Drehmomentkapazität und Torsionssteifigkeit bei sehr kompakten Abmessungen realisiert werden. Die Abbildung 12.1 zeigt einen Ausschnitt der A-Achse einer Portal-Fräsmaschine. Die dargestellte Getriebebox mit integriertem HFUC-2A Einbausatz ist Bestandteil einer zwei-stufigen Anordnung, bei der dem Harmonic Drive® Wellgetriebe 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.

A- Achse / A- Axis

Einbausatz HFUC-2A mit vorgespannter Nachstufe
Component Set HFUC-2A with pre-loaded post stage

Abb. / Fig. 12.1



- Kompakte Abmessungen
- Hohe Torsionssteifigkeit
- Hohe Übertragungsgenauigkeit
- Compact design
- High torsional stiffness
- High transmission accuracy

Weitere Informationen zum Thema „mehrstufige Getriebe“ finden Sie im Kapitel „Getriebekombinationen“ auf Seite 20.

Harmonic Drive® Actuators, Units and Component Sets play a fixed role in the numerous versions of the 2-axis milling heads.

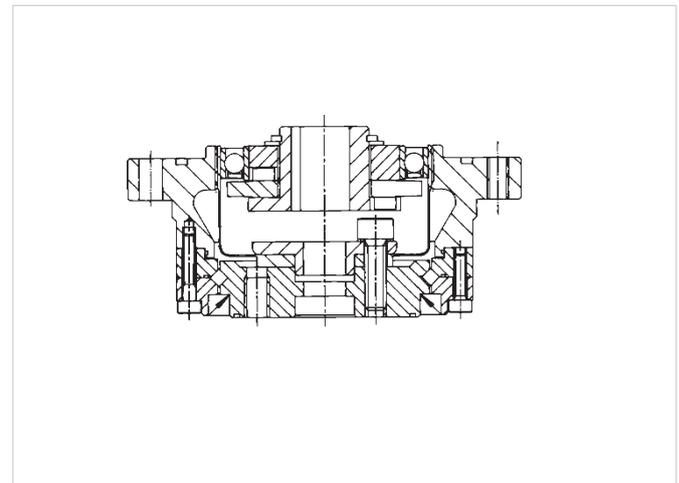
■ Pre loaded Spur Gears

When combined with downstream clamped spur gears, milling head axes are possible with an exceptionally high torque capacity and torsional stiffness in a very compact size. Fig. 12.1 presents a detail of the A-axis in a portal milling machine. The depicted gearbox with integrated HFUC Component Set forms part of an arrangement for two stage reduction. This arrangement features a spur gear that is clamped backlash-free with a split pinion and installed downstream of the Harmonic Drive® strain wave gear. This means that the torsional stiffness is influenced primarily by the spur gear. As a result, a Harmonic Drive® Component Set with an outer diameter of only 135 mm and an installed length of 53 mm can be used as the input stage on the A- and C-axis of milling heads with spindle power outputs up to 55 kW (S1).

A- und C- Achsen / A- and C-Axes

Unit HFUC-2UH
HFUC-2UH Unit

Abb. / Fig. 12.2



- Optimierte Übertragungsgenauigkeit = ± 10 arcsec
- Optimised transmission accuracy = ± 10 arcsec

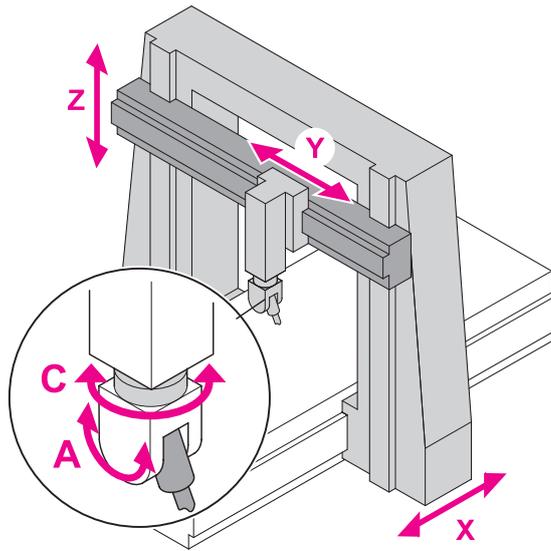
Further details on the subject of "multi stage gears" can be found in the section "Gear combinations" on page 20.



HFUC-2A



HFUC-2UH



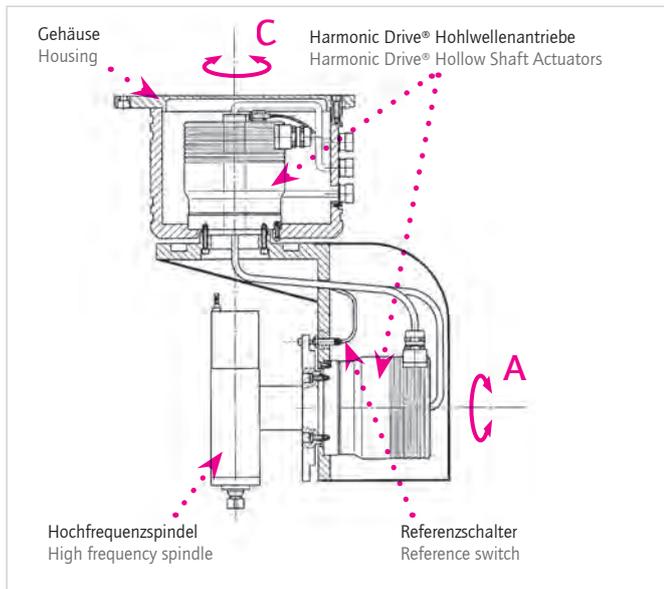
A- und C-Achsen / A- and C-Axes

Servoantrieb CHA
CHA Servo Actuator

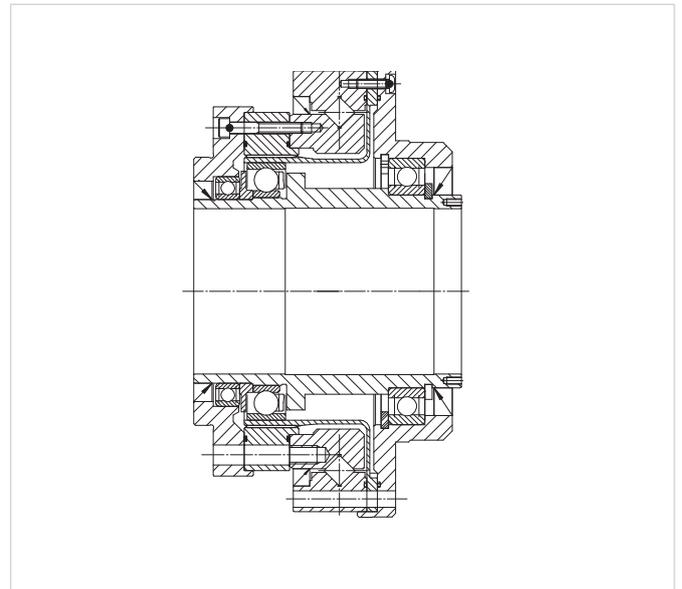
Abb. / Fig. 13.1

Kundenspezifische Unit HFUS-2UH-SP
HFUS-2UH-SP Customer Specific Unit

Abb. / Fig. 13.2



- Verlängerte Hohlwelle für Endschalter
- Elongated hollow shaft for end switch



- Großer Hohlwellendurchmesser
- Large hollow shaft diameter



HFUS-2A



CHA

Dreh-Fräszentren

Turning Milling Centres

Gerade beim Einsatz in Dreh- und Fräszentren zählen Zuverlässigkeit, Robustheit und Genauigkeit, um die Prozesssicherheit bei höchster Flexibilität der Maschine zu erreichen.

■ B-Achse

Aufgrund der optionalen Hohlwelle, einer extrem hohen Übertragungsgenauigkeit sowie einer Abtriebslagerung mit sehr geringen Koaxialitäts- und Parallelitätsfehlern sind für die Anwendung in den B-Achsen besonders die Units der Baureihe CPU zu empfehlen.

■ Werkzeugmagazin und Werkzeugwechsler

Die für hochdynamische Anwendungen optimierten Servoantriebe der Baureihe LynxDrive® sind optimal auf den Einsatz in Werkzeugmagazinen und Werkzeugwechslern ausgelegt. Die sehr kompakt bauenden Getriebemotoren erhalten Sie mit den gängigen, hochpräzisen Sinus-Cosinus Motormesssystemen (inkrementell oder absolut) und Resolver. Die Harmonic Drive® Einbausätze und Units können natürlich ebenfalls eingesetzt werden.

■ Linearachse

Die Harmonic Drive® Planetengetriebe der Baureihe HPG werden wegen ihrer Kompaktheit und Präzision bei gleichzeitig niedriger Untersetzung häufig zum Antrieb der Linearspindeln in Werkzeugmaschinen verwendet. Der Vorteil: das radial flexible Hohlrad ermöglicht zusätzlich einen konstant spielarmen Betrieb und damit jahrelang konstant gleichbleibende Maschineneigenschaften.

Especially when used in turning and milling centres reliability, robustness and accuracy are essential to achieve the required process reliability with the maximum possible flexibility of the machine.

■ B-Axis

Because of the optional hollow shaft, extremely high transmission accuracy and an output bearing with very low coaxiality and parallelism errors, the units in the CPU Series are recommended in particular for use in B-axes.

■ Tool Magazine and Tool Changer

The LynxDrive® Servo Actuators which have been improved for high dynamic uses are designed to be ideal for use in tool magazines and tool changers. You can acquire the very compact gear motors with the tried and tested precise sine/cosine motor feedback system (incremental or absolute) and resolver. The Harmonic Drive® Component Sets and Units can, of course, also be used.

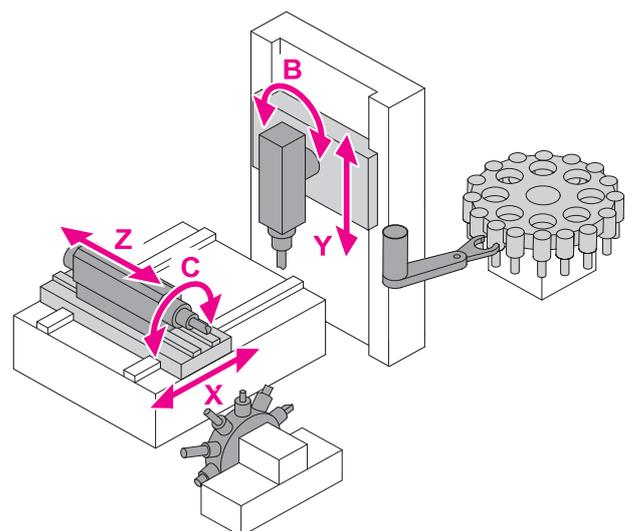
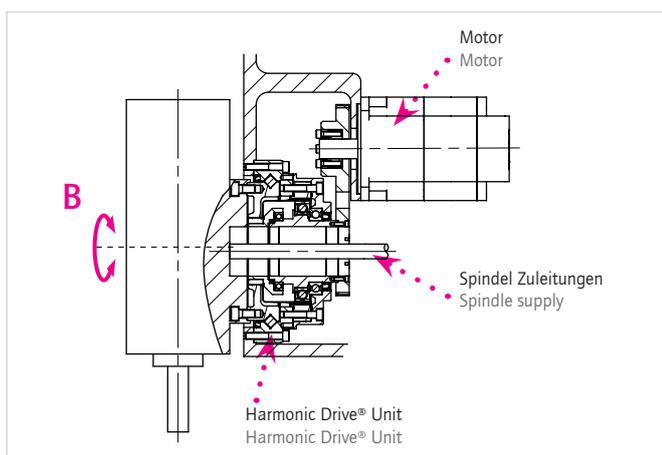
■ Linear Axis

The Harmonic Drive® Planetary Gears from the HPG Series are frequently used to drive linear spindles in machine tools because of their compactness and precision. The advantage: the radially flexible ring gear provides for constant low backlash operation and thus years of constant machine performance combined with lower maintenance costs.

B-Achse / B-Axis

Unit CPU-H
CPU-H Unit

Abb. / Fig. 14.1



- Hohlwelle
- Präzises, kippsteifes Abtriebslager
- Hollow shaft
- Precise, stiff output bearing



CPU-H



LynxDrive®



HPG

Mehrspindel-Drehautomaten

Multi Spindle Lathes

Harmonic Drive® Servoantriebe und Getriebe werden überall dort eingesetzt, wo es auf dauerhafte Präzision, hohe Leistung und unbedingte Zuverlässigkeit bei der Komplettbearbeitung mehrerer Werkstücke ankommt.

■ X-Achse

Linearantrieb HDPL für Werkzeugverschleißkompensation

Gerade der unbeaufsichtigte Betrieb von kurvenscheibengesteuerten Mehrspindeldrehautomaten erfordert eine automatisch arbeitende Werkzeugverschleiß- und Temperaturkompensation an den X-Achsen. Ein Linearantrieb, bestehend aus einem AC-Motor, der über einen Zahnriemen einen Harmonic Drive® Einbausatz mit nachgeschalteter Kugelumlaufspindel antreibt, übernimmt diese Aufgaben äußerst zuverlässig (s. Abb.15.1). Zusätzlich sorgt ein integrierter Multiturn Absolut-Encoder für eine präzise Positionierung ohne Referenzfahrt.

■ Y-Achse

Einbausatz HFUC-2A

Moderne Mehrspindel-Drehautomaten sind optional mit Y-Achsen ausgestattet. Diese Achsen ermöglichen beim Verzahnungs- oder Abwälzfräsen u.a. ein axiales Verschieben (Shiften) des Werkzeuges, wodurch höhere Werkzeugstandzeiten erzielt werden können. Aufgrund des begrenzten Bauraumes muss diese Linearachse besonders kompakt bauen. Deshalb werden bevorzugt Einbausätze HFUC-2A verwendet, die Spielfreiheit sowie hohe Drehmomentkapazität und Torsionssteifigkeit bieten.

Harmonic Drive® Servo Actuators and Gears are used wherever permanent precision, high performance and the best possible reliability are required for the complete machining of multiple workpieces.

■ X-Axis

HDPL Linear Actuator for Tool Wear Compensation

Even the unattended operation of curve disc cam controlled multi spindle lathes requires tool wear and temperature compensation on the X-axes. A linear drive, comprising an AC motor, which drives a Harmonic Drive® Component Set with down stream ball screw, via a toothed belt, takes on these tasks extremely reliably (see Fig. 15.1). In addition, an integrated multiturn absolute encoder ensures precise positioning without the need for homing.

■ Y-Axis

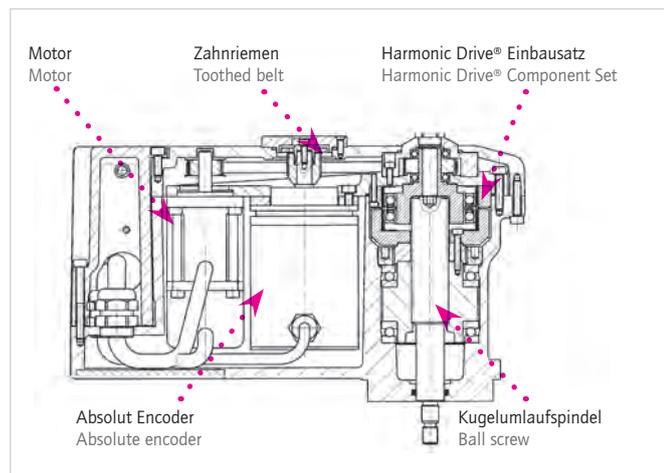
HFUC-2A Component Set

Modern multi spindle lathes can be fitted with Y-axes as an option. During gear milling or hobbing, these axes allows the tool can be used, inter alia, with an axial shift (shifting), meaning that longer tool usage times can be achieved. Because of the limited installation space, this linear axis must be particularly compact. For that reason, HFUC-2A Component Sets are preferred, with freedom from backlash as well as high torque capacity and torsional stiffness.

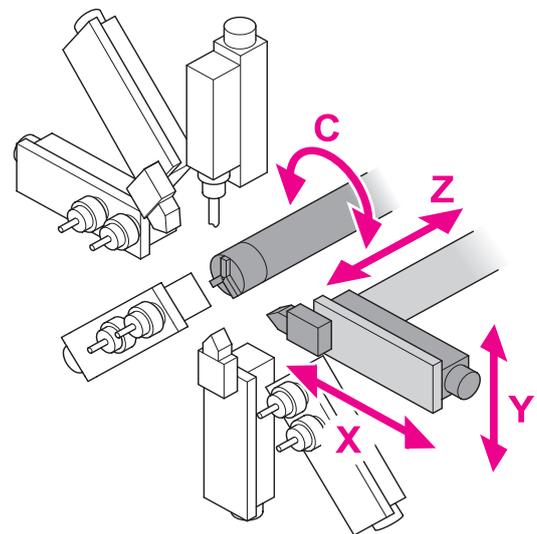
X-Achse / X-Axis

Linearantrieb HDPL
HDPL Linear Actuator

Abb. / Fig. 15.1



- Kompakte Abmessungen, hohe Präzision
- Compact design, high precision



Die Abbildung zeigt ausschließlich CNC-Achsen
The figure shows only the CNC axes



HDPL



HFUC-2A

Werkzeugschleifmaschinen

Tool Grinding Machines

Die Achsen von Werkzeugschleifmaschinen stellen aufgrund der dort geforderten großen Flexibilität besonders hohe Ansprüche an die Übertragungsgenauigkeit und Spielfreiheit der eingesetzten Antriebe und Getriebe.

■ A-Achse (Teilapparat) und C-Achse

Besonders eignen sich hier Servoantriebe der Baureihen CHA und FHA-C, bevorzugt mit Singleturn Absolut Encoder. Bei den sehr kompakt bauenden Hohlwellen Servoantrieben, die über ein extrem kipfstifes und hochgenaues Abtriebslager verfügen, wird die Abtriebsposition durch die Hohlwelle an den motorseitig montierten Singleturn Absolut Encoder übertragen. Für weitere Anwendungen sind die Units der Baureihe CPU-M/-S oder -H und Einbausätze der Baureihen HFUC-2A und HFUS-2A zu empfehlen.

Oftmals werden auch Direktantriebe für die A- bzw. C-Achse eingesetzt. Die Harmonic Drive AG bietet Ihnen mit den Direktantrieben TorkDrive®, die als Einbaumotoren oder kundenspezifische Komplettantriebe lieferbar sind, für jede Anforderung die beste Lösung.

■ Hilfsachsen

In Abrichtern und Werkzeugwechslern zeigen die kompakt bauenden Servoantriebe der Baureihen CHA und FHA-C ihre Stärken.

Due to the requirements for increased flexibility, the axes of tool grinding machines make particularly high demands on the transmission accuracy and zero backlash of the actuators and gear used.

■ A-Axis (dividing unit) and C-Axis

The CHA and FHA-C Series Servo Actuators are particularly suited here, preferably with single turn absolute encoders. With the very compact hollow shaft servo actuators, which have an extremely tilt resistant and highly accurate output bearing, the output position is transferred via the hollow shaft to the single turn absolute encoder mounted on the motor side. For other applications, the units in the CPU-M/S or H Series and Component Sets in the HFUC-2A and HFUS-2A Series are recommended.

Often, direct drives are also used for the A- and C-axes. Harmonic Drive AG can offer you the best solution for any requirement, with the TorkDrive® Direct Actuators, which can be supplied as integrated motors or client specific complete actuators.

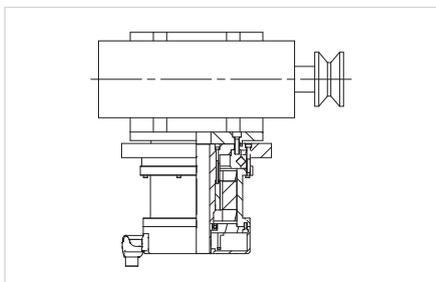
■ Auxiliary Axes

The compact servo actuators in the CHA and FHA-C Series reveal their strengths in dressers and tool changers.

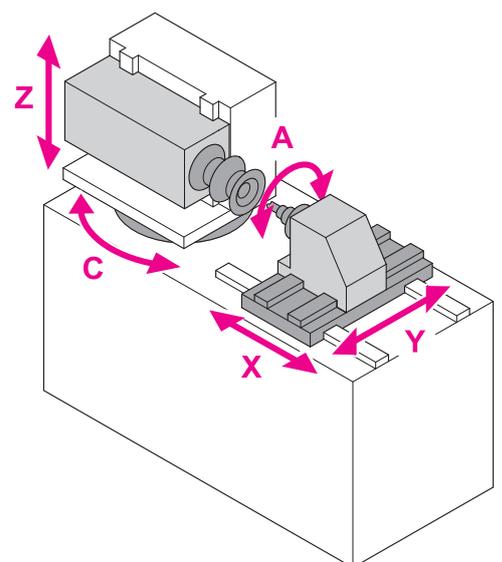
C-Achse / C-Axis

Direktantrieb TorkDrive®
TorkDrive® Torque Motor

Abb. / Fig. 16.1



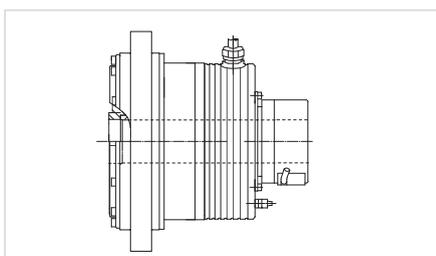
- Komplettantrieb, ohne Getriebe
- Hohlwelle
- Optionen: kundenspezifische Abtriebslagerung, Wasserkühlung
- Complete actuator, without gear,
- Hollow shaft
- Options: customer specific output bearing, water cooling



A- und C-Achsen / A- and C-Axes

Servoantrieb FHA-C / CHA
FHA-C / CHA Servo Actuator

Abb. / Fig. 16.2



- Singleturn Absolut Encoder, Hohlwelle
- Single turn absolute encoder, hollow shaft



CHA



FHA-C



TorkDrive®

Senkerodiermaschinen Electric Discharge Machines (EDM)

Gerade die Herstellung komplexer, dreidimensionaler Werkstückgeometrien stellt sehr hohe Anforderungen an die Genauigkeit und die Regelbarkeit der Positionierachsen.

The manufacture of complex, three-dimensional work piece geometry makes high demands on the accuracy and the controllability of the positioning axes.

■ C-Achse

Aufgrund der erforderlichen Positioniergenauigkeit und Auflösung ist eine abtriebsseitige Positionsrückmeldung zwingend notwendig. Wie unten dargestellt, wird der Harmonic Drive® Einbausatz in der Hohlwellenversion zwecks Rückführung der abtriebsseitigen Position auf den auf der Antriebsseite montierten Encoder genutzt. Dabei wird das Getriebe von einem Hohlwellen-Bausatzmotor angetrieben. Bei präzisen rotatorischen Achsen mit Direktmesssystemen bietet der Harmonic Drive® Einbausatz mit seiner hohen Torsionssteifigkeit und Spielfreiheit die besten Voraussetzungen für eine optimale Regelbarkeit.

■ C-Axis

Because of the required positioning accuracy and resolution, direct position feedback on the output is a necessary requirement. As shown below, the hollow shaft version of the Harmonic Drive® Component Set is used with the encoder mounted on the input side for the purpose of feedback on the output side position. In this, the gear is driven by a hollow shaft kit motor. For precise rotary axes with a direct measuring system, the Harmonic Drive® Component Set, with its high torsional stiffness and zero backlash, offers the best pre-conditions for optimum controllability.

■ B-Achse

Während Standard-Erodiermaschinen mit 4 Achsen bestückt sind, werden für das Erodieren von Bauteilen mit komplexen Konturen 5- oder sogar 6-Achs-Maschinen benötigt. Das Beispiel unten zeigt den Servoantrieb LynxDrive® in der B-Achse einer 6-Achs-Erodiermaschine, mit der komplex gestaltete Triebwerksschaufeln für Flugzeugturbinen gefertigt werden. Gerade in dieser Anwendung zählen hohe Auflösung, Spielfreiheit und Torsionssteifigkeit auch im Bereich kleiner Drehmomente bzw. Bearbeitungskräfte.

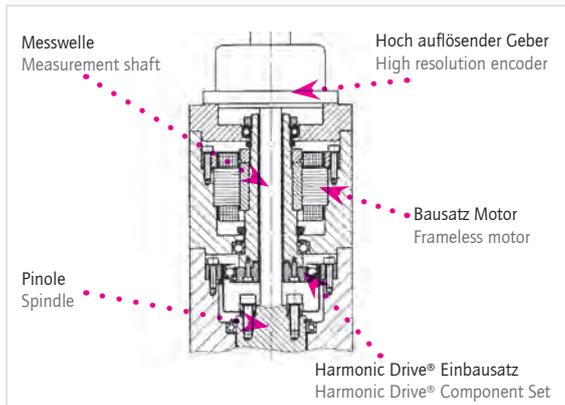
■ B-Axis

Whereas standard EDM come with 4 axes, 5- or even 6-axis machines are needed for eroding components with complex structures. The example below illustrates the LynxDrive® Servo Actuator in the B-axis of a 6-axis eroding machine, with which turbine blades with complex designs are manufactured. In this kind of application, high resolution, freedom from backlash and torsional stiffness are also important in the field of low torque and machining forces.

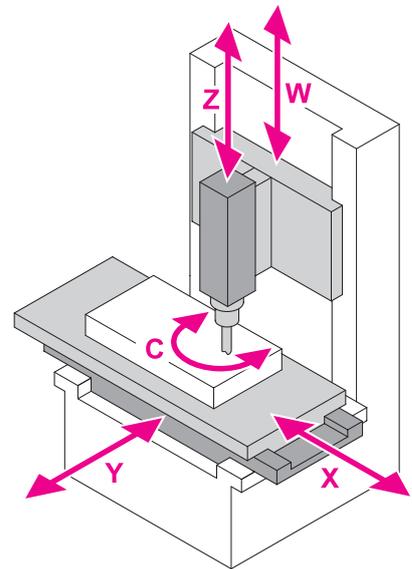
C-Achse / C-Axis

Einbausatz HFUC-2A
HFUC-2A Component Set

Abb. / Fig. 17.1



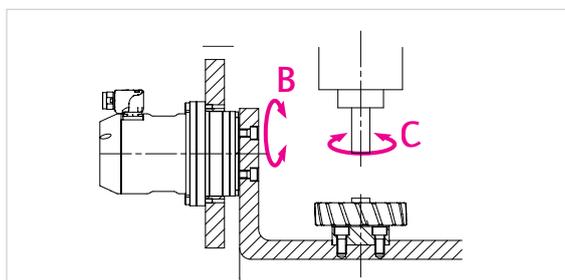
- Hohlwelle
- Spielfrei
- Hollow shaft
- Zero backlash



B-Achse / B-Axis

Servoantrieb LynxDrive®
LynxDrive® Servo Actuator

Abb. / Fig. 17.2



- Kompakt
- Spielfrei
- Compact design
- Zero backlash



HFUC-2A



LynxDrive®

Die Abbildung zeigt eine Maschine ohne B-Achse
The figure shows a machine without B-axis

Wasserstrahlschneidmaschinen

Water Jet Cutting Machines

Ob kompakte Präzisions-Servoantriebe für die Schneidkopfachsen oder individuelle Lösungen für die Linearachsen – die Harmonic Drive AG liefert Ihnen die optimalen Produkte für jede Achse.

■ Schneidkopf

Bei Wasserstrahlschneidmaschinen werden die realisierbaren Werkstückgeometrien maßgeblich von den maximalen Schwenkwinkeln der Schneidkopfachsen bestimmt. Da die Schwenkwinkel u.a. durch die Außenkonturen der eingesetzten Antriebe begrenzt werden, kommen in diesen Achsen vorzugsweise sehr kompakt bauende Präzisionsantriebe der Baureihe FHA-C mini zum Einsatz.

■ Linearachsen

In den Linearachsen zeigen die Planetengetriebe HPG, auch in Kombination mit Harmonic Drive® Motoren der Baureihe CHM, was sie können. Denn schnelle Positionierbewegungen im Eilgang und präzises Bahnfahren mit Achsinterpolation erfordern spielfreie und dynamische Präzisionsgetriebe mit niedrigen Untersetzungen. Wegen des unvermeidbaren Spritzwassers werden hierbei meist keine direkten Messsysteme eingesetzt. Die Genauigkeit der Achsen wird in diesem Fall durch indirekte Messsysteme und präzise Antriebskomponenten erzielt.

Natürlich können Sie aufgrund der kompakten Bauweise auch in den Linearachsen Servoantriebe der Baureihe FHA-C mini einsetzen. Die Linearbewegung wird dann z.B. über Zahnriemen realisiert, während die Positionsrückmeldung über lineare Messsysteme erfolgt.

Whether you need precision servo actuators for cutting head axes or individual solutions for the linear axes – Harmonic Drive AG can supply you with the ideal product for any axis.

■ Cutting Head

With water jet cutting machines, the work piece geometries which can be achieved are largely determined by the maximum pivot angles of the cutting head axes. As the pivot angle is limited, in part by the outer contours of the actuators used, very compact precision actuator FHA-C mini Series are used for preference in these axes.

■ Linear Axes

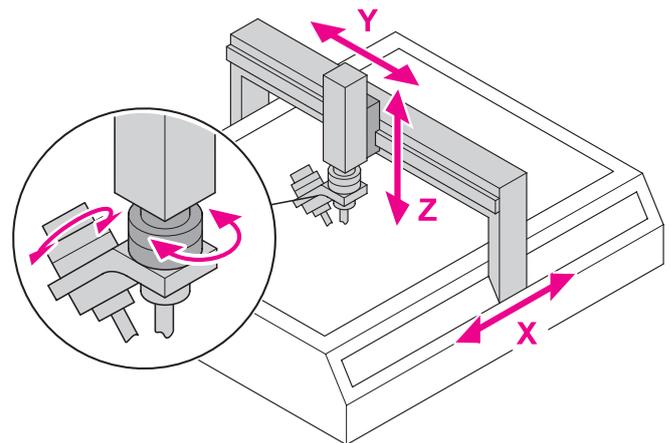
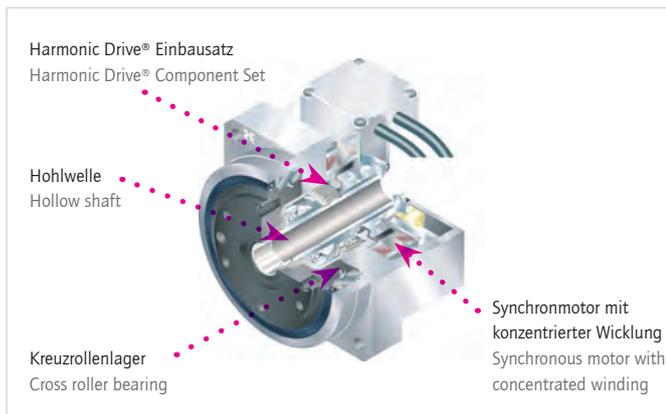
The HPG Planetary Gears, also in combination with Harmonic Drive® Motors in the CHM Series, show their best performance in the linear axes. Because quick positioning movements, where the feed rate is high and precise, require low backlash and dynamic precision gears with low reduction ratios. Because of the unavoidable spray water, direct measuring systems are mostly not used here. The accuracy of the axes is achieved in this case through indirect measuring systems and precise actuator components.

You can of course, due to their compact design and construction, use servo actuators from the FHA-C mini Series in the linear axes. The linear movement is then achieved, for example, by timing belts whilst position feedback comes via linear measuring systems.

Schneidkopf- und Linearachsen / Cutter Head and Linear Axes

Servoantrieb FHA-C mini
FHA-C mini Servo Actuator

Abb. / Fig. 18.1



- Kompakt, hohe Leistungsdichte
- Hohlwelle
- Compact, high power density
- Hollow shaft



HPG



FHA-C mini



CHM

Wenn es um exzellente Produkteigenschaften wie Spielfreiheit, hohe Übertragungsgenauigkeit oder geringes Gewicht geht, ist die Harmonic Drive AG für Sie genau der richtige Partner. Alle Produkte werden auf Wunsch nach Ihren individuellen Vorgaben konstruiert und gefertigt – z.B. Getriebe mit Trockenschmierung oder auch Edelstahlgetriebe.

■ Unmagnetisches Planetengetriebe

Hier ein Beispiel für den praktischen Einsatz in Spezialmaschinen: ein unmagnetisches Planetengetriebe für die Alfred H. Schütte GmbH, die das Magnetfinishing-Verfahren zur Bearbeitung von Werkzeugen einsetzt.

Das unmagnetische Harmonic Drive® Planetengetriebe mit der Untersetzung $i=10$ wird z.B. verwendet, um eine Differenzdrehzahl der beiden Finishing-Scheiben zu erzielen. Um keine Störung der aus der inneren Stirnseite austretenden Magnetfeldlinien zu erzeugen, muss das eingesetzte Harmonic Drive® Getriebe unmagnetisch sein. Dies wird durch den gezielten Einsatz von hochfesten Sondermaterialien, austenitischen Stählen und Kunststoffen erreicht.

Um das Magnetfinishing in den Fertigungs- und Nachschärfprozess der Werkzeugmaschine zu integrieren, wurde der standardmäßig vorhandene Schleifscheibenwechsler so modifiziert, dass neben den Schleifscheibenpaketen auch ein Magnetfinishing-Kopf aufgenommen werden kann. Das Werkzeug wird in den vollständig mit Pulver gefüllten Spalt eingeführt und für die gleichmäßige Bearbeitung aller Seiten langsam gedreht.

If excellent product characteristics, such as zero backlash, high transmission accuracy or low weight, are important, then Harmonic Drive AG is the right partner for you. All products are designed and made, if requested, to your individual instructions – e.g. gears with dry lubrication or made from stainless steel.

■ Nonmagnetic Planetary Gears

Here is an example of their practical use in special machines: a non-magnetic planetary gear for Alfred H. Schütte GmbH, which uses the magnetic finishing process for machining tools.

The non-magnetic Harmonic Drive® Planetary Gear with a reduction ratio of $i=10$ is for example used in order to achieve a differential speed for both finishing discs. In order not to create any problems from the magnetic field line emerging from the inner face, the Harmonic Drive® Gear used must be non-magnetic. This is achieved through the targeted use of high-strength materials, austenitic steels and plastics.

In order to integrate the magnetic finishing into the machine tool manufacturing and re-sharpening process, the standard existing grinding wheel changers were modified in such a way that a magnetic finishing head can be fitted as well as the grinding wheel packages. The tool is fed into the gap filled completely with powder and rotated slowly for even machining on all sides.



Quelle: Alfred H. Schütte GmbH
Source: Alfred H. Schütte GmbH

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

■ 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. Abhängig vom verfügbaren 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 $\leq \pm 10$ arcsec. Da die Untersetzungen der nachgeschalteten Stirnradstufen typisch zwischen 3 und 5 liegen, beträgt die Übertragungsgenauigkeit der beschriebenen Getriebekombination typisch $\pm 10/4 = \pm 2,5$ arcsec oder $\pm 0,0007^\circ$, siehe auch Abbildung 21.1. Abbildung 21.2 zeigt den für die individuelle Anwendung besten Kompromiss zwischen Getriebebaugröße, -torsionssteifigkeit und -untersetzung (bestimmt die max. Abtriebsdrehzahl) zu finden. Abb. 21.2 zeigt den Zusammenhang zwischen der Relation der Torsionssteifigkeiten der verwendeten Getriebe und der Untersetzung der Stirnradstufe in einer normierten Darstellung.

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 4 hat, beträgt die Torsionssteifigkeit der gesamten Getriebekombination 70 % der Torsionssteifigkeit der nachgeschalteten Getriebestufe. Abb. 21.2 ist gültig für einen Wirkungsgrad des nachgeschalteten, verspannten Getriebes von 60 %.

■ Zweistufige Anordnung (Elektrische Verspannung)

Da sich die Harmonic Drive® Präzisionsgetriebe besonders durch ihre hervorragende Übertragungsgenauigkeit, ihre Kompaktheit und ihr geringes Gewicht auszeichnen, eignet sich diese Lösung perfekt für Anwendungen in sehr großen Werkzeugmaschinen.

Gear combinations, comprising a Harmonic Drive® strain wave gear and a downstream braced spur gear are used mainly, in addition to one-step drive solutions in machining and peripheral axes. And for good reason, because these combinations are characterised by extremely high torsional stiffness, torque capacity and transmission accuracy. The extremely short Harmonic Drive® Precision Gears allow the most compact gear combination to be achieved. Table 21.1 compares the characteristics of the most frequently used solutions.

■ Arrangement for single reduction

Typical drive solutions for the machining and peripheral axes of the leading tool manufacturers are a one step arrangement, comprising Harmonic Drive® Servo Actuators or a combination of Harmonic Drive® strain wave gears with standard motors.

■ Arrangement for double or triple reduction (clamped downstream stage)

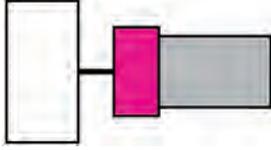
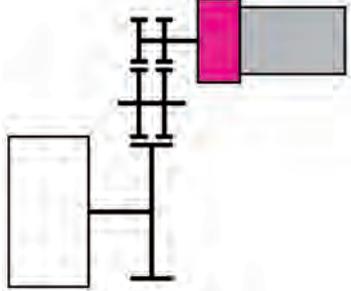
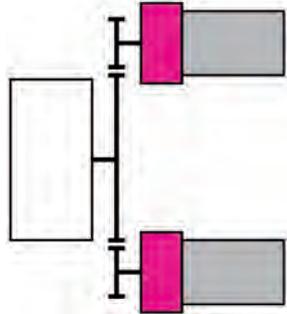
This solution is used primarily in milling heads with spindle power outputs of 40-60 kW and on the machining axes and pallet changers of large machine tools. Depending on the available installation space, the spur gear stage downstream of the Harmonic Drive® strain wave gear is designed for single or double reduction. For these applications, Harmonic Drive AG provides special gears with transmission accuracies $< \pm 10$ arcsec. The reduction ratios of the downstream spur gear stages are typically between 3 and 5, so the transmission accuracy for the described gear combination is typically $\pm 10/4 = \pm 2.5$ arcsec or $\pm 0.0007^\circ$ (see also figure 21.1). Figure 21.2 is used to find the best compromise between gear size, torsional stiffness and reduction ratio (for defining the max. output speed) for each application. It presents on a standardised depiction the torsional rigidities of the installed gears and the reduction ratio of the spur gear stage.

Example: If the torsional stiffness of the downstream spur gear stage is ten times greater than the torsional stiffness of the installed Harmonic Drive® strain wave gear, and the downstream gear's reduction ratio is 4, the torsional stiffness of the whole gear combination equals 70 % of the downstream gear stage's torsional stiffness. Figure 21.2 is based on a downstream clamped gear with 60 % efficiency.

■ Arrangement for two stage reduction (electrical clamping)

As the Harmonic Drive® Precision Gears are characterised in particular by their outstanding transfer accuracy, compactness and low weight, this solution is perfectly suited for use on very large machine tools.

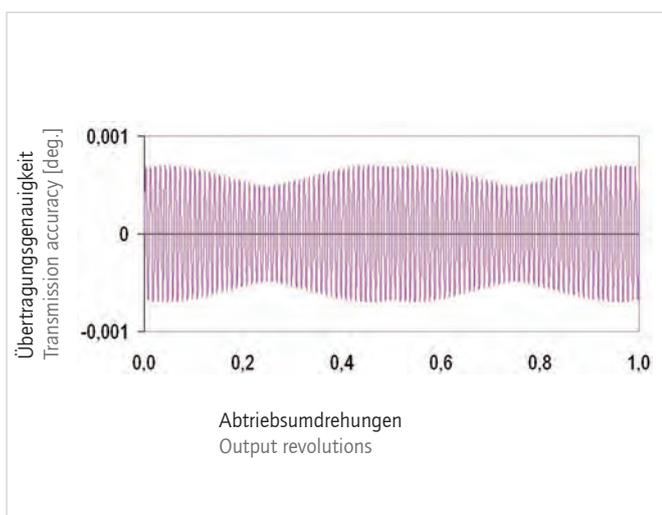
Tabelle / Table 21.1

Einstufige Anordnung Direkte Getriebeanbindung Single stage design Gear mounted directly	Zwei- oder dreistufige Anordnung Verspannte Nachstufe Two- or three-stage design Pre loaded (twisted) bevel wheel	Zwei x zweistufige Anordnung Elektrische Verspannung Two x two-stage design Electrical pre load
		
<ul style="list-style-type: none"> + Einfacher mechanischer Aufbau + Nur ein Getriebe / Motor / Regler pro Achse + Simple design + Only one gear / motor / controller per axis 	<ul style="list-style-type: none"> + Höhere Verdrehsteifigkeit + Nur ein Getriebe / Nachstufe / Motor / Regler pro Achse + Higher torsional stiffness + Only one gear / post stage / motor / controller per axis 	<ul style="list-style-type: none"> + Höchste Verdrehsteifigkeit + Verspannung elektrisch einstellbar + Hohe Dynamik + Highest torsional stiffness + Pre load electrically adjustable + High dynamic
<ul style="list-style-type: none"> - Begrenzte Verdrehsteifigkeit bzw. große Getriebebaugröße - Limited torsional stiffness or big gear size 	<ul style="list-style-type: none"> - Verspannung fest eingestellt - Pre load fixed 	<ul style="list-style-type: none"> - Zwei Getriebe / Motoren / Regler pro Achse - Steuerung muss elektrische Verspannung unterstützen - Two gears / motors / controllers per axis - Controller must support electrical pre load function

Zwei- oder dreistufige Anordnung von Getrieben Two or three stage gear design

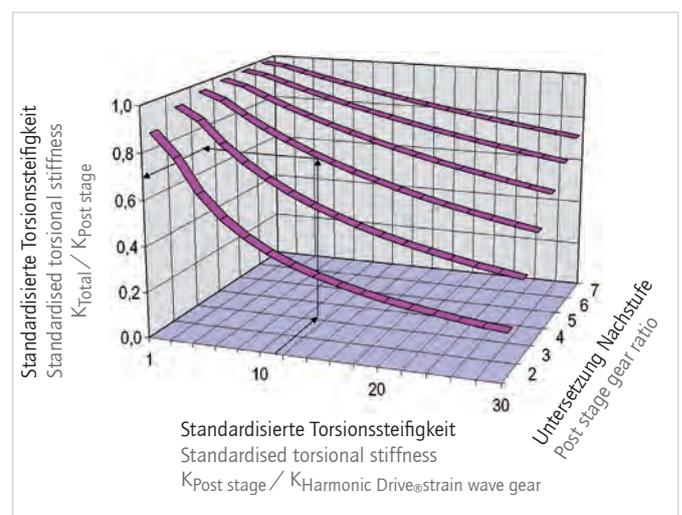
Übertragungsgenauigkeit eines zweistufigen Getriebes
Transmission accuracy of a double stage gear

Abb. / Fig. 21.1



Standardisierte Torsionssteifigkeit eines zweistufigen Getriebes
Standardised torsional stiffness of a double stage gear

Abb. / Fig. 21.2



■ Elektrisch verspannte Antriebe in Fräszentren

■ C-Achse

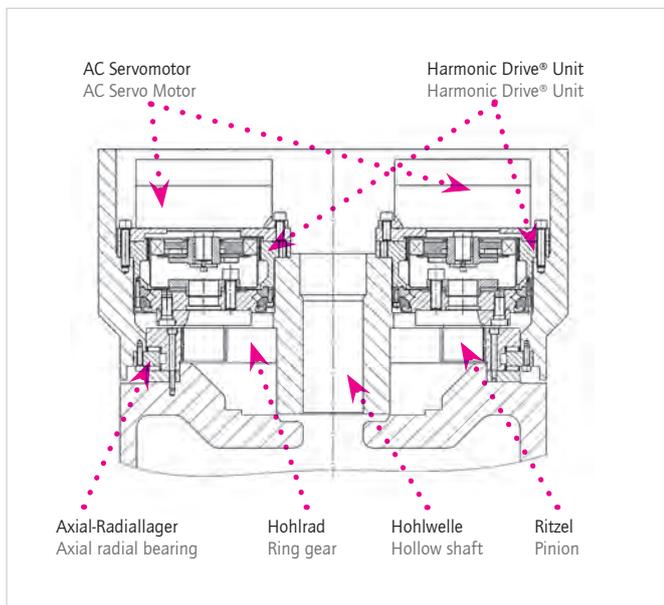
Abbildung 22.1 zeigt die C-Achse eines Bearbeitungszentrums für große Turbinenbauteile. Diese Anordnung bietet enorme Vorteile hinsichtlich Torsionssteifigkeit, Bearbeitungsgenauigkeit und Dynamik. Sie ist mit elektrisch verspannten Antrieben ausgestattet, bestehend aus den Harmonic Drive® Units der Baureihen HFUC-2UH und CHM Servomotoren. Die Schnittkräfte der Maschine betragen bis zu 30 kN, die Steuerung variiert das Verspannmoment je nach Betriebsart.

Um ein hohes Beschleunigungsmoment zu erreichen, arbeiten bei schnellen Vorschubbewegungen beide Antriebe zusammen. Fährt die Achse in die Soll-Position, fungiert der Antrieb als Bremse und erhöht das Verspannmoment, um das Verzahnungsspiel in der Zahnkranzstufe zu eliminieren und die Torsionssteifigkeit der Achse zu erhöhen. Durch die Hohlwelle werden die Versorgungsleitungen für Luft, Öl und Hydraulikflüssigkeit geführt. Die C-Achse kann zusätzlich mit einem hydraulischen Klemmelement fixiert werden.

■ A-Achse

Abbildung 22.2 zeigt die A-Achse des Fräskopfes. Die Achse ist mittels zweier Harmonic Drive® Units der Baureihe HFUC-2UH elektrisch verspannt (in der Zeichnung nicht erkennbar, da sich die zweite direkt hinter der ersten befindet). Die Ritzel an den Antriebsflanschen der Harmonic Drive® Units greifen in ein außenverzahntes Stirnrad. Die zentrale Hohlwelle wird zur Durchführung von Versorgungsleitungen wie Luft, Wasser und Öl für die integrierte Frässpindel genutzt. Auch diese Achse lässt sich mit einem hydraulischen Klemmelement fixieren. Dadurch kann der Fräskopf sowohl für den Dreh- als auch den Fräsbetrieb mit extrem hohen Schnittkräften eingesetzt werden. Das maximale Drehmoment beträgt 12.000 Nm, die bidirektionale Positioniergenauigkeit liegt bei ± 5,4 arcsec.

Abb./ Fig. 22.1



■ Electrically clamped actuators in milling centres

■ C-Axis

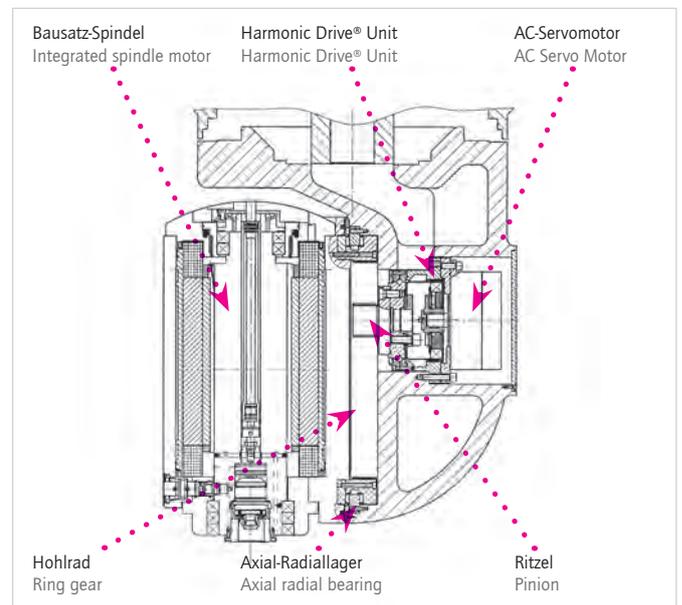
Figure 22.1 shows the C-axis in a machining centre for large turbine components. This arrangement offers enormous advantages with regard to torsional stiffness, machining accuracy and dynamics. It is fitted with electrically clamped actuators, comprising the Harmonic Drive® Units from the HFUC-2UH and CHM Servo Motor Series. The machine's cutting power is up to 30 kN and the control varies the load torque to match the type of operation.

In order to achieve a high acceleration torque, both drives work together in quick forward movements. If the axis is travelling into the set position, the drive acts as a brake and raises the load torque in order to eliminate the toothing backlash in the sprockets stage and increase the torsional stiffness of the axis. The supply lines for air, oil and hydraulic fluid are fed through the hollow shaft. The C-axis can also be fixed in place using a hydraulic clamping element.

■ A-Axis

Figure 22.2 shows the A-axis of the milling head. The axis is electrically braced by means of two Harmonic Drive® Units in the HFUC-2UH series (not identifiable in the drawing, as the second one is located behind the first). The pinions on the input side flanges of the Harmonic Drive® Units grip into a spur wheel toothed on the outside. The central hollow shaft is used for feeding through the supply lines for air, water and oil for the integrated milling spindle. This axis can also be fixed in place using a hydraulic clamping element. In this way, the milling head can be used both for lathe and milling operations with extremely high cutting power. The maximum torque is 12,000 Nm, the bidirectional positioning accuracy stands at ± 5.4 arcsec.

Abb./ Fig. 22.2

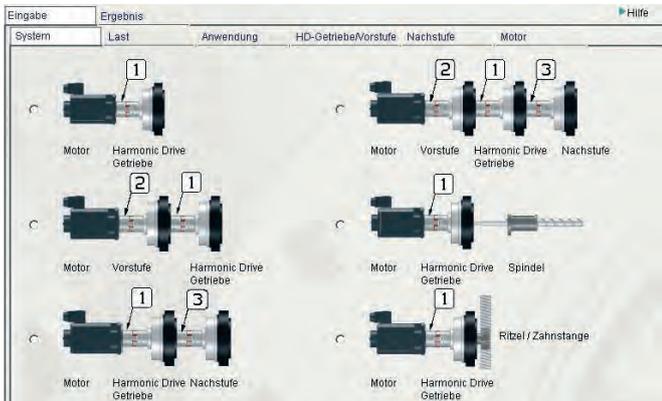




■ **Antriebsauslegung**

Die Harmonic Drive AG möchte es Ihnen so einfach wie möglich machen und hat deshalb den innovativen WebCalculator® entwickelt, eine Internet-Software zur Auslegung von Harmonic Drive® Servoantrieben und Getrieben. Ein einfaches Tool, mit dem Sie im Handumdrehen die richtige Lösung generieren können.

Sie finden den WebCalculator® in der Rubrik „Antriebsauslegung“ unter: www.harmonicdrive.de. Und das erwartet Sie:



- Onlineberechnung, ohne Download des Programmes
- Sehr einfache Bedienung
- Auslegung von Harmonic Drive® Servoantrieben
- Auslegung von Servoantrieben bestehend aus Harmonic Drive® Getrieben und Motoren unterschiedlicher Hersteller
- Berechnung von Massenträgheitsmomenten
- Vollständige Dokumentation der Auslegung
- Option zur Speicherung der Eingabedaten und der Berechnungsergebnisse auf dem Server der Harmonic Drive AG (passwortgeschützt)
- Option zum Ausdruck der Eingabedaten und der Berechnungsergebnisse
- Umfassende Datenbank für alle gängigen Motoren

■ **3D-CAD Modelle zum Download**

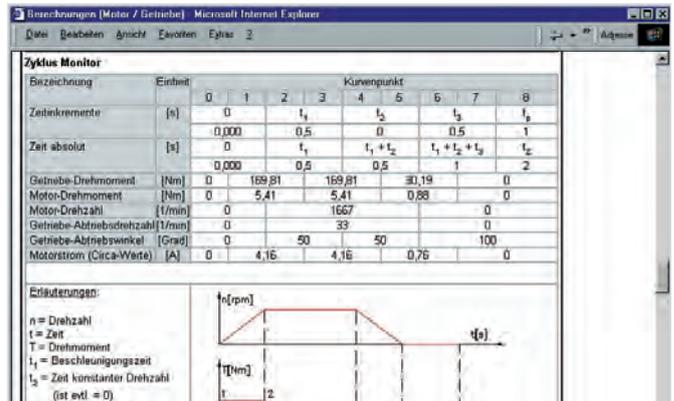
Als weiteren Service bietet Ihnen die Harmonic Drive AG alle Servoantriebe und Getriebe wahlweise als 2D- oder 3D-CAD-Modelle in fast allen gängigen Formaten auf der Harmonic Drive® Website.

www.harmonicdrive.de

■ **Actuator Selection**

Harmonic Drive AG has developed the WebCalculator®, an Internet based calculation programme for Harmonic Drive® Servo Actuators and Gears, to provide additional assistance to customers in the dimensioning and selection of our products.

You can access the WebCalculator® in the section “Actuator Selection” under: www.harmonicdrive.de



- Online calculation without the need to download the programme
- Simple to use
- Selection and dimensioning of Harmonic Drive® Actuators
- Supports the dimensioning and selection of servo actuators comprising of Harmonic Drive® Gears and Motors from different manufacturer
- Calculation of moments of inertia
- Provides complete and concise documentation of all calculations
- Input data and calculation results can be stored on the server of Harmonic Drive AG for later reference (with password protection)
- Optional hard copy of input data and calculation results
- Comprehensive data base of current available motors

■ **3D CAD Models for Downloading**

By way of another service, Harmonic Drive AG can optionally offer you all servo actuators and gears as 2D or 3D CAD models in almost all the usual formats, on the Harmonic Drive® website.

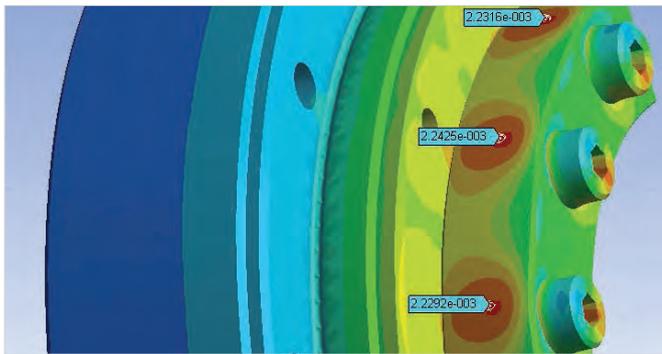
■ Voraussetzung für Kompaktheit und optimale Tragfähigkeit bei hoher Präzision

■ CAE (Computer-aided Engineering)

Ein wesentlicher Bestandteil für eine optimale Lösungsfindung sind Simulationen. Die Harmonic Drive AG nutzt diese konsequent für die bestmögliche Integration sämtlicher Komponenten, um mit überschaubarem Aufwand strukturelle, elektromagnetische und thermische Phänomene im Kontext zu bewerten.

Die hohe Kompaktheit verbunden mit der außerordentlichen Drehmomentkapazität der Harmonic Drive® Antriebe in Werkzeugmaschinen erfordert natürlich eine genaue Kenntnis aller Beanspruchungszustände der einzelnen Komponenten beim jeweiligen Belastungsfall. Nur so kann eine eindeutige Aussage über den Auslastungsgrad der Werkstoffe oder die Eignung der Schmierstoffe getroffen werden. Erst die Berücksichtigung des Zusammenspiels aller Toleranzen und Verformungen im System führt zu einem hochgenauen und zuverlässigen Antrieb.

Die Berechnung des vollständigen Getriebes mit der Methode der finiten Elemente (FEM) bildet die Grundlage für die zuverlässige Dimensionierung und Nachweisführung der Tragfähigkeit und der Präzision.



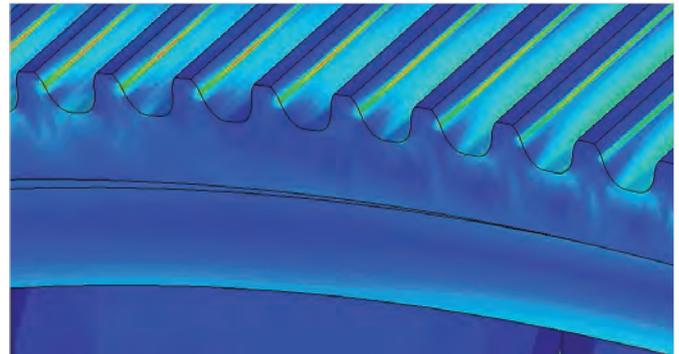
■ Pre-requisite for compactness and optimal load bearing capacity with high precision

■ CAE (computer aided engineering)

Simulations are an important constituent in finding the best solution. Harmonic Drive AG therefore uses them for the best possible integration of all components, in order to evaluate structural mechanical, electro magnetic and thermal phenomena with relatively little effort.

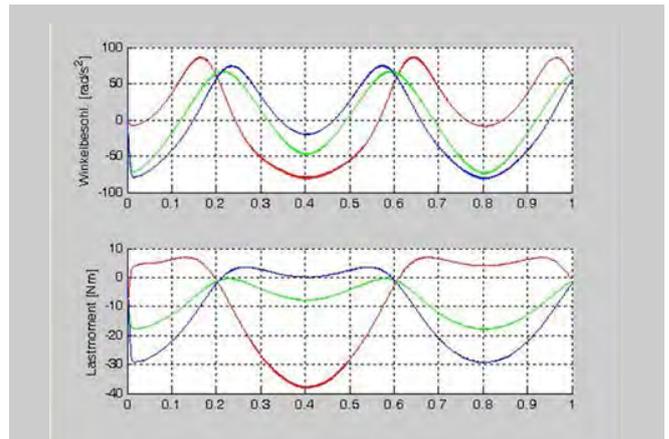
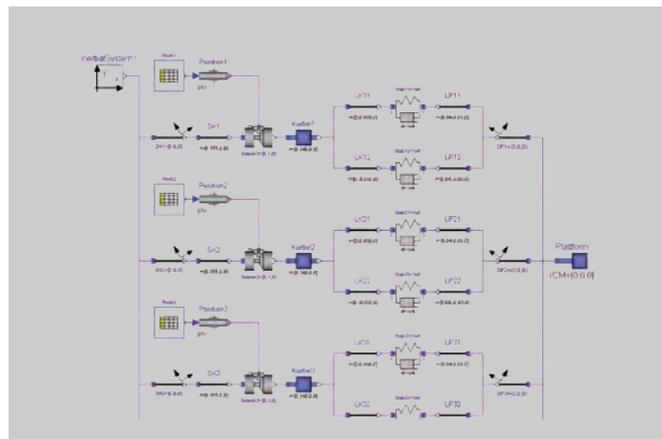
The very compact design, combined with the extraordinary torque capacity of the Harmonic Drive® Actuators in machine tools naturally requires precise knowledge of all the stresses individual components might encounter under particular loading conditions. Only then a clear prediction can be made about the load level of the materials or the suitability of lubricants. Highly accurate and reliable actuators can only be achieved when the interplay of all tolerances and deformations in the system have been considered.

Calculating the full gear requirement using the finite element method (FEM) forms the basis for reliable sizing and subsequent verification of strength and precision.



Mittels der Mehrkörpersystem-Simulation (MKS) können auch für komplexere Anwendungen die Verläufe von Drehmoment und Drehzahl an der Antriebsschnittstelle bestimmt werden. Somit kann ein perfekt auf die Applikation abgestimmter Antrieb definiert werden.

By using multi body simulation (MBS), the sequences for torque and rotational speed can be determined at the actuator interface. In this way, an actuator which is tailored perfectly for its application can be defined.



Kompatibilität Compatibility

Durch den Einsatz eines HIPERFACE®, EnDat oder inkrementellen Motorfeedbacksystems mit sinusförmigem Signalverlauf sind die Harmonic Drive® Servoantriebe mit Sinus/Cosinus Encoder kompatibel zu fast allen auf dem Markt befindlichen digitalen AC-Servoverstärkern, z.B. SINAMICS® und SIMODRIVE® oder NUM MDLU.

A HIPERFACE® or Siemens compatible encoder with sinusoidal output signals provides feedback information for the Harmonic Drive® Servo Actuators with sine/cosine encoder. The actuators are compatible with a wide variety of currently available digital servo controllers with sine/cosine motor feedback systems, e.g. SINAMICS® and SIMODRIVE® or NUM MDLU.

Zusätzlich bietet Ihnen die Harmonic Drive AG leistungsfähige, digitale Servoregler der Baureihe YukonDrive®, die sowohl als Strom-, Drehzahl- oder auch Positionsregler eingesetzt werden können.

Harmonic Drive AG also provides YukonDrive® high performance digital servo controllers that can be used as current, speed or positioning controllers.

Darüber hinaus ermöglicht die High-Speed-Kommunikation über unterschiedliche Feldbussysteme eine einfache Einbindung in unterschiedliche Steuerungs- und Automatisierungssysteme.

What is more, high speed communication via various field bus systems makes it possible to link easily into a variety of control and automation systems.



Referenzen
References

Im Laufe der Jahre haben sich zahlreiche Geschäftsbeziehungen zu echten Partnerschaften entwickelt. Gemeinsam wurde bereits viel bewegt – in Deutschland und auf der ganzen Welt. Die Harmonic Drive AG würde sich sehr freuen, auch Sie als Kunden begrüßen zu dürfen.

Over the years, numerous business relationships have developed into true partnerships. Together, much has been achieved – in Germany and across the world. Harmonic Drive AG would be very happy to welcome you as a client too.



Harmonic
Drive AG

...just move it!



Deutschland Germany
Harmonic Drive AG
Hoenbergstraße 14
65555 Limburg/Lahn



+49 6431 5008-0



+49 6431 5008-119

info@harmonicdrive.de
www.harmonicdrive.de

Technische Änderungen vorbehalten.

We reserve the right to make technical changes and modifications without prior notice.

Harmonic Drive® ist eine eingetragene Marke der Harmonic Drive AG.
Harmonic Drive® is a registered trademark of Harmonic Drive AG.



Belgien
Belgium



Brasilien
Brazil



Bulgarien
Bulgaria



Dänemark
Denmark



Finnland
Finland



Frankreich
France



Großbritannien
UK



Indien
India



Israel
Israel



Italien
Italy



Japan
Japan



Niederlande
The Netherlands



Norwegen
Norway



Österreich
Austria



Polen
Poland



RSA
RSA



Russland
Russia



Schweden
Sweden



Schweiz
Switzerland



Slowakei
Slovakia



Spanien
Spain



Tschechien
Czech Republic



Türkei
Turkey



USA
U.S.A.