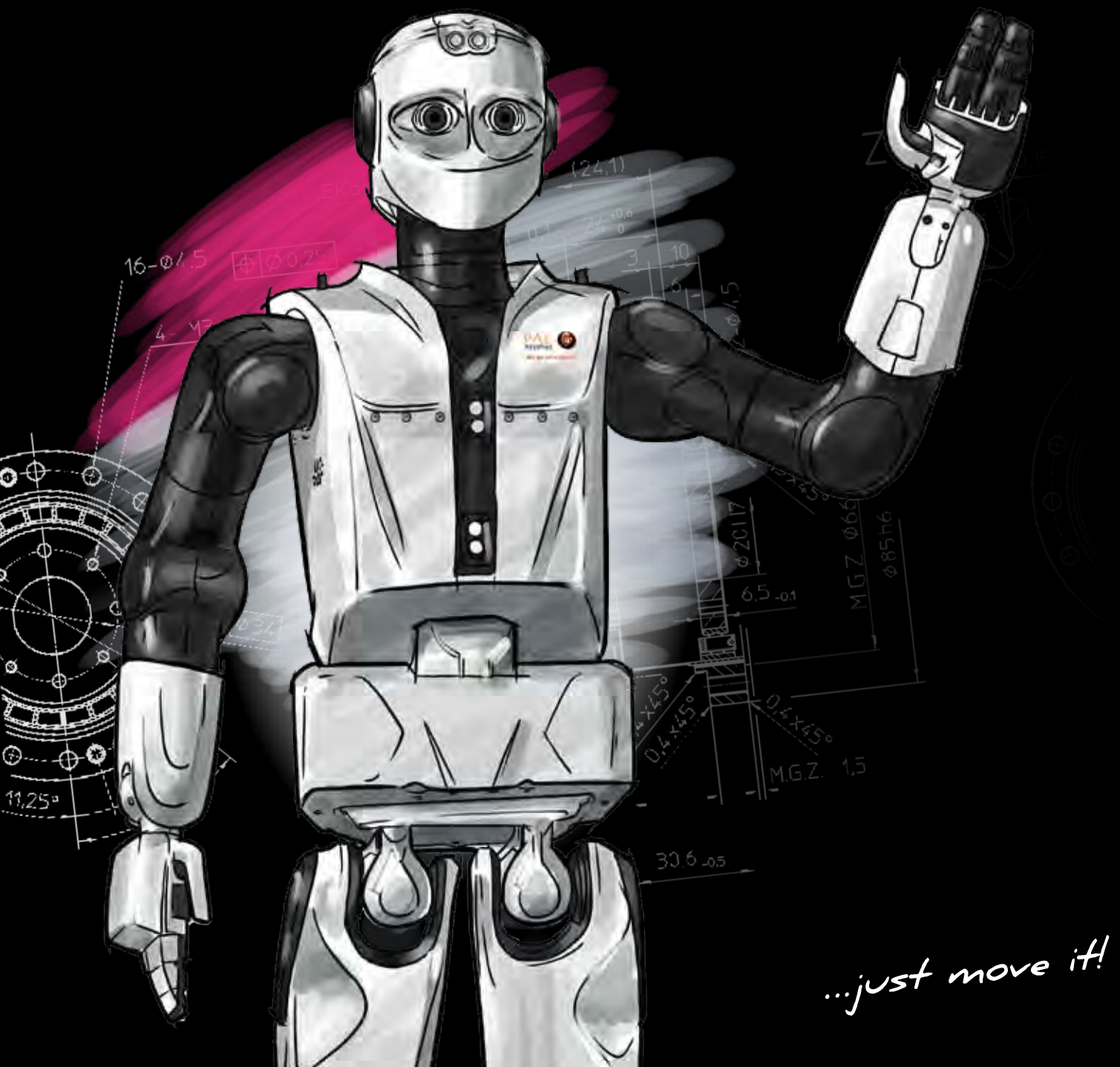




# Robotik und Automation Robotics and Automation



Harmonic  
Drive AG



*...just move it!*

<b>Das Unternehmen</b>	
The Company .....	3
<b>Produktübersicht</b>	
Product Programme .....	4
<b>Industrieroboter</b>	
Industrial Robots .....	6
<b>Kompaktroboter</b>	
Compact Robots .....	9
<b>SCARA Roboter</b>	
SCARA Robots .....	11
<b>Serviceroboter</b>	
Service Robots .....	12
<b>Chirurgie</b>	
Surgical .....	16
<b>Mobile Roboter</b>	
Mobile Robots .....	17
<b>Humanoide Roboter</b>	
Humanoid Robots .....	18
<b>Handhabung</b>	
Handling .....	19
<b>Komplette Systeme</b>	
System Solutions .....	22
<b>Linearachsen</b>	
Linear Axes .....	23
<b>Montagehilfsanwendungen</b>	
Assembly Systems .....	24
<b>Spezialkinematiken</b>	
Special Kinematics .....	25
<b>Parallelkinematiken</b>	
Parallel Kinematics .....	26
<b>Referenzen</b>	
References .....	27



Der Ursprung der Harmonic Drive AG liegt in der Erfindung des Wellgetriebes durch Walton Musser. Ursprünglich für die Raumfahrt konzipiert, konnten sich die besonderen Eigenschaften dieses Getriebepinzips wie Spielfreiheit, Kompaktheit und hohe Untersetzung in einer Stufe auch in anderen Bereichen der Technik durchsetzen.

Seit den Anfängen vor über 40 Jahren hat sich die Harmonic Drive AG zum Lösungsanbieter für hochpräzise Antriebstechnik gewandelt. Egal, ob es Servoantriebe, Direktantriebe, Getriebe nach dem Wellgetriebepinzip oder Planetengetriebe sind: Je anspruchsvoller die Aufgabe, desto besser!

Gerade in der Robotik und Automation können die hervorragenden Eigenschaften unserer Produkte und kundenspezifischen Antriebskonzepte die extremen Anforderungen an Spielfreiheit, Drehmomentkapazität und Wiederholgenauigkeit optimal erfüllen. Die jahrelange Erfahrung aus dem engen Dialog mit unseren Kunden hat zu einer konsequenten Weiterentwicklung unseres Produktportfolios für diese Branche geführt.

Mit der Entwicklung und der Produktion von leistungsstarken Servomotoren hat sich die Harmonic Drive AG optimal für die Kundenbedürfnisse der Branche aufgestellt. Sowohl in Kombination mit den hervorragenden mechanischen Produkten als auch als getriebeloser Direktantrieb haben wir stets das optimale Antriebskonzept für die verschiedenen Anwendungsbereiche der Robotik und Automation.

The origins of Harmonic Drive AG lie in the invention of strain wave gearing by Walton Musser. Originally designed for space applications, the particular characteristics of this gear principle, such as zero backlash, compactness and a high single stage gear ratio meant the technology was also of interest to many other application areas.

Since its inception over 40 years ago, Harmonic Drive AG has transformed itself into the company offering the solution of choice for high precision drive technology. Whether for servo actuators, direct drives, gears following the strain wave principle or planetary gears: the more demanding the task the better!

The excellent characteristics of our standard and customised gear products, zero backlash, high torque capacity or excellent repeatability, are particularly suited for robotics and automation applications. Our many years of experience, resulting from a close dialogue with our customers, have resulted in consistent further development of our product range for this sector.

With the development and production of high performance servo motors, Harmonic Drive AG is perfectly placed to satisfy the customer needs in this sector. Both in combination with our excellent mechanical products as well as a gearless direct drive, we can always supply the optimum drive concept for the different areas of application in robotics and automation technology.

*...just move it!*



## Servoprodukte

### **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 der präzisen Harmonic Drive® Einbausätze, kippsteifer Abtriebslager sowie hochdynamischer und dabei kompakter Motoren überzeugen durch ihre außerordentliche Leistungsfähigkeit. Die passenden Servoregler liefern wir bei Bedarf gleich mit.

Jedoch nicht für alle Anwendungen ist ein Getriebeantrieb stets die optimale Antwort. Wenn Präzision und hohes Drehmoment bei relativ kleinen bis mittleren Drehzahlen gefordert sind, bieten wir Ihnen mit den Harmonic Drive® Direktantrieben eine sinnvolle Alternative – Hohlwelle inklusive!

## Servo Products

### **Do you place special emphasis on compactness, torque capacity and precision?**

Furthermore, if you would like a complete drive solution from a single source, with perfectly matched components and without any additional construction time, then with the Harmonic Drive® Servo Actuators you have found the correct product. The combination of highly dynamic compact servo motors, precision Harmonic Drive® Component Sets and integral high load capacity, tilt resistant output bearings demonstrate their exceptional performance. If required, we can also supply the matching servo controllers.

However, a gear drive is not always the best solution for all applications. If precision and high torque but relatively low to medium speed are required, then we can offer a practical alternative with the Harmonic Drive® Direct Drives – hollow shaft included!

## Units, Getriebeboxen, Planetengetriebe

### **Sie möchten einen eigenen Motor verwenden?**

Dann sind Units und Getriebeboxen die beste Wahl – sei es aus Beschaffungsgründen oder aufgrund besonderer Schnittstellen. Harmonic Drive® Units und Getriebeboxen sind die Kombination der präzisen Harmonic Drive® Einbausätze bestehend aus den drei Bauteilen Circular Spline, Flexspline und Wave Generator sowie kippsteifer Abtriebslager zur Aufnahme hoher Lasten.

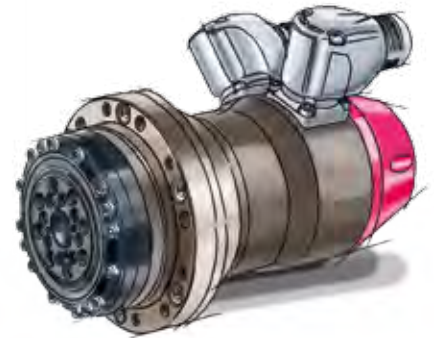
Bei höheren Drehzahlen bzw. niedrigeren Untersetzungen, als es mit Harmonic Drive® Getrieben möglich ist, besteht ebenfalls oft der Bedarf nach höchster Präzision. Hier liefern unsere Harmonic Planetengetriebe eine Antwort. Durch die spezielle Konstruktion mit einem flexiblen Hohlrad in der letzten Stufe können wir eine konstant hohe Präzision über die gesamte Lebensdauer garantieren – wir nennen dies Permanent Precision®!

## Units, Gearboxes, Planetary Gears

### **Would you like to use your own motor?**

The Units and Gearboxes are the best choice – whether for procurement reasons or because of particular interfaces. Harmonic Drive® Units and Gearboxes are the combination of the precise Harmonic Drive® Component Sets, consisting of the three components Circular Spline, Flexspline and Wave Generator as well as integral high load capacity tilt resistant output bearings for handling heavy loads.

At higher speeds or with lower gear ratios than is possible with Harmonic Drive® Gears, there is still often the need for highest precision. Here, our Harmonic Planetary Gears can provide the answer. By utilising a special design with flexible ring gear in the final stage, we can guarantee constant high precision over a lifetime – we call this Permanent Precision®!



## Einbausätze

### **Qualität überzeugt!**

Kein Wunder also, dass sich die Harmonic Drive® Einbausätze mit dem einzigartigen Funktionsprinzip und der konstruktiven Vielfalt schon in zahlreichen Maschinen auf der ganzen Welt als ideales Antriebselement bewährt haben. Die äußerst kompakten Einbausätze bestehen aus den drei Bauteilen Circular Spline, Flexspline und Wave Generator und liefern Ihnen damit die maximal mögliche Flexibilität in der konstruktiven Einbindung, die Ihnen die freie Wahl auf der Antriebs- und Abtriebsseite ermöglicht. Soviel Gestaltungsspielraum werden Sie nur schwer bei anderen Getrieben finden. Die kompakte Bauweise gewährleistet zudem eine platz- und gewichtssparende Einbindung.

## Component Sets

### **Quality Proven!**

It is no wonder that the Harmonic Drive® Component Sets with their unique operating principle and constructional variety have already proven their worth as the ideal drive mechanism in numerous machines across the world. The extremely compact Component Sets consist of the three components namely the Circular Spline, Flexspline and Wave Generator. They offer the maximum freedom of design integration for inclusion in your design, offering you unsurpassed flexibility on both the input and output side. It would be very difficult to find this range of design options and possible variants with other gear systems. The compact design also guarantees to save you space and weight.



## SolutionKit®

Der SolutionKit® schafft den Spagat zwischen dem neuesten, optimierten Entwurf und zuverlässigen, langjährig im Einsatz befindlichen Antriebslösungen. Er basiert auf erprobten Technologien und Komponenten, die individuell kombiniert werden.

Die verschiedenen Getriebe, Motoren, Gebersysteme, Abtriebslagerungen und weitere Komponenten sind so konzipiert, dass sie modular in unterschiedlichen Kombinationen eingesetzt werden können.

The SolutionKit® bridges the gap between the latest, reliable optimised designs and many years' experience applied in actuation solutions, based on proven technologies and components that can be combined individually.

Various technologies for gears, motors, feedback systems, output bearings and other components are designed in such a way that they can be used in different modular combinations.



Roboter sind heute längst keine Besonderheit mehr, sie gehören zur Standardausstattung vieler industrieller Betriebe.

Ein Industrieroboter hat den Zweck, verschiedenste Arbeiten zu erledigen. Einmal programmiert, führt der Industrieroboter den vorgegebenen Arbeitsablauf autonom durch. Bei vielen technischen Abläufen übertrifft der Industrieroboter die Fähigkeiten des menschlichen Arbeiters durch Zeitersparnis und erreicht somit eine höhere Wirtschaftlichkeit.

Man unterscheidet folgende Grundtypen anhand ihrer Kinematik:

Serielle Kinematik	Parallele Kinematik
<b>Gelenkarmroboter</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5- und 6-Achs-Roboter</li> <li>• 7-Achs-Roboter</li> <li>• Dualarm-Roboter</li> <li>• Palettierroboter</li> <li>• SCARA Roboter</li> </ul> <b>Portalroboter mit drei Linearachsen</b>	<b>Hexapod Roboter</b> <b>Delta Roboter</b>

Industrieroboter werden in unterschiedlichen Ausführungen und von verschiedenen Herstellern geliefert. Sie werden in der Regel als standardisiertes Grundgerät angeschafft und mit anwendungsspezifischen Werkzeugen an ihre jeweilige Aufgabe angepasst.

Eine wichtige Kenngröße von Industrierobotern ist die Traglast. Weitere entscheidende Kenngrößen sind die Dynamik und die Genauigkeit.

Harmonic Drive® Produkte ermöglichen es hierbei, immer das entsprechende Optimum aus einer solchen Anwendung herauszuholen. Die nachfolgend gezeigten Konstruktionsdetails und Anwendungsbeispiele zeigen exemplarisch die Möglichkeiten, kundenindividuell eine optimale Integration unserer Antriebskomponenten zu ermöglichen.

Robots have long since ceased being unique and are now standard features for many industrial companies.

The purpose of an industrial robot is to perform a wide range of work. Once programmed, the industrial robot autonomously performs the prescribed workflow. For many technical processes, industrial robots exceed the capabilities of the human workers, thereby saving time and achieving higher cost effectiveness.

A distinction is made between the following basic types based on their kinematics:

Serial kinematics	Parallel kinematics
<b>Articulated arm robot</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 and 6-axis robot</li> <li>• 7-axis robot</li> <li>• Dual-arm robot</li> <li>• Palletizing robot</li> <li>• SCARA robot</li> </ul> <b>Portal robot with three linear axes</b>	<b>Hexapod robot</b> <b>Delta robot</b>

Industrial robots are supplied in a variety of versions and by different manufacturers. They are generally acquired as a standardised basic device and are adapted to their particular tasks with application specific tools.

An important characteristic of industrial robots is the payload. Other decisive characteristics are performance and precision.

Harmonic Drive® products set themselves apart by achieving the best from applications of this kind. The design details and the sample applications that follow show, by way of example, how our gears and components are incorporated into individual customer solutions.

Knickarmroboter, Reis GmbH & Co. KG  
Articulated arm robot, Reis GmbH & Co. KG



## SCARA Roboter

SCARA Roboter für schnelle Montagetätigkeiten sind ein ideales Anwendungsgebiet für die Wellgetriebe der Harmonic Drive AG. Aufgrund der hohen Dynamik der Roboter ist die Verwendung von kompakten, leichtgewichtigen Getrieben unverzichtbar. Die hohe Genauigkeit, die für die präzise Montage erforderlich ist, macht Getriebe mit hervorragender Wiederholgenauigkeit notwendig.

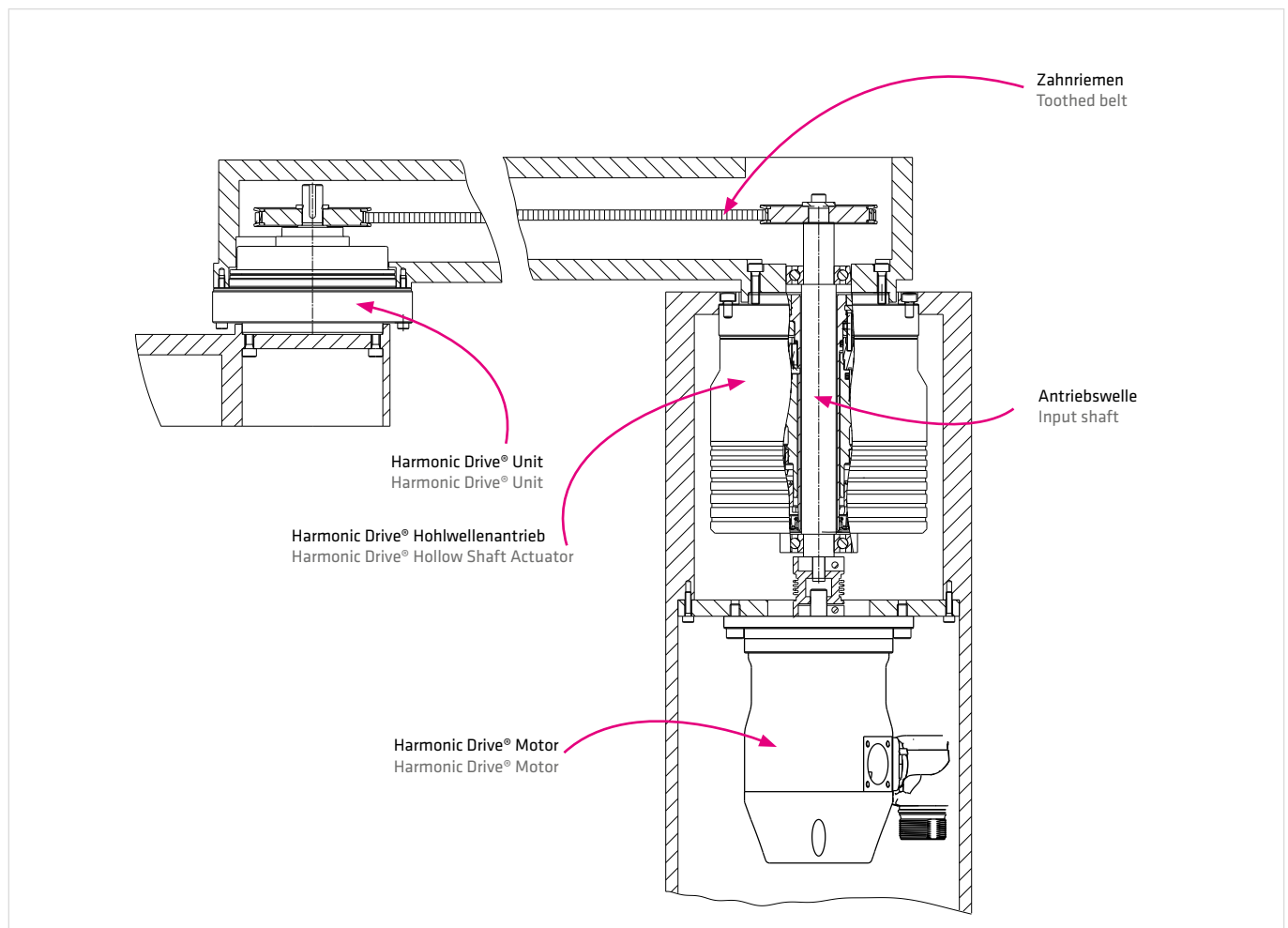
Das hier dargestellte Anwendungsbeispiel zeigt eine kompakte und elegante konstruktive Lösung mit einem Hohlwellenantrieb CHA und einer kompakten Harmonic Drive® Unit der Baureihe CobaltLine®, die von einem FFM Motor aus der Baureihe LynxDrive® angetrieben wird. Im Schultergelenk ist der Abtriebsflansch des CHA mit dem Oberarm und der äußere Ring des Abtriebslagers mit dem Ständer verbunden. Im Ellbogengelenk ist der Abtriebsflansch der CobaltLine® Unit ebenfalls mit dem Oberarm und der äußere Ring des Abtriebslagers mit dem Unterarm verbunden. Angetrieben wird die CobaltLine® Unit durch einen FFM Motor, dessen Motorwelle durch den CHA Antrieb hindurch über einen Zahnriemen mit dem Getriebeeingang verbunden ist.

## SCARA Robots

SCARA robots used for rapid assembly tasks are an ideal area of application for the Strain Wave Gears from Harmonic Drive AG. Due to the highly dynamic nature of the robots, the use of compact, lightweight gears is essential. The high level of accuracy which is necessary for precise assembly requires gears with excellent repeatability.

The sample application described here demonstrates a compact and elegant structural solution with a CHA Hollow Shaft Servo Actuator and a compact Harmonic Drive® CobaltLine® Series Unit which is powered by an FFM Motor from the LynxDrive® Series. In the shoulder joint, the drive flange of the CHA is joined, with the upper arm and the outer ring of the output bearing, to the stand. In the elbow joint, the drive flange of the CobaltLine® Unit is connected to the upper arm with the outer ring of the output bearing, connected to the lower arm. The CobaltLine® Unit is powered by an FFM Motor, over a tooth belt to the gear input with a motor shaft which passes through the hollow shaft of the CHA Servo Actuator.

Abbildung Illustration 7.1



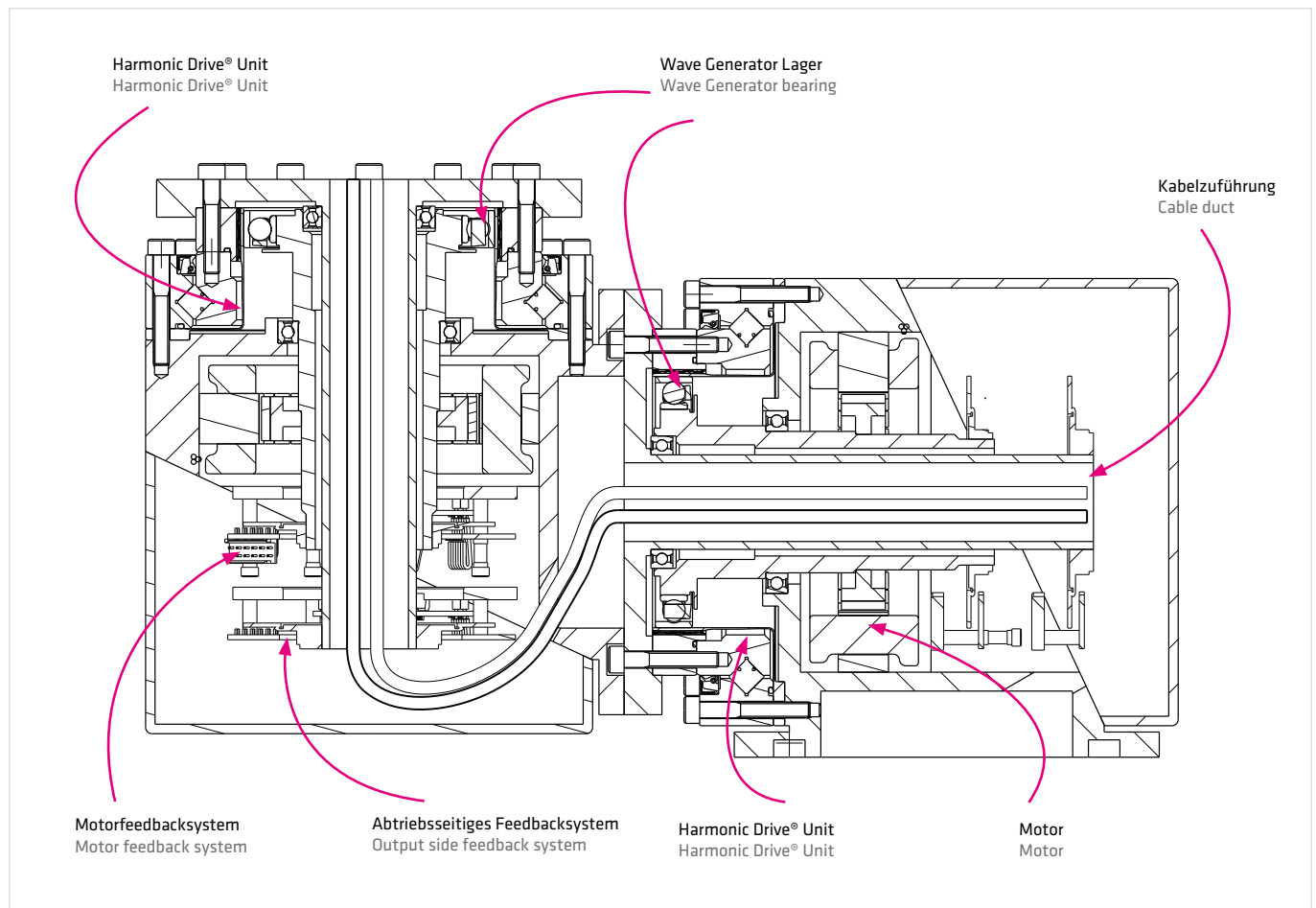
## Roboter-Doppelarmgelenk

Die in diesem Doppelarmgelenk dargestellten Getriebe der Harmonic Drive AG sind sogenannte „Simplicity Units“. Diese Bauform wird inklusive leistungsfähigem Kreuzrollenabtriebslager geliefert, weist jedoch kein eigenes Getriebegehäuse auf und ist dadurch komplett integrierbar. Bei dieser gezeigten Achse ist der Flexspline über den Abtriebslager-Außenring mit der Dreh-/Schwenkeinheit verschraubt und stützt das Drehmoment zum Gehäuse ab. Der Abtrieb erfolgt über den Circular Spline und den Innenring des Abtriebslagers. Beim Wave Generator, der als Antrieb dient, wurde eine Hohlwellen-Sonderbauform gewählt, die gleichzeitig der Funktion des Servomotor-Rotors sowie der Aufnahme des Motorfeedbacksystems und der Haltebremse dient. Die Drehdurchführung als solche wird für die Kabelzuführungen herangezogen.

## Robotic double arm joint

The gears shown in this double arm joint by Harmonic Drive AG are known as "Simplicity Units". This design comes complete with a high performance cross roller output bearing but has no casing and can therefore be completely integrated within the machine housing. In the axis shown below the Flexspline is fixed to the rotary/swivel unit via the output bearing outer ring thus supporting the torque to the housing. Output is via the Circular Spline and the inner ring of the output bearing. A special hollow shaft design was chosen for the Wave Generator, which serves as the gear input, and it can simultaneously perform the function of the servo motor rotor, recording the motor feedback system and the holding brake. The rotary feed through as such is also used as the cable duct.

Abbildung Illustration 8.1



Doppelarmgelenk  
Double arm joint



## Kompaktroboter Compact Robots

Das dänische Unternehmen Universal Robots entwickelt und produziert Industrieroboterarme, die aufgrund ihrer Bauart und Beschaffenheit für eine Vielzahl an Anwendungen geeignet sind. Vor allem das geringe Eigengewicht sowie die flexible und intuitive Handhabung zeichnen die Leichtbauroboter aus. Sowohl der UR5 als auch der UR10 lassen sich unkompliziert in Produktionslinien integrieren und je nach Aufgabe innerhalb der Fertigung versetzen. In allen sechs Achsen kommen Harmonic Drive® Units mit integrierter Abtriebslagerung zum Einsatz, die bezüglich Gewicht, Massenträgheit und Bauraum optimiert sind. Die bei dieser Applikation verwendete Software wiederum erleichtert es dem Anwender, den Roboter für neue Aufgaben in kürzester Zeit selbst umzurüsten.

In solchen kompakten Roboterachsen werden größtenteils HFUS Units eingesetzt, die auf das konkrete Roboterdesign angepasst werden und so die Gesamtdynamik des Systems erhöhen. Dieser Designansatz führt neben einer Reduzierung des Bauraums insbesondere zu einer deutlichen Verringerung des Gewichts, die, je nach Baugröße, über 30 % betragen kann. Die gleichzeitige Nutzung eines leistungsfähigen und kippsteifen Kreuzrollenabtriebslagers rundet den Antrieb ab.

The Danish company Universal Robots develops and produces industrial robot arms that are suitable for a wide variety of applications due to their design and quality. Especially useful features of these lightweight robots are the low weight and the flexible and intuitive operation. Both the UR5 and the UR10 can easily be installed and integrated into production lines according to the task required. In all six axes, the Harmonic Drive® Units with integrated output bearings are used which are optimised in terms of weight, inertia and installation space. The software used in this application makes it easier for the user to re-programme the robot for new tasks in the shortest period of time.

These compact robot axes mainly use HFUS Units which are adapted to the final robot design and thus increase the total dynamic performance of the system. In addition to the reduction in installation space, this optimised design leads to a considerable reduction in weight, which can be over 30 % depending on the size. The simultaneous use of integrated, high performance and high capacity cross roller output bearing rounds off the gear.

Tabelle Table 9.1

HFUS-Units			
Baugröße Size	Untersetzung Ratio	Außendurchmesser Outer diameter	Max. wiederholbares Spitzendrehmoment Max. repeated peak torque
		mm	Nm
14	30 ... 100	70	9 ... 28
17	30 ... 120	80	16 ... 54
20	30 ... 160	90	27 ... 92
25	30 ... 160	110	50 ... 176
32	30 ... 160	142	100 ... 372
40	50 ... 160	170	402 ... 647
45	50 ... 160	190	500 ... 882
50	50 ... 160	214	715 ... 1180
58	50 ... 160	240	1020 ... 1840

**QUICKLINKS** [www.harmonicdrive.de/2060](http://www.harmonicdrive.de/2060)  
[www.harmonicdrive.co.uk/2060](http://www.harmonicdrive.co.uk/2060)



Die Roboter der KR AGILUS-Serie von KUKA sind Meister der Geschwindigkeit: Kompakt, präzise, wendig und schnell. Bei Handhabungsaufgaben, insbesondere „Pick and Place“, liefert der KR AGILUS überzeugende Ergebnisse bei minimalen Zykluszeiten. Gleichzeitig arbeitet diese Kleinroboterfamilie sehr präzise und ermöglicht Fertigungsqualität auf höchstem Niveau.

Die Energiezufuhr ist beim KR AGILUS platzsparend in den Roboter integriert. Er passt sich nicht nur durch sein ideales Verhältnis von Größe, Wendigkeit und Reichweite an beengte Platzverhältnisse an, sondern führt seine Aufgaben zudem wahlweise in Boden-, Decken- oder Wandeinbaulage aus. Darüber hinaus hat der KR AGILUS eine SafeOperation-Funktionalität, welche die Zusammenarbeit von Mensch und Roboter entscheidend vereinfacht und verbessert. Das macht die mechanische Achsbereichsüberwachung überflüssig und erschließt neue, kostengünstige Möglichkeiten der Mensch-Roboter-Kooperation.

Unsere Präzisionsgetriebe sorgen in allen sechs Achsen des Kleinroboters für eine sichere und zuverlässige Leistungsübertragung. Die Units der Baureihe CobaltLine® stellen das aktuelle Optimum in Bezug auf Drehmomentkapazität und Lebensdauer dar.

The robots in the KR AGILUS series from KUKA are the masters of speed: compact, precise, manoeuvrable and quick. For handling tasks, in particular “Pick and Place”, the KR AGILUS delivers convincing results with minimal cycle times. At the same time, this small robot family works very precisely and brings about manufacturing quality of the very highest.

The energy supply to the KR AGILUS is integrated into the robots whilst using little space. It adapts itself to narrow confines not only because of its size, manoeuvrability and reach but also carries out its tasks whether it is built into the floor, ceiling or wall. Furthermore, the KR AGILUS has a safe operating function which decisively simplifies and improves the co-operation between man and robots. This makes mechanical monitoring of the axis area superfluous and creates new and cost effective possibilities for man-robot co-operation.

Our precision gears ensure safe and reliable performance transfer in all six axes of the small robots. The CobaltLine® Series Units currently provide the best torque capacity and lifetime.

Tabelle Table 10.1

CobaltLine® - Units			
Baugröße Size	Untersetzung Ratio	Außendurchmesser Outer diameter mm	Max. wiederholbares Spitzendrehmoment Max. repeated peak torque Nm
14	50 ... 100	73	23 ... 36
17	50 ... 120	79	44 ... 70
20	50 ... 160	93	73 ... 120
25	50 ... 160	107	127 ... 229
32	50 ... 160	138	281 ... 484
40	50 ... 160	160	523 ... 841

**QUICKLINKS** [www.harmonicdrive.de/2020](http://www.harmonicdrive.de/2020)  
[www.harmonicdrive.co.uk/2020](http://www.harmonicdrive.co.uk/2020)



KR AGILUS, KUKA AG

## SCARA Roboter SCARA Robots



SCARA-AAR 740,  
ASYS Automatic Systems GmbH & Co. KG



Das Roboterprogramm der ASYS Automatic Systems GmbH & Co. KG ist als frei kombinierbares Baukastensystem aufgebaut. Durch die jahrzehntelange Erfahrung im Roboterbau können für alle Anwendungen, insbesondere im Hochvakuum, Ultrahochvakuum und Reinräumen, Lösungen angeboten werden. Der SCARA-AAR 740 ist hierbei eine bewährte Sonderausführung für Reinraumbetriebe. Mit einem Single-Paddel ausgestattet, hat der Arm eine Reichweite von bis zu 786 mm und einen Vertikalhub von 50 mm. Er kann hierbei eine Traglast von 2,5 kg (inklusive Paddel) aufnehmen.

Die Harmonic Drive AG empfiehlt in solchen Anwendungen die eigens entwickelten Servomotoren, die höchsten Ansprüchen genügen.

The ASYS robot programme is produced as a freely combinable building block system. Thanks to the decades of experience in building robots, optimum solutions can be offered for applications such as, in particular, high vacuum, ultra-high vacuum and clean rooms. The SCARA-AAR 740 here represents a proven special version for clean room operations. Fitted with a single paddle, the arm has a reach of up to 786 mm and a vertical stroke of 50 mm. It can pick up a load of 2.5 kg (including paddle).

Harmonic Drive AG recommends servo motors which are developed in house and meet the highest industry standards for such applications.

### CHA und CHM Hohlwellenantriebe

In der Baureihe CHA werden präzise, spielfreie Getriebe der Harmonic Drive AG mit einem hochdynamischen AC-Servomotor, einem optischen Sinus-Cosinus Encoder und einem extrem belastbaren Abtriebslager zu dem kompakt bauenden Antrieb kombiniert. Wesentliches Merkmal ist die zentrische Hohlwelle. Das Abtriebslager zur Aufnahme der kundenseitigen Last ist als Flanschlager ausgeführt und bietet beste Parallelität und Koaxialität. Mit dem Hohlwellenmotor der Baureihe CHM bietet die Harmonic Drive AG Motorentechnologie auf höchstem Qualitätsniveau an. Die kompakte Bauform und die Hohlwelle sorgen dafür, dass der Konstruktionsaufwand in vielen Anwendungen erheblich verringert wird. Die CHM Antriebe zeichnen sich durch eine kompakte, modular aufgebaute Bauweise mit geringem Rastmoment aus.

### CHA and CHM Hollow Shaft Actuators

In the CHA Series, Harmonic Drive AG's precise, zero backlash gears are combined with a highly dynamic AC servo motor, an optical sine cosine encoder and a high capacity output bearing, to produce an extremely compact actuator. A major characteristic is the central hollow shaft. The output bearing for handling the pay load is designed as flange bearing and offers the best parallelism and co-axial quality. With the CHM Hollow Shaft Motor, Harmonic Drive AG offers motor technology of the highest quality. The compact design and the hollow shaft ensure that the design effort is considerably reduced in many applications. The CHM Motors are characterised by their modular construction and minimal cogging torque.

Tabelle Table 11.1

CHA				
Baugröße Size	Unter- setzung Ratio	Maximales Drehmoment Maximum output torque Nm	Maximale Drehzahl Maximum output speed min <sup>-1</sup> / rpm	Hohlwellen- durchmesser Hollow shaft diameter mm
14	30 ... 100	9 ... 28	85 ... 283	12
17	30 ... 120	16 ... 54	61 ... 243	16
20	30 ... 160	27 ... 92	38 ... 200	18
25	30 ... 160	50 ... 176	35 ... 187	27
32	30 ... 160	100 ... 372	30 ... 160	32
40	50 ... 160	402 ... 647	25 ... 80	39
50	50 ... 160	715 ... 1180	22 ... 70	45
58	50 ... 160	1020 ... 1840	19 ... 60	45

Tabelle Table 11.2

CHM			
Baugröße Size	Maximales Drehmoment Maximum output torque Nm	Maximale Drehzahl Maximum output speed min <sup>-1</sup> / rpm	Hohlwellen- durchmesser Hollow shaft diameter mm
0083	2,9	6500	21
0200	6,4	4800	35,5
0390	11,3	4000	42
0800	27	4000	46
1100	37	4000	46

QUICKLINKS [www.harmonicdrive.de/1010](http://www.harmonicdrive.de/1010)  
[www.harmonicdrive.co.uk/1010](http://www.harmonicdrive.co.uk/1010)

QUICKLINKS [www.harmonicdrive.de/1080](http://www.harmonicdrive.de/1080)  
[www.harmonicdrive.co.uk/1080](http://www.harmonicdrive.co.uk/1080)

Nachdem Roboter im industriellen Umfeld mittlerweile ein vertrautes Bild sind, findet man sie inzwischen mehr und mehr auch außerhalb des elementaren Wertschöpfungsprozesses. Sie assistieren dem Chirurgen bei komplizierten Eingriffen, säubern Böden und Solarpaneele, untersuchen einsturzgefährdete Gebäude oder melken Kühe. Viele Ideen für weitere Anwendungen sind bereits Wirklichkeit – und ständig kommen neue hinzu. Das macht den Serviceroboter zum Leitprodukt der nächsten Jahrzehnte. Ebenso sicher werden auch hier präzise Bewegungen benötigt, Randbedingungen, die sich mit Produkten der Harmonic Drive AG bestens erfüllen lassen:

- Hohe Leistungsdichte für energieautarke Systeme
- Aufbau von kompakten und hochfunktionalen kinematischen Strukturen
- Nutzung der Hohlwelle oder
- Vorbereitung von Sicherheitsfunktionen durch integrierte Sensorik

Die nachfolgend gezeigten konstruktiven Details und Anwendungsbeispiele werfen ein Streiflicht auf die Vielzahl der mit unseren Kunden individuell erarbeiteten Lösungen.

As robots in industrial environments are now a familiar sight, we are seeing more and more robots outside the basic value added processes. They assist surgeons in complicated surgery, clean floors and solar panels, inspect buildings where there is a risk of collapse and they are milking cows. Many ideas for future applications are already a reality and new applications are constantly being added. This makes the service robot a pioneering product of the coming decades. Precise movements will certainly be required – basic conditions which can be best satisfied with products from Harmonic Drive AG:

- High performance capacity for energy independent systems
- Development of compact and highly functional kinematic structures
- Use of hollow shaft or
- Preparing safety functions with integrated sensory systems

The design details and sample applications shown will highlight some of the many solutions developed with our customers.



Care-O-Bot3, Fraunhofer IPA



## Radantrieb für mobile Roboterplattform

Die Produktpalette der Harmonic Drive AG wird im Untersetzungsbereich  $i < 45$  durch hochpräzise Planetengetriebe komplettiert. Mit den drei Baureihen HPG, HPGP und HPN werden Kundenbedürfnisse hinsichtlich Präzision, Drehmomentkapazität, Kompaktheit und Preis-Leistungs-Verhältnis entsprechend erfüllt. Für höchste Präzision sind die Baureihen HPG und HPGP mit einem maximalen Spiel von 1 Winkelminute verfügbar. Für weniger anspruchsvolle Anforderungen wurde die kostengünstigere Baureihe HPN entwickelt, die je nach Untersetzung ein Spiel von maximal 5 bzw. 7 Winkelminuten aufweist.

Für den Einsatz in Radantrieben eignen sich die hochkompakten Getriebe vor allem aufgrund des außergewöhnlichen Leistungsgewichts. In Kombination mit Servomotoren der Harmonic Drive AG lässt sich der Bauraumvorteil optimal in kundenspezifische Lösungen aus einer Hand integrieren. Die unten dargestellte Abbildung zeigt ein zweistufiges Planetengetriebe der Baureihe HPG, integriert in einen Hohlwellenservomotor. Das Getriebe ist in den Rotor ebenso integriert wie der Servoantrieb als Ganzes in die Radeinheit.

## Wheel drive for mobile robot platform

The Harmonic Drive AG product range is completed in gear ratios of less than 45:1 by high precision planetary gears. With the three Series, HPG, HPGP and HPN, client needs with regard to precision, torque capacity, compactness and price-to-performance ratio are met accordingly. For the very highest precision, the HPG and HPGP Series are available with a maximum backlash of 1 arc minute. The more cost efficient HPN Series, which has a maximum backlash of 5 or 7 arc minutes after the gear ratio, was developed for less demanding requirements.

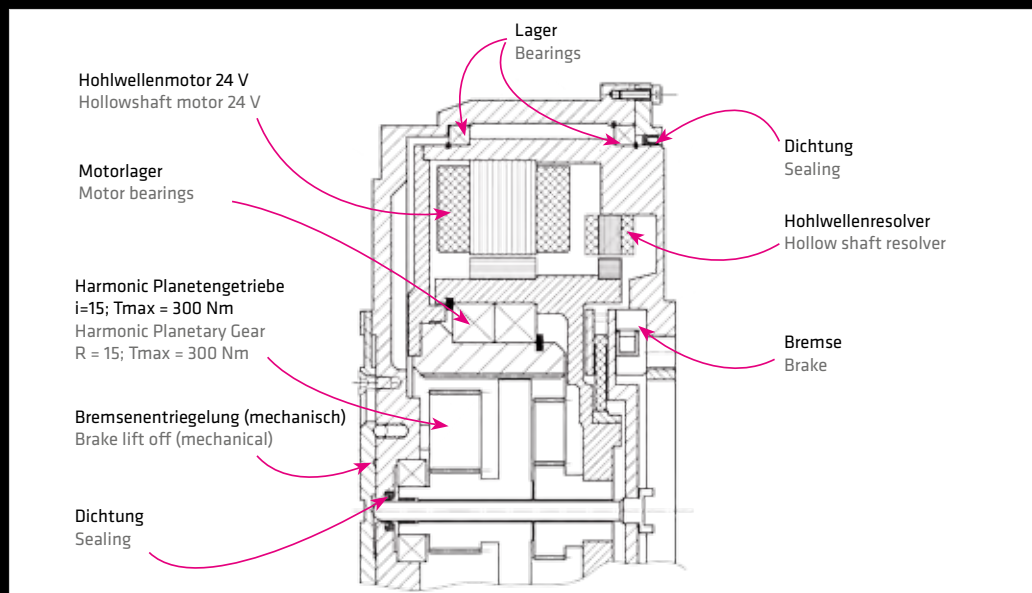
The highly compact gears are suited for use in wheel drives, principally because of their extraordinary power-to-weight ratio. In combination with the Harmonic Drive AG Servo Motors, the installation space advantage can be integrated into customer specific single source solutions. The illustration below shows a two stage planetary gear from the HPG Series; integrated into a hollow shaft servo motor. The gear is also integrated into the rotor, as is the servo actuator as a whole into the wheel unit.

Tabelle Table 13.1

Baugröße Size	Untersetzung Ratio	HPN / HPG / HPGP		
		Max. wiederholbares Spitzendrehmoment Max. repeated peak torque	Max. Antriebsdrehzahl Max. input speed	Spiel Backlash
		Nm	min <sup>-1</sup> / rpm	arcmin
11 ... 40	3 ... 31	9 ... 752	10000	5 ... 7
11 ... 65	3 ... 45	4 ... 2200	10000	1 oder 3 1 or 3
11 ... 65	3 ... 31	10 ... 2920	10000	1 oder 3 1 or 3

**QUICKLINKS** [www.harmonicdrive.de/2130](http://www.harmonicdrive.de/2130) [www.harmonicdrive.co.uk/2130](http://www.harmonicdrive.co.uk/2130)  
[www.harmonicdrive.de/2110](http://www.harmonicdrive.de/2110) [www.harmonicdrive.co.uk/2110](http://www.harmonicdrive.co.uk/2110)  
[www.harmonicdrive.de/2120](http://www.harmonicdrive.de/2120) [www.harmonicdrive.co.uk/2120](http://www.harmonicdrive.co.uk/2120)

Abbildung Illustration 13.2



Radantrieb auf Basis eines Harmonic Planetengetriebes und Motors  
 Wheel drive based on a Harmonic Planetary Gear and Motor

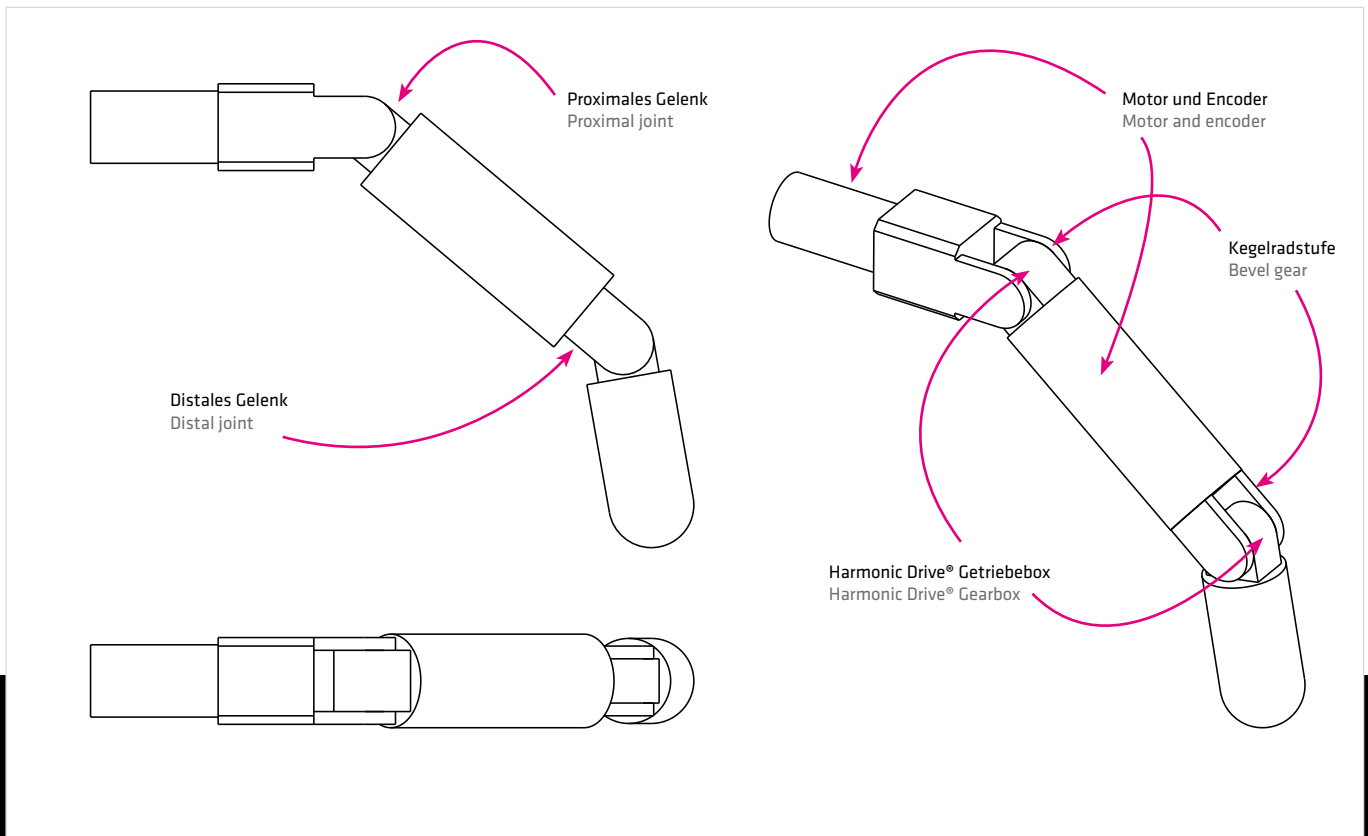
## Fingermodul

Die technische Nachbildung der komplexen Griffmöglichkeiten einer menschlichen Hand gilt als klassische Herausforderung in der Handhabungstechnik. Ein Fokus liegt dabei auf der Gestaltung der Finger. Während sich beim menschlichen Fingergelenk der „Motor“ gar nicht im Finger selbst, sondern im Unterarm befindet, ist bei der technischen Nachbildung der Modulansatz häufig von Vorteil. Dabei sind Motor, Messsystem und Kraftübertragungselemente direkt im Finger platziert. Das gezeigte Fingermodul nutzt pro Gelenk ein Wellgetriebe der Harmonic Drive AG der Baugröße 5 mit nachgeschalteter Kegelradstufe. Die auf höchste Dynamik optimierte Konstruktion kann so einen Durchmesser von 22 mm realisieren.

## Finger module

The technical reproduction of the complex gripping capabilities of a human hand is a classic challenge in handling technology. The focus lies on the design of the fingers. While in the human finger joint, the "motor" is not even in the finger itself but in the lower arm, in technical reproduction the modular approach is often advantageous. The motor, measurement system and force transfer elements are positioned directly in the finger. The finger module shown uses a size 5 gear from Harmonic Drive AG for each joint with a bevel gear at the output. The design is optimised for the maximum possible dynamic response and thus produces outer diameter of only 22 mm.

Abbildung Illustration 14.1



Bewegliche Fingermodule mit Servomotoren der Harmonic Drive AG  
Movable finger modules based on servo actuators of Harmonic Drive AG

Der ArmeoPower® der Hocoma AG ist das weltweit erste kommerziell erhältliche robotische Arm-Exoskelett für die Neurorehabilitation. Mit dem Therapieroboter trainieren Patienten ihre Fähigkeiten, die aufgrund eines Schlaganfalls, Schädel-Hirn-Traumas oder anderer neurologischer Krankheiten unter einer Beeinträchtigung der Arm- und Handfunktion leiden. Diese Roboter verbessern die Bewegungstherapie entscheidend, indem sie Übungszeit und -intensität erhöhen und sich optimal an die Fähigkeiten der Patienten anpassen. Das roboterhafte Exoskelett ermöglicht das Training in einem großen dreidimensionalen Arbeitsbereich.

Die Therapieroboter sind mit hochübersetzenden und spielfreien Getrieben der Harmonic Drive AG ausgerüstet. Neben dem aktiven Betrieb ist auch eine passive Bewegung des Therapiegeräts möglich – eine wichtige Voraussetzung, dem Therapieerfolg mit dem Ziel der Rückgewinnung der Fähigkeiten einen Schritt näher zu kommen.

Spielfreiheit, Kompaktheit und Laufruhe prädestinieren die Getriebe der Baureihe CobaltLine® für den Einsatz in den Gelenken der Roboter. Ein weiteres entscheidendes Kriterium ist die Tatsache, dass sich die Getriebe auch passiv gut bewegen lassen. So entstand eine kompakte Lösung mit ansprechendem Design und hohen Abgangsdrehmomenten in den Schulter- und Ellbogengelenken.

The ArmeoPower® of Hocoma AG is the world's first commercial available arm-exoskeleton for neuro rehabilitation. Patients who are suffering from impaired arm and hand functions caused by stroke, traumatic brain injury and other neurological problems can train their abilities with the therapy robot.

These robots improve exercise therapy significantly by extending exercise time and intensity and can be adapted to the different abilities of the individual patient. The robotic exoskeleton allows for training in a wide three dimensional area.

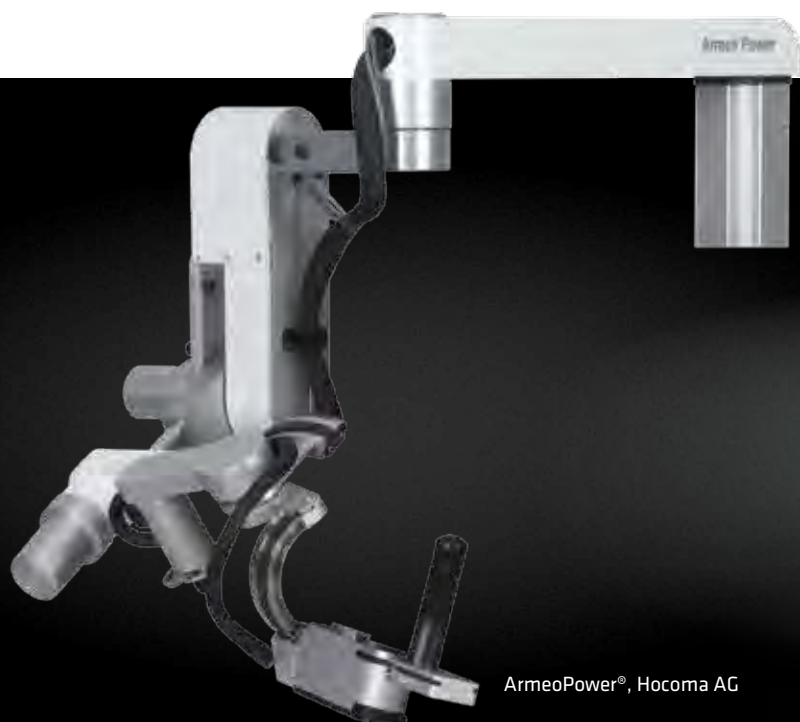
The therapy robots are equipped with high ratio and zero backlash gears from Harmonic Drive AG. In addition to the active mode, the therapy device also allows a passive movement – an important prerequisite for getting one step closer to recovering the motor skills.

Zero backlash, highly compact and smooth running are key features for the Cobaltline® Series Gears used in the robot joints. Another key consideration is that the gear can perform well when operated in the passive mode. The result is an attractive design in a compact package capable of high torques in the shoulder and elbow joints.

Tabelle Table 15.1

CobaltLine® – Einbausätze / Component Sets			
Baugröße Size	Untersetzung Ratio	Außendurchmesser Outer diameter	Max. wiederholbares Spitzendrehmoment Max. repeated peak torque
		mm	Nm
14	50 ... 100	50	23 ... 36
17	50 ... 120	60	44 ... 70
20	50 ... 160	70	73 ... 120
25	50 ... 160	85	127 ... 229
32	50 ... 160	110	281 ... 484
40	50 ... 160	135	523 ... 841

QUICKLINKS [www.harmonicdrive.de/3010](http://www.harmonicdrive.de/3010)  
[www.harmonicdrive.co.uk/3010](http://www.harmonicdrive.co.uk/3010)



ArmeoPower®, Hocoma AG



Die AKTORMed GmbH solo surgery entwickelt und produziert mechatronische Assistenzsysteme für die minimal-invasive Chirurgie. Der hier gezeigte SOLOASSIST® stellt eine aktive Kameraführung dar, die dem Chirurgen ein stabiles und zittrfreies OP-Sichtfeld ermöglicht. Der Kameraarm wird über einen Joystick gesteuert. Der große Bewegungsraum erlaubt einen Rundumblick, wodurch der Bauchraum vollständig endoskopisch dargestellt werden kann. Der SOLOASSIST® ist ein weiterer Schritt in die Zukunft des Operationssaals.

Gerade in Anwendungen, bei denen Zuverlässigkeit und Präzision lebenswichtig sind, machen Harmonic Drive® Produkte den Unterschied. Die Harmonic Drive® Units der Baureihe CobaltLine®, in Kombination mit einem voll integrierten, vorgespannten und sehr kippsteifen Abtriebslager, ermöglichen die Aufnahme hoher Kräfte und Kippmomente. Somit können sehr kompakte und kostengünstige Konstruktionen realisiert werden. Die CobaltLine®-CP Units sind in den drei Ausführungen CobaltLine®-CPM (Motoradaption), CobaltLine®-CPH (Hollow shaft input) und CobaltLine®-CPS (Shaft input), lieferbar.

AKTORMed GmbH solo surgery develops and produces mechatronic assistance systems for minimally invasive surgery. The SOLOASSIST® shown here is an active camera model which allows the surgeon a stable and shake-free view of the operation. The camera area is controlled via a joystick. The large scope of movement allows a panoramic view, so that the abdomen may be completely viewed by the endoscope. The SOLOASSIST® is another step into the future of the operating room.

Harmonic Drive® products make the difference particularly in applications where reliability and precision are crucial. The Harmonic Drive® CobaltLine® Series Units, in combination with a fully integrated and preloaded high capacity and tilt resistant output bearing make it possible to handle large external forces and high tilting moments. Thus, a very compact and affordable design can be achieved. The CobaltLine®-CP Units are available in three models: CobaltLine®-CPM (motor adaptation), CobaltLine®-CPH (hollow shaft input) and CobaltLine®-CPS (shaft input).

Tabelle Table 16.1

CobaltLine® – CP Units			
Baugröße Size	Untersetzung Ratio	Außendurchmesser Outer diameter mm	Max. wiederholbares Spitzendrehmoment Max. repeated peak torque Nm
14	50 ... 100	78	23 ... 36
17	50 ... 120	88	44 ... 70
20	50 ... 160	98	73 ... 120
25	50 ... 160	116	127 ... 229
32	50 ... 160	148	281 ... 484
40	50 ... 160	180	523 ... 841

**QUICKLINKS** [www.harmonicdrive.de/2010](http://www.harmonicdrive.de/2010)  
[www.harmonicdrive.co.uk/2010](http://www.harmonicdrive.co.uk/2010)





## Mobile Roboter Mobile Robots

Das unbemannte mobile Robotersystem der Northrop Grumman Corporation arbeitet in einer Umgebung, in der Fehler den Verlust von Menschen und Material bedeuten können. Das CUTLASS System bietet hierbei die neueste Technologie in Form eines modularen Systems. Diese außergewöhnlich vielseitige Konstruktion ermöglicht die Adaption von unterschiedlichen Zuladungen wie Sensoren und Werkzeugen. Der Greifarm hat neun Freiheitsgrade für einen optimalen Arbeitsbereich in beengten Einsatzorten wie z.B. Fahrzeugen und ist mit der neuesten Greifertechnologie ausgestattet. Die Fahrgeschwindigkeiten variieren hierbei von Schleich- bis zu Eilfahrt zum schnellen Erreichen des Einsatzortes. Die sechsrädrige Konstruktion bietet in allen Umgebungs- und Klimabereichen optimale Mobilität.

In den Radantrieben solcher mobiler Arbeitsplattformen kommen die Vorzüge der Harmonic Drive® Planetengetriebe optimal zur Geltung. Für integrierte Hohlwellenanwendungen haben wir entsprechende Präzisionsplanetengetriebe der Baureihe HPF entwickelt. Für den Einsatz in Radantrieben ohne Hohlwelle, aber mit höchsten Ansprüchen an Drehmomentkapazität und Genauigkeit, bietet die Harmonic Drive AG die neuen Planetengetriebe der Baureihe HPGP an.

Northrop Grumman's robot system, Unmanned Ground Vehicles (UGVs), operate in a world where equipment failure can mean the loss of people and property. The CUTLASS system offers the latest technology in the form of a modular system. This extraordinarily versatile design means that it is capable of accommodating a wide range of payloads, such as sensors and tools. The manipulator arm has nine degrees of freedom for optimum working in limited space, e.g. motor cars, and is equipped with a state-of-the-art gripper technology. The travel speeds vary from slow speed creeping to rapid travel; to enable the target position to be reached quickly. The six wheeled design offers superb mobility in all environments and weather conditions.

The advantages of the Harmonic Drive® Planetary Gears are obvious in the wheel gears of such mobile work platforms. For integrated hollow shaft applications we have developed appropriate precision Planetary Gears HPF Series. Harmonic Drive AG offers these HPGP Series Planetary Gears for use in wheel drives without a hollow shaft but with the highest requirements for torque capacity and accuracy.

Tabelle Table 171

HPGP				
Baugröße	Untersetzung	Max. wiederholbares Spitzendrehmoment	Max. Antriebsdrehzahl	Spiel
Size	Ratio	Max. repeated peak torque $T_R$ [Nm]	Max. input speed $n_{in, (max)}$ [min <sup>-1</sup> ]	Backlash [arcmin]
11A	5 ... 45	10 ... 13	10000	≤ 3
14A	5 ... 45	30	6000	≤ 3 oder ≤ 1
20A	5 ... 45	133	6000	≤ 3 oder ≤ 1
32A	5 ... 45	400	6000	≤ 3 oder ≤ 1
50A	5 ... 45	1130	4500	≤ 3 oder ≤ 1
65A	4 ... 25	2920	3000	≤ 3 oder ≤ 1

QUICKLINKS [www.harmonicdrive.de/2120](http://www.harmonicdrive.de/2120)  
[www.harmonicdrive.co.uk/2120](http://www.harmonicdrive.co.uk/2120)



CUTLASS Roboter, Northrop Grumman Corporation  
 CUTLASS robot, Northrop Grumman Corporation

## Humanoid-Roboter REEM-C

Der spanische Hersteller Pal Robotics S.L. setzt wieder einmal neue Standards bei humanoiden Robotern. Der von ihm neu entwickelte REEM-C zeigt eindrucksvoll, wie „natürlich“ eine Maschine inzwischen erscheinen kann. Seine Bewegungen sind fließend und ruckfrei, was er, neben einer exzellenten Regelung, den Getrieben der Harmonic Drive AG in seinen Gelenken verdankt. Heute noch eine kleine Sensation, werden Humanoide uns künftig häufiger im Alltag begegnen. Bester Gleichlauf, höchste Genauigkeit, maximale Torsionssteifigkeit auf kleinstem Bauraum und ein niedriges Gewicht gehören zu den elementaren Anforderungen an antriebstechnische Komponenten für Robotersysteme.

Bei diesen Anwendungen kommen die Harmonic Drive® Einbausätze der Baureihen CSD und CPL zum Einsatz. Darüber hinaus haben die Konstrukteure der Harmonic Drive AG eine CSF Getriebebox für den Roboter empfohlen. Der Erfolg dieser Produkte liegt auch in der Kombination: Extrem flach bauende Präzisionsantriebe mit optionaler Hohlwelle kombiniert mit niedrigem Gewicht, die zusätzlich in der Lage sind, hohe Lasten aufzunehmen. All diese Produktmerkmale haben dazu geführt, dass sich auch Pal Robotics S.L. für die Produkte der Harmonic Drive AG entschieden hat.

## REEM-C Humanoid Robots

The Spanish manufacturer Pal Robotics S.L. has again set new standards for humanoid robots. The recently developed REEM-C shows quite impressively just how “natural” a machine can appear. Its movements are fluid and smooth, which is due – in addition to excellent control – to the Harmonic Drive AG’s gears in its joints. So, whilst today it is still sensational, in the future we shall encounter humanoids in our everyday lives more frequently. The best synchronisation, highest level of accuracy, maximum torsion rigidity in the smallest possible space and low weight are some of the elementary requirements of drive technology components for robot systems.

To meet these demands, the super flat Harmonic Drive® CSD Component Sets and extremely lightweight CPL Series Gears are used in these applications. In addition, the Harmonic Drive AG’s designers have recommended the CSF Gearbox for the robots. The success of these products also lies in this combination: extremely compact precision gears with an optional hollow shaft, combined with the low weight and a high capacity output bearing which can withstand high payloads. All these product features have contributed to Pal Robotics S.L. decision to use the Harmonic Drive AG products.

Tabelle Table 18.1

CPL			
Baugröße	Untersetzung	Außendurchmesser	Max. wiederholbares Spitzendrehmoment
Size	Ratio	Outer diameter	Max. repeatable peak torque
		mm	Nm
14A	30 ... 100	50	9 ... 28
17A	30 ... 120	60	16 ... 54
20A	30 ... 160	70	27 ... 92
25A	30 ... 160	85	50 ... 176
32A	30 ... 160	110	100 ... 372

QUICKLINKS [www.harmonicdrive.de/3030](http://www.harmonicdrive.de/3030)  
[www.harmonicdrive.co.uk/3030](http://www.harmonicdrive.co.uk/3030)



REEM-C ist der robusteste seiner Klasse: 1,65 m groß, 80 kg schwer und kann 10 kg heben und bewegen.  
REEM-C is the most robust of its class: 1.65 meters tall, weighing 80 kg, is able to lift and carry up to 10 kg.



Der Zwang zu höherer Produktivität durch Fertigung rund um die Uhr bei gleichbleibend hoher Qualität sind die entscheidenden Faktoren, die zu einer immer höheren Automatisierung geführt haben. Dabei stellt die Handhabung von Werkstücken, Vorrichtungen oder Werkzeugen der unterschiedlichsten Ausprägung eine besondere Herausforderung dar. Und auch dabei helfen Lösungen der Harmonic Drive AG, ob nun eine präzise Schwenkachse benötigt wird, ein kompakter Radantrieb oder eine feingliedrige Roboterhand.

## Drehteller als Peripherieachse

Komplexe Bearbeitungsaufgaben durch unterschiedliche Maschinen erfordern häufig periphere Zusatzachsen. Untenstehendes Beispiel zeigt eine kundenspezifisch zugeschnittene Lösung aus dem SolutionKit®, bestehend aus einem Harmonic Drive® Einbausatz und einem Hohlwellenservomotor. Die Besonderheit dieser Konstruktion besteht in der äußerst kippsteifen Lagerung des Tellers. Trotz des sehr kurzen und kompakten Aufbaus können so hohe Prozesskräfte aufgenommen werden.

Durch Nutzung der Hohlwelle kann eine mit dem Abtrieb verbundene Welle rückwärts durch den kompletten Antriebsstrang geführt und mit einem hochauflösenden Geber verbunden werden. So können bei höchsten Genauigkeitsanforderungen selbst kleinste lastbedingte Drehwinkelabweichungen erfasst und gegebenenfalls ausgeglichen werden.

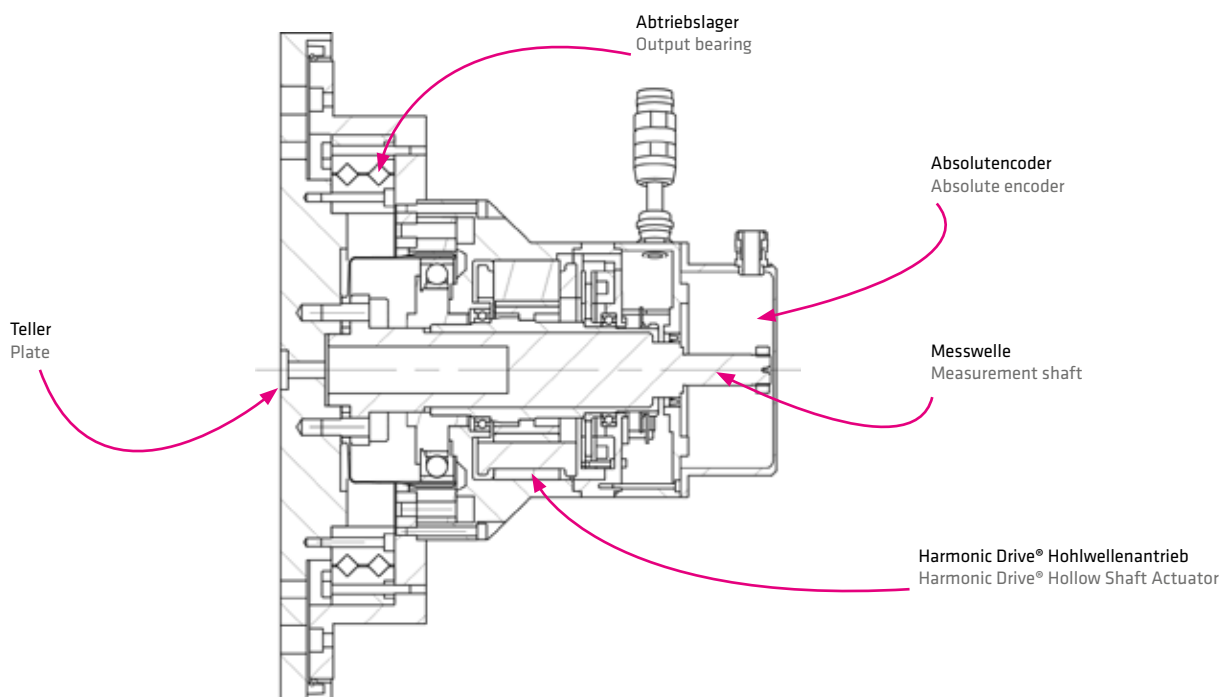
The need to increase productivity through around the clock production, without a decline in quality, is the key factor that has led to ever increasing automation. The handling of work pieces, devices or tools of a variety of sizes constitutes a special challenge. Here again, Harmonic Drive AG solutions are able to help, whether you require a precise swivel axis, a compact wheel drive or a slender robot hand.

## Rotary plate as a peripheral axis

Complex processing tasks with different machines frequently require peripheral supplementary axes. The example below shows a customised, tailored solution from SolutionKit®, consisting of a Harmonic Drive® Component Set and a hollow shaft servo motor. The unique aspect of this construction lies in the extremely high capacity output bearing of the table. Despite the very short and compact design, high process forces can be handled.

A shaft connected to the output can be guided back through the complete drive train and connected to a high resolution encoder by using the hollow shaft. This means that high precision requirements, even with the smallest load related rotation angle deviations, are recorded and adjusted if necessary.

Abbildung Illustration 19.1



## Handling von Ampullen

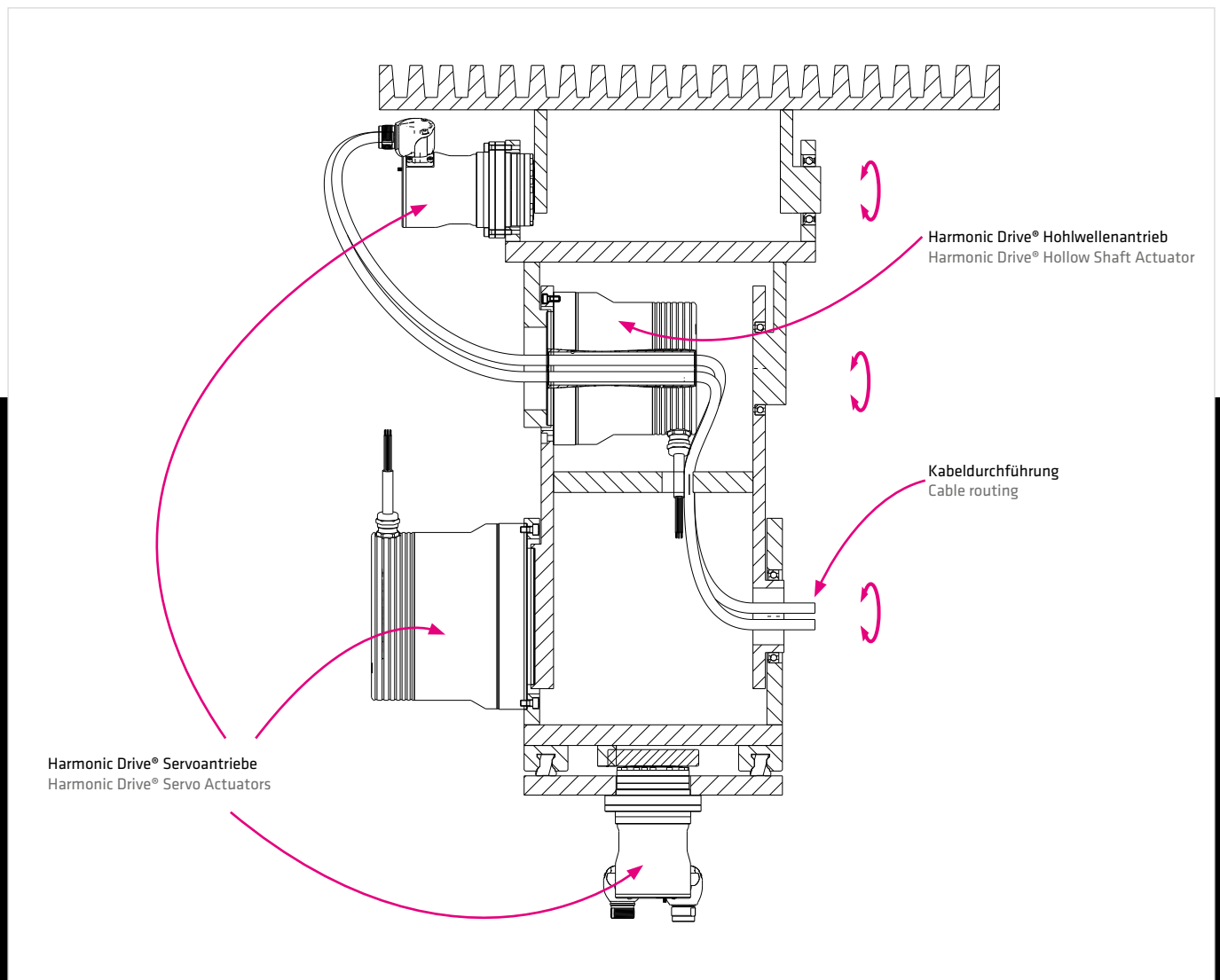
Glasampullen sind nach wie vor ein wichtiges Behältnis in der Pharmaindustrie. Hier ist äußerste Sauberkeit und Keimfreiheit erforderlich. Ein gängiges Verfahren zur Sterilisierung ist die Behandlung mit Heißluft in Tunnelanlagen.

Die Handhabung der zerbrechlichen Ampullen erfordert hochpräzise und schwingungsfreie Antriebe. Servoantriebe der Harmonic Drive AG erfüllen diese Voraussetzungen in bester Weise. Durch Nutzung der Hohlwelle wird eine vorteilhafte Kabelführung durch die serielle Kinematik möglich, die vollständig im Inneren des Gehäuses verläuft.

## Handling of ampoules

Glass ampoules continue to be an important form of container for the pharmaceutical industry. In this case extreme cleanliness and germ free levels are essential. A conventional method for sterilisation uses hot air in tunnel systems. The handling of fragile ampoules requires high precision and vibration free drives. Servo Actuators from Harmonic Drive AG meet these requirements in the best possible way. By using the actuator's hollow shaft cables can be routed advantageously by serial kinematics, which is accommodated entirely within the housing.

Abbildung Illustration 20.1



Ampullenhandling auf Basis Harmonic Drive® Servomotoren  
Ampoule handling based on Harmonic Drive® Servo Actuators



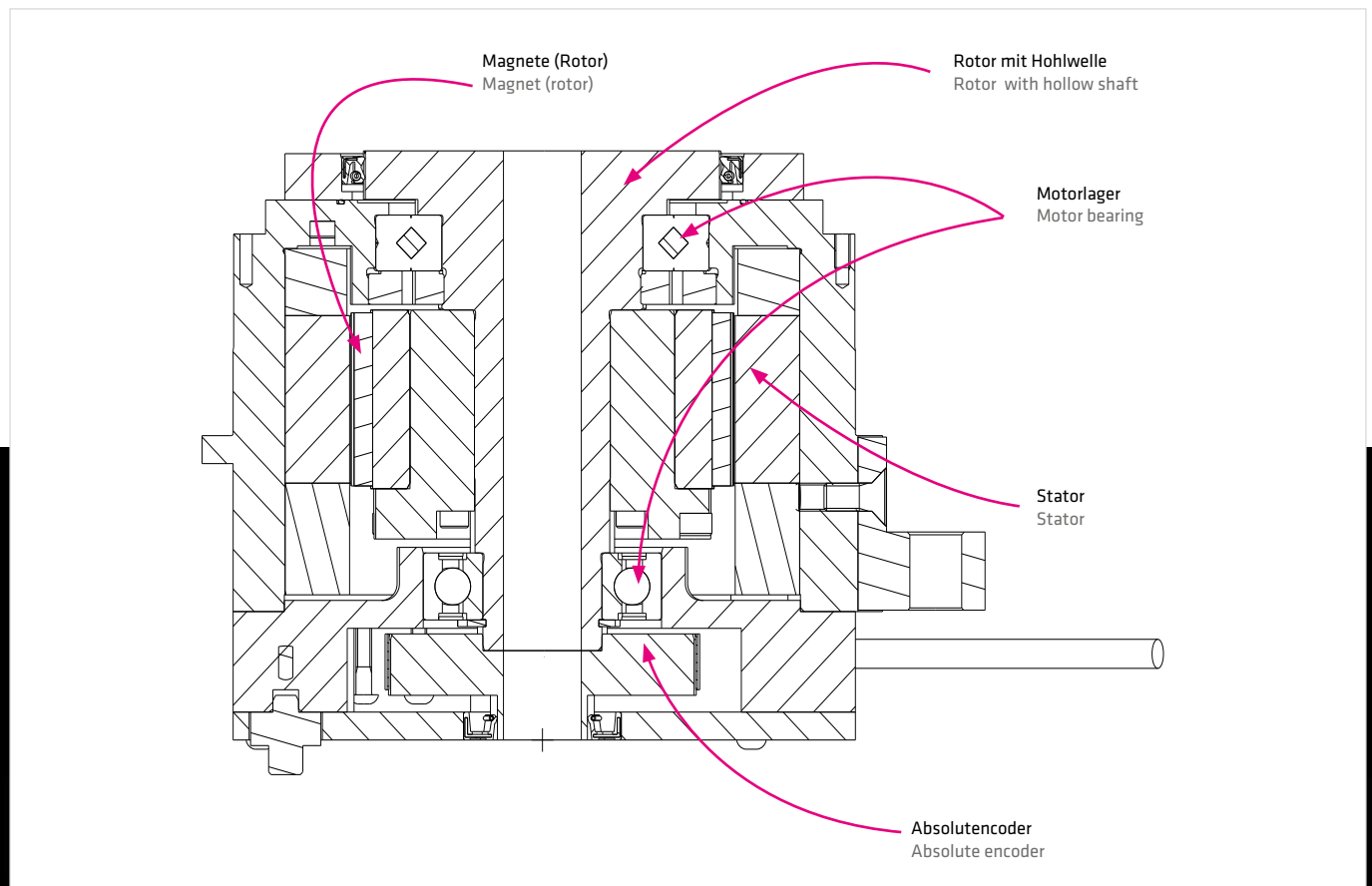
## Tablettenpresse

Die heutigen Maschinen fertigen pro Stunde mehr als eine Millionen Tabletten mit modernster Servoantriebstechnik. So wird beispielsweise ein Takttisch zur Herstellung von Tabletten durch einen Direktantrieb der Baureihe TorkDrive® positioniert. Dieser erfüllt perfekt die Forderungen nach kurzen Taktzeiten und hoher Positioniergenauigkeit. Eine besondere Herausforderung ist hierbei u.a. das Dichtungskonzept, denn das Eindringen von Stäuben muss sicher vermieden werden. Die hohen Anforderungen hinsichtlich Reinigbarkeit bestimmen auch Material und Oberflächenbeschaffenheit. Die Antriebe werden hierfür von uns aus Edelstahl hergestellt und elektropoliert.

## Tablet press

Today's machines produce more than a million tablets per hour with cutting edge servo actuator technology. So, for example, an indexing table for the production of the tablets is positioned using a direct drive from our TorkDrive® Series. This perfectly meets the requirements for short cycle times and high positioning accuracy. The special challenge, among other things, is the sealing design because the penetration of dust must be safely prevented. The high demands in terms of cleanliness were also fulfilled by the selected materials and surface finishes. For this reason, the drives are manufactured in stainless steel and electro-polished.

Abbildung Illustration 21.1



Tablettenpresse auf Basis eines Harmonic Drive® Direktantriebs  
Tablet press based on a Harmonic Drive® Direct Drive



Die Dextrous Hand SDH von SCHUNK verfügt über drei identische, zweigliedrige Finger. Die Gelenkmodule können Drehmomente von bis zu 2,1 Nm für das proximale bzw. 1,4 Nm für das distale Gelenk erzeugen, was nahezu den Werten der menschlichen Hand entspricht. Die Hand kann mittels sechs taktiler Sensorfelder unterschiedlichste Objekte identifizieren und diese sicher und feinfühlig greifen. Die Harmonic Drive AG liefert die Fingermodule mit beigestellten Motoren, komplett montiert und getestet.

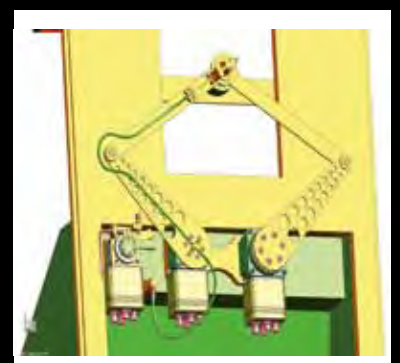
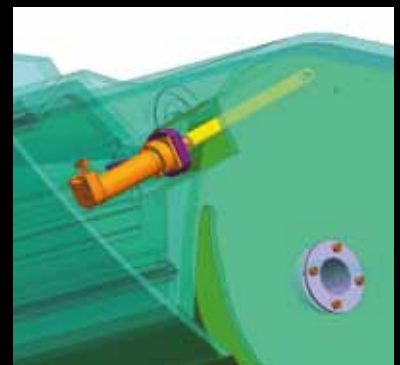
## SolutionKit®

Die Harmonic Drive AG bietet ihren Kunden die Entwicklung, Qualifizierung und Fertigung von kompletten Systemen an. Ausgehend von antriebstechnischen Grundkomponenten, wie Getrieben oder Servoantrieben, werden durch Integration von mechanischen Trag- und Funktionsstrukturen, Sensoren, Servoreglern oder Steuerungskomponenten spezifische Subsysteme entwickelt oder Komplettlösungen erarbeitet. Die besondere Stärke liegt dabei in der Kombination des anwendungsspezifischen Wissens unserer Kunden mit der antriebstechnischen Expertise und den Erfahrungen unserer Mitarbeiter.

The Dextrous Hand SDH by SCHUNK has three identical, dual joint fingers. The joint modules can create torque of up to 2.1 Nm for the proximal or 1.4 Nm for the distal joint, which virtually corresponds to the value of the human hand. The hand can identify the widest range of objects using six tactile sensor fields and grip them securely and sensitively. Harmonic Drive AG supplies the finger modules with motors fitted, completely installed and tested.

## SolutionKit®

Harmonic Drive AG offers its customers the development, qualification and manufacturing of complete systems. Based on standard drive technology components, such as gears or servo actuators, specific sub-systems can be developed or complete solutions created through the integration of mechanical and functional structures, servo controllers and control components. Our particular strength lies in the combination of our clients' application specific knowledge combined with the technical expertise and experience of our employees.



Dextrous Hand SDH,  
SCHUNK GMBH & CO. KG

Beispiele kundenspezifischer Antriebe  
Examples of custom specific actuators

# Linearachsen Linear Axes

Die ENGEL Austria GmbH ist seit über 30 Jahren mit eigenen Automatisierungsanlagen erfolgreich im Markt positioniert. Der ENGEL viper Linearroboter vereint hierbei Stabilität und Dynamik. Dank der innovativen Konstruktion spart er beim Eigengewicht und punktet mit einem höheren Traglastvermögen als vergleichbare Handlinggeräte von bis zu 120 kg. Clevere Software wie vibration-control oder mass-identification reduziert automatisch Eigenschwingen auch bei langen Achsmaßen und optimiert seine Bewegungen und Dynamikwerte im Zeichen der Effizienz.

Anspruchsvolle Linearkinematiken mit hohen Taktzyklen und begrenztem Bauraum sind der Einsatzbereich unserer kompakten Servoantriebe der Baureihe LynxDrive®. Basierend auf den bewährten Harmonic Drive® Einbausätzen mit integrierter Abtriebslagerung, in Verbindung mit einem hochdynamischen Harmonic Drive® Servomotor, bieten die kompakten LynxDrive® Servoantriebe ein Höchstmaß an Präzision und Dynamik. Die Verfügbarkeit aller gängigen Gebersysteme sowie die Verwendung einer eigens entwickelten, hochkompakten konzentrierten Wicklung erfüllen den Marktanspruch im Hinblick auf höchste Flexibilität und einsetzbare Steuerung.

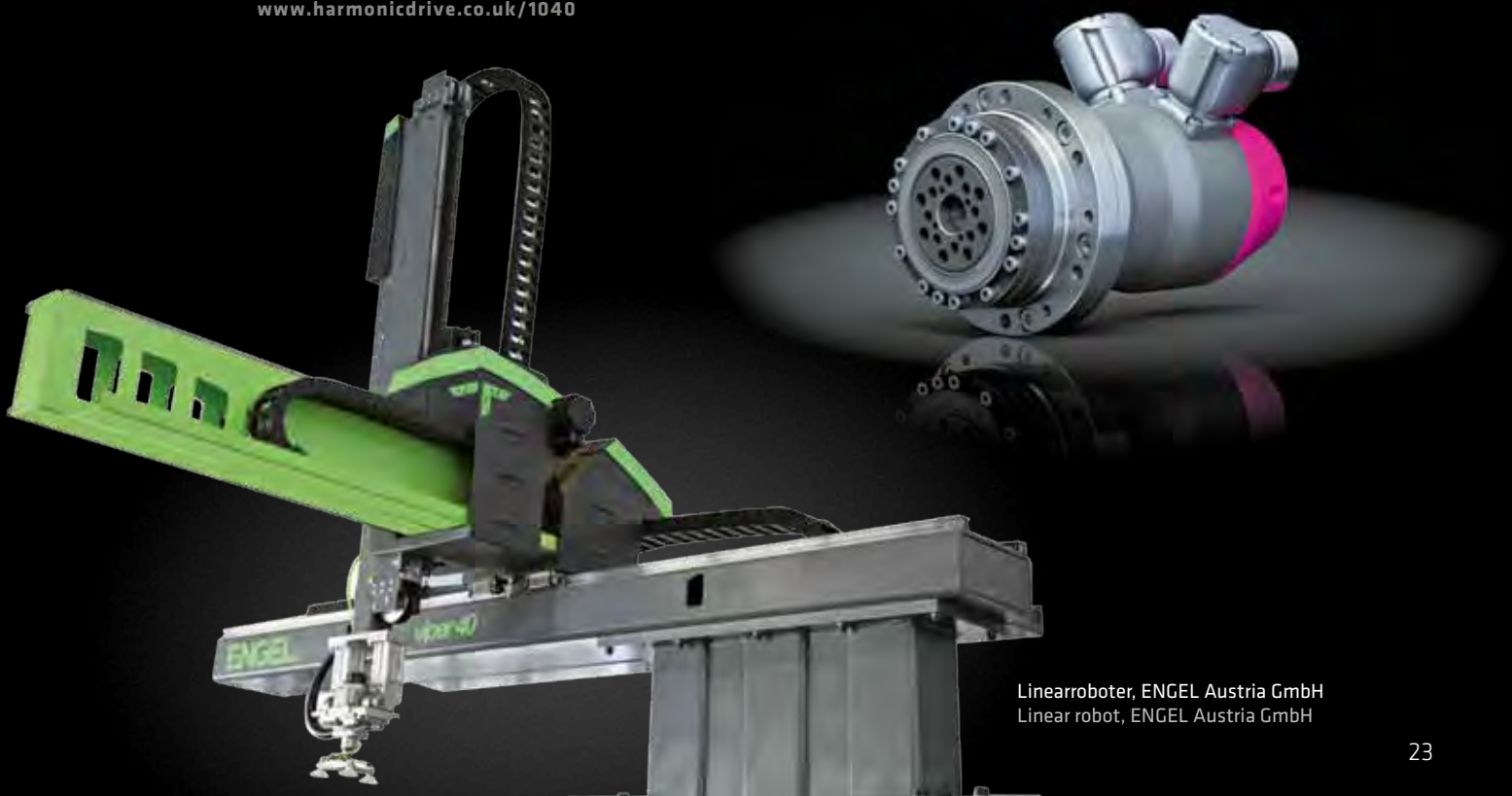
The ENGEL Austria company has secured its position successfully in the market for more than 30 years, with its own automation systems. Here the ENGEL viper linear robots combine stability and dynamics. Thanks to the innovative design, the system weighs less and scores points with a higher load capacity of up to 120 kg. Clever software such as vibration control or mass identification automatically reduces natural oscillation, even with long travel dimensions, and improves its movements and dynamic values in efficiency terms.

Demanding linear kinematics with high cycle times in a limited space envelope is the area of application for our compact LynxDrive® Series Servo Actuators. Based on the proven Harmonic Drive® Component Sets with an integrated output bearing and in conjunction with a highly dynamic Harmonic Drive® Servo Motor, the LynxDrive® Servo Actuators offer the highest degree of precision and dynamics. The availability of all conventional encoder systems and the use of a highly compact, concentrated winding developed in-house meet the market demand for maximum flexibility and functional control.

Tabelle Table 23.1

LynxDrive®					
Baugröße Size	Untersetzung Ratio	Maximales Drehmoment Maximum output torque Nm	Maximale Drehzahl Maximum output speed min <sup>-1</sup> / rpm	Außendurchmesser Outer diameter mm	Min. Baulänge Minimum length mm
14	30 ... 100	9 ... 28	85 ... 283	73	126
17	30 ... 100	16 ... 54	73 ... 243	79	129
20	30 ... 160	27 ... 92	41 ... 217	93	128
32	30 ... 160	100 ... 372	30 ... 160	138	159
40	50 ... 160	402 ... 647	25 ... 80	160	168

QUICKLINKS [www.harmonicdrive.de/1040](http://www.harmonicdrive.de/1040)  
[www.harmonicdrive.co.uk/1040](http://www.harmonicdrive.co.uk/1040)



Linearroboter, ENGEL Austria GmbH  
 Linear robot, ENGEL Austria GmbH



Der zweiarmige pi4\_workerbot der pi4\_robotics GmbH kann auf seiner mobilen Plattform zu verschiedenen manuellen Montagearbeitsplätzen gefahren werden. So lässt er sich an jedem modernen Stehsitzarbeitsplatz der industriellen Fertigung einsetzen. Seine Arme haben sieben Gelenke und eine überbestimmte redundante Kinematik. Die Redundanz bietet die Vorteile, die beim Umgehen von Hindernissen oder für die Vermeidung von Armkollisionen relevant sind. Das ist nötig, da der Workerbot aus Effizienzgründen zweihändig arbeitet.

Genauigkeit, Produktivität und Verfügbarkeit sind wesentliche Anforderungen an solche Assistenzsysteme und deren Antriebskomponenten. Präzisionsantriebe wie der FHA-C Mini der Harmonic Drive AG müssen daher heute ein vielseitiges Anforderungsprofil erfüllen. Die FHA-C Mini Hohlwellenservoantriebe bestehen aus einem hochpräzisen Einbausatz, einem kippsteifen Abtriebslager, einem ringförmigen AC-Servomotor mit Einzelpolwicklung und einem optischen TTL-Encoder für die Drehzahl- und Lageregelung. Die zentrale Hohlwelle als charakteristisches Merkmal ist zur Durchführung von elektrischen Kabeln, Wellen oder Versorgungsleitungen nutzbar. Zu den typischen Anwendungen für diese Mini-Servoantriebe zählen Schulter- und Ellbogengelenkantriebe in Assistenzsystemen.

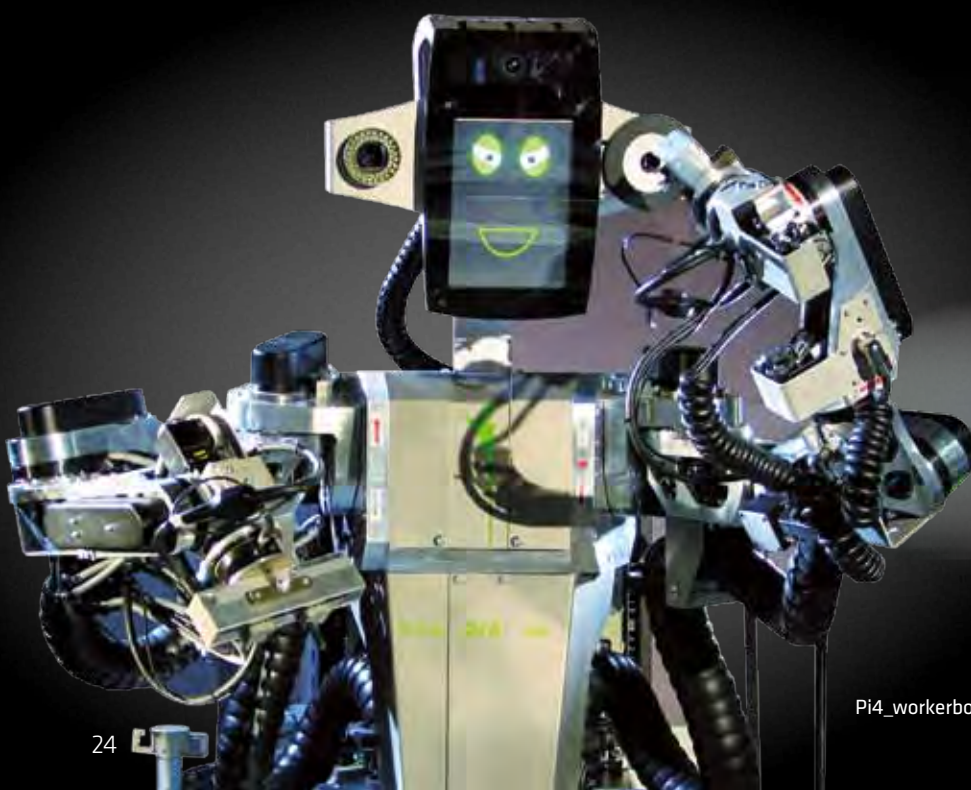
The two armed pi4\_worker bot from pi4\_robotics GmbH can be moved on its mobile platform to various manual assembly workstations. It can be used at any modern industrial production standing seat workstation. The arms have seven joints and have over defined (redundant) kinematics. The redundancy offers advantages which are useful for getting over obstacles or avoiding arm collisions. This is necessary because the worker bot operates with two hands to maximise efficiency.

Precision, productivity and availability are major requirements for such assistance systems and their drive components. Precision actuators such as the FHA-C Mini from Harmonic Drive AG therefore must satisfy a diverse requirement profile. The FHA-C Mini Hollow Shaft Servo Actuators consist of a highly precise Component Set, a high capacity output bearing, a ring shaped AC servo motor with a concentrated winding and an optical TTL encoder for speed and position control. The central hollow shaft is a characteristic feature and can be used for electrical cables, shafts or supply lines. The typical applications for these mini servo actuators include shoulder and elbow joint drives for assistance systems.

Tabelle Table 24.1

FHA-C Mini				
Baugröße Size	Untersetzung Ratio	Max. Drehmoment Max. output torque	Maximale Drehzahl Maximum output speed	Hohlwellendurchmesser Hollow shaft diameter
		Nm	min <sup>-1</sup> / rpm	mm
8	30 ... 100	1,8 ... 4,8	60 ... 200	6,2
11	30 ... 100	4,5 ... 11	60 ... 200	8,0
14	30 ... 100	9 ... 28	60 ... 200	13,5

**QUICKLINKS** [www.harmonicdrive.de/1030](http://www.harmonicdrive.de/1030)  
[www.harmonicdrive.co.uk/1030](http://www.harmonicdrive.co.uk/1030)



Pi4\_workerbot, pi4\_robotics GmbH



Der Robomaster ist ein 4-Achs Roboter zum Bestücken und Vereinzeln von Gegenständen. Seine weltweit einzigartige Geometrie macht ihn zum idealen System für komplexe und schnelle Bewegungen. Diese von der Marchesini Group entwickelte, hochmoderne Konstruktion bestückt Tiefziehverpackungsmaschinen und Kartonierer mit Spritzen und Ampullen. Sie erfüllt die Anforderungen der Verpackungsbranche und eignet sich besonders für die Handhabung leicht zerbrechlicher Produkte wie Glasbehälter, Flaschen, Ampullen und Karpulen in unterschiedlichsten Umgebungsbedingungen einschließlich Reinraumbedingungen. Die Performance liegt bei 80 Pick & Place-Zyklen pro Minute bei einem Arbeitshub von über 500 mm und entsprechend feinfühligster Handhabung.

In solchen hochdynamischen Anwendungen, die sich mit der Handhabung unter Reinraumbedingungen befassen, sind die hochintegrierbaren Harmonic Drive® Units erste Wahl.

The Robomaster is a 4-axis robot for picking and placing objects. Its universally unique geometry makes it an ideal system for complex and fast movements. The ultra-modern design developed by the Marchesini Group fills thermoform packaging machines with syringes and vials. It meets the particular requirements for the packing industry and is especially suitable for handling fragile products such as glass containers, bottles, ampoules, vials and carpules in the most diverse environments including clean rooms. It is capable of performing up to 80 pick and place cycles per minute, with a maximum range of over 500 mm and with correspondingly careful handling.

In such highly dynamic applications which have to deal with the handling under clean room conditions, the highly-integrated Harmonic Drive® Units are the first choice.

Tabelle Table 25.1

CPU			
Baugröße Size	Untersetzung Ratio	Außendurchmesser Outer diameter	Max. wiederholbares Spitzendrehmoment Max. repeated peak torque
		mm	Nm
14	30 ... 100	78	9 ... 28
17	30 ... 120	88	16 ... 54
20	30 ... 160	98	27 ... 92
25	30 ... 160	116	50 ... 176
32	30 ... 160	148	100 ... 372
40	50 ... 160	180	402 ... 647
45	50 ... 160	206	500 ... 882
50	50 ... 160	222	715 ... 1180
58	50 ... 160	255	1020 ... 1840

QUICKLINKS [www.harmonicdrive.de/2040](http://www.harmonicdrive.de/2040)  
[www.harmonicdrive.co.uk/2040](http://www.harmonicdrive.co.uk/2040)



Robomaster, Marchesini Group

Das Unternehmen Asyrl SA ist darauf spezialisiert, miniaturisierte mechatronische Vorrichtungen für die Automatisierung im Bereich der Micro- und Nanotechnologie zu entwickeln. Der PowerDelta ist hierbei die optimale Lösung für das schnelle Sortieren, Bearbeiten und Zusammensetzen von kleinen Bauteilen. Die hierbei erreichte Geschwindigkeit und die Präzision erlauben bis zu 120 Pick & Place Zyklen pro Minute. Der PowerDelta bietet hierbei eine Vertikalkraft von bis zu 50 N und ermöglicht damit sogar das kraftschlüssige Zusammenstecken von Bauteilen.

Die Harmonic Drive® Einbausätze der Baureihe CobaltLine®, in Kombination mit einem bereits integrierten sehr kippsteifen Abtriebslager, haben sich in vielen solcher Anwendungen als idealer Antrieb bewährt. Durch die Optimierung der Flexspline und Circular Spline Verzahnung, sowie der Form des Wave Generators, stellt diese Baureihe das aktuelle Optimum hinsichtlich Drehmomentkapazität und Lebensdauer dar. Die Getriebe der Baureihe CobaltLine® werden als Unit mit Gehäuse und Abtriebslager angeboten. Durch das hoch belastbare Abtriebslager kann in vielen Einsatzfällen eine zusätzliche Lagerung entfallen und damit eine sehr kostengünstige Konstruktion realisiert werden.

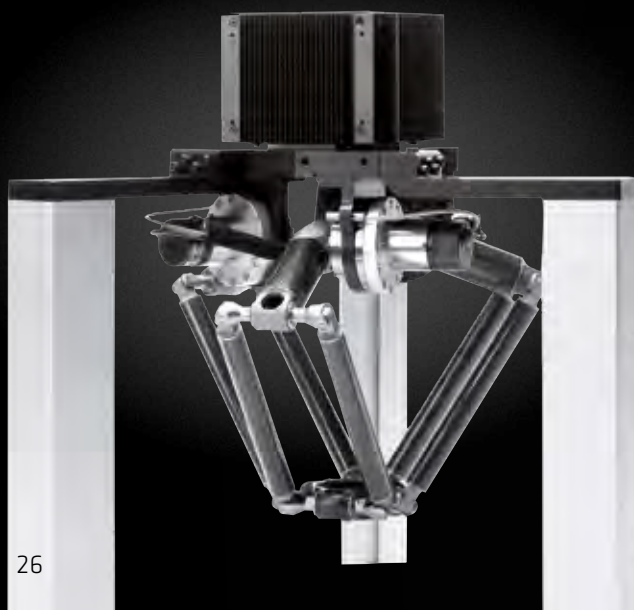
Asyrl SA is a company specialising in the development of miniaturized mechatronic devices for automation in the fields of micro and nano technology. Here, the PowerDelta is the ideal solution for quick sorting, working and assembling of small components. Its speed and precision allow 120 pick and place movements per minute. The PowerDelta produces a vertical force of 50 N and thus means that components can be assembled under force

The Harmonic Drive® CobaltLine® Series Component Set, in combination with the existing integrated high capacity output bearing, have proved effective in many applications of this type. By improving the Flexspline and Circular Spline teeth as well as the shape of the Wave Generator, this series represents the best currently on offer in terms of torque capacity and lifetime. The gears in the CobaltLine® Series are offered as complete gear units with housing and an output bearing. Because of the high load capacity output bearing, in many cases there is no need for additional bearings, thus creating a very affordable construction.

Tabelle Table 26.1

CobaltLine® - Units			
Baugröße Size	Untersetzung Ratio	Außendurchmesser Outer diameter	Max. wiederholbares Spitzendrehmoment Max. repeated peak torque
		mm	Nm
14	50 ... 100	73	23 ... 36
17	50 ... 120	79	44 ... 70
20	50 ... 160	93	73 ... 120
25	50 ... 160	107	127 ... 229
32	50 ... 160	138	281 ... 484
40	50 ... 160	160	523 ... 841

**QUICKLINKS** [www.harmonicdrive.de/2020](http://www.harmonicdrive.de/2020)  
[www.harmonicdrive.co.uk/2020](http://www.harmonicdrive.co.uk/2020)



PowerDelta, Asyrl SA



# ...just move it!



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



Belgien  
Belgium



Brasilien  
Brazil



Dänemark  
Denmark



Finnland  
Finland



Frankreich  
France



Großbritannien  
United Kingdom



Indien  
India



Israel  
Israel



Italien  
Italy



Japan  
Japan



Niederlande  
Netherlands



Norwegen  
Norway



Österreich  
Austria



Polen  
Poland



Russland  
Russia



Schweden  
Sweden



Schweiz  
Switzerland



Spanien  
Spain



Südafrika  
South Africa



Tschechien  
Czech Republic



Türkei  
Turkey



USA  
USA