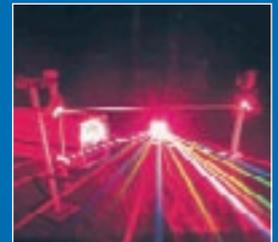
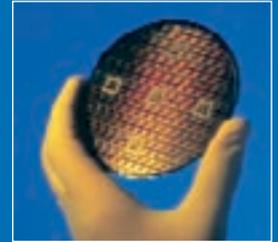


Präzision in Miniatur
Precision in Miniature



Präzisions-Mikroantriebe Precision Microactuators



Anwendungen

Die präzisen Mikrogetriebe und Mikroantriebe der Micromotion GmbH stellen eine Schlüsseltechnologie für eine neue Generation von miniaturisierten Produkten in einem breiten Anwendungsbereich dar. Das Micro Harmonic Drive® ist ideal geeignet für Positionieranwendungen in den folgenden Anwendungsgebieten:

Applications

The precision microgears and microactuators from Micromotion GmbH are a key enabling technology for a new generation of miniaturised products in a wide range of application areas. The Micro Harmonic Drive® is ideally suited to precise positioning applications in the following fields:



Optik
Optics



Medizintechnik
Medical Equipment



Optische Kommunikation
Optical Communications



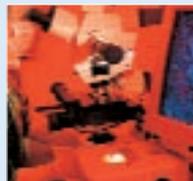
Halbleiterfertigung
Semicon



Robotik
Robotics



Lasertechnik
Laser Technology



Biotechnologie
Biotechnology



Messmaschinen
Measuring Machines



Luftfahrt
Aircraft



Raumfahrt
Spacecraft



Micro Harmonic Drive®
Mikrogetriebebox und
Hohlwellen-Servoantrieb
Micro Harmonic Drive®
micro-gearbox and
hollow-shaft actuator

Zu unseren Kunden gehören:

Some of Our Customers:



Inhalt	Contents	
Anwendungen	Applications	.....> 2
Über uns	About Us	.....> 4
Die Vorteile	The Advantages	.....> 6
Die Bauteile	The Components	.....> 7
Das Funktionsprinzip	Principle of Operation	.....> 8
Die Einzelprozessschritte	The Individual Process Steps	.....> 9
Mikro-Getriebeboxen	Micro-Gearboxes	
Bauteile	Components	
Vorteile	Advantages	
Besondere Merkmale	Key Features	.....> 10
Verzahnungsprofile	Tooth Profiles	.....> 11
Technische Daten für IH-Verzahnung	Technical Data for IH-Tooth Profile	
Genauigkeitsdaten IH-Verzahnung	Accuracy Data for IH-Tooth Profile	.....> 12
Technische Daten für P-Verzahnung	Technical Data for P-Tooth Profile	
Genauigkeitsdaten P-Verzahnung	Accuracy Data for P-Tooth Profile	.....> 13
Abmessungen	Dimensions	.....> 14
Motorkombinationen	Motor Combinations	.....> 15
Sonderausführungen	Special Designs	.....> 16
Systemlösungen	System Solutions	.....> 18
Anwenderberichte	Application Reports	.....> 20
Ihr Weg zur fertigen Systemlösung	Your Path to a System Solution	.....> 24
Bestellbezeichnungen	Ordering Codes	.....> 26
Wegbeschreibung	How to Find Us	.....> 27



Micromotion
Fertigung
Micromotion
Production Facility



Zahnräder
Gear Wheels



Mitarbeiter bei Micromotion
The Team at Micromotion

Über uns

Das Harmonic Drive® Getriebe ist einzigartig in Bezug auf Präzision, Drehmomentkapazität und Leistungsdichte. Dank der außergewöhnlichen Qualität findet es Anwendung in Geräten und Maschinen aus den vielfältigsten Bereichen. Insbesondere in Werkzeugmaschinen, Industrierobotern, Mess- und Prüfmaschinen, in der Medizin- und Halbleitertechnik sowie in der Luft- und Raumfahrt können sich viele Hersteller auf das Harmonic Drive® Getriebe verlassen. Aber der Markt verlangt nach immer kleineren Antrieben, denn das Ziel lautet, möglichst kompakte Maschinen und tragbare Geräte zu entwickeln, die mit möglichst geringem Materialaufwand herzustellen sind und sparsam und schnell arbeiten.

Wesentliche Anforderungen an innovative Mikroantriebssysteme für Positionieraufgaben sind neben einer miniaturisierten Baugröße und einem geringen Gewicht vor allem präzise und spielfreie Bewegungsabläufe. Um den Forderungen des Marktes gerecht zu werden, wurde am Institut für Mikrotechnik Mainz (IMM) in Zusammenarbeit mit der Harmonic Drive AG, Limburg, das weltkleinste spielfreie Mikropräzisionsgetriebe, das Micro Harmonic Drive®, entwickelt. Dieses Getriebe ist nicht nur wegen seiner geringen Größe eine Besonderheit, sondern auch in puncto Spielfreiheit, Drehmomentkapazität und Wiederholgenauigkeit. Das Micro Harmonic Drive® ist dadurch perfekt für den Einsatz in Mikroantriebssystemen für Stellantriebe mit hoher Positionier- und Wiederholgenauigkeit geeignet.

Die Micromotion GmbH mit Sitz in Mainz-Gonsenheim hat sich seit ihrer Gründung in 2001 auf die Entwicklung und Herstellung von Mikroantriebssystemen für Positionieraufgaben spezialisiert und befasst sich insbesondere mit der Weiterentwicklung des Micro Harmonic Drive®, weiterer Mikrogetriebe und auch Mikrozahnräder.

About Us

The Harmonic Drive® gear provides a unique combination of precision, torque capacity and power density. These features have made it the preferred solution in a wide range of machines and devices. End-users and design engineers can rely on the quality and reliability of the Harmonic Drive® gear in machine tools, industrial robots, measuring and testing machines, medical equipment, machines for semiconductor manufacturing and in aerospace applications. A new market is developing for ever smaller gears and actuators, for a new generation of compact, lightweight machines and portable devices that can be manufactured with a minimal use of material and can operate precisely and quickly with high efficiency.

Key requirements for innovative microactuators used in positioning tasks are not only miniature dimensions and low weight, but above all precise and backlash-free positioning capability. To meet new market requirements the Institute for Microtechnology Mainz (IMM) and Harmonic Drive AG in Limburg co-operated to develop the world's smallest backlash-free precision gear, the Micro Harmonic Drive® gear. By combining new microtechnological manufacturing techniques with the unique Harmonic Drive operating principle, a new standard has been set with respect to positioning accuracy, high torque capacity, high reduction ratios, compact dimensions and low weight. The Micro Harmonic Drive® is therefore ideally suited to precision positioning applications in a wide range of compact machines and portable devices.

Located in Mainz-Gonsenheim, Micromotion GmbH is focused on the development and manufacture of microgears and microactuators using the Micro Harmonic Drive® principle.

Bereits zweimal wurde die Micromotion GmbH mit dem Innovationspreis Rheinland-Pfalz für das Handwerk und den Mittelstand ausgezeichnet. Die Jury erkannte mit dem Innovationspreis die Leistung des zukunftssträchtigen Unternehmens für die Wirtschaft an.

Micromotion GmbH versteht sich als Partner für Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen, wobei der Schwerpunkt der Aktivitäten auf der Entwicklung von kundenspezifischen, mikrotechnischen Komponenten und Systemen liegt. Davon profitieren Unternehmen aus den Branchen Halbleiterfertigung, Medizintechnik, Automation, Optische Kommunikation, Lasertechnik, Luft- und Raumfahrttechnik, Biotechnologie sowie Chemie und Pharma.

Unser junges Team von Ingenieuren berät Sie gerne.

Micromotion GmbH is already recipient of two innovation prizes for small- and medium-sized companies awarded by Rhineland-Palatinate.

Micromotion GmbH is a partner for industrial customers and research institutes in the development of customized micro-technological components and systems. Our products are already in use in a variety of branches including semiconductor manufacturing, medical equipment, automation, optical communication, laser technology, aerospace, biotechnology, chemical and pharmaceutical industries.

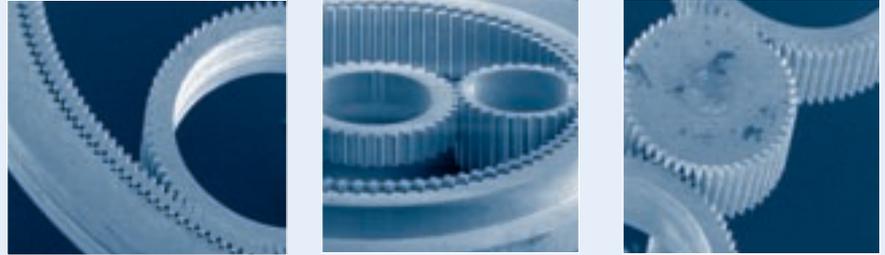
Our young team of engineers looks forward to advising you on the application of this innovative technology to enable new design solutions.

Meilensteine

Milestones



Die Vorteile ...> Die Bauteile The Advantages ...> The Components



Die Vorteile

The Advantages

Spielfreiheit bei
miniaturisierter Baugröße.

Zero backlash
with miniature dimensions.

Hoher Wirkungsgrad, um
Leistungsverluste zu minimieren.

High efficiency to minimise
power requirements.

Exzellente Wiederholgenauigkeit
für präzise Positionierung.

Excellent repeatability for
precise positioning.

Extrem flache Bauweise
ermöglicht kompakte
Geräteabmessungen.

Extremely flat design
enables compact
device dimensions.

Hohe Drehmoment-
kapazität für dynamische
Indexieranwendungen.

High torque capacity
for dynamic
indexing applications.

Geringes Eigengewicht
für Anwendungen in
tragbaren Geräten.

Low weight for
application in
portable devices.

Hohe Untersetzungen mit
wenigen Bauteilen für die
verlustfreie Drehmomentver-
größerung von Mikromotoren.

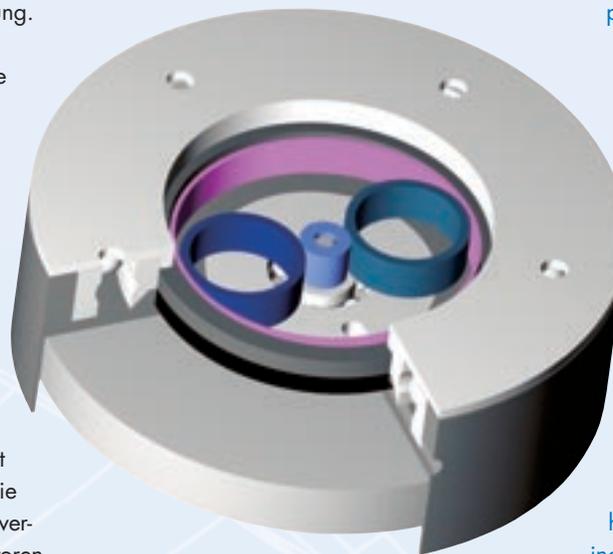
High reduction ratio
from few components for
highly efficient torque
increase of micromotors.

Stabile, führungsgenaue
Abtriebslagerung

Strong, accurate
output bearings

Einsetzbar in extremen
Umgebungsbedingungen

Applicable under extreme
environmental conditions



Die Bauteile

Die Grundelemente des Harmonic Drive® Getriebes in Flachbauweise werden aus dem Wave Generator und den drei Zahnrädern Flexspline, Circular Spline und Dynamic Spline gebildet.

Der **Wave Generator** besteht aus einem Sonnenrad, das üblicherweise an der Motorwelle angebracht ist, sowie zwei elastisch verformbaren Planetenrädern. Die Verzahnung der Planetenräder greift in die Innenverzahnung des Flexsplines ein.

Der **Flexspline** ist ein dünnwandiger, elastisch verformbarer Ring, der die Form des elliptischen Wave Generators annimmt. Die Außenverzahnung befindet sich im Eingriff mit den Innenverzahnungen des Circular Splines als auch des Dynamic Splines.

Der **Circular Spline** ist ein innenverzahntes Hohlrad und befindet sich im Bereich der großen Ellipsenachse des Wave Generators im Eingriff mit dem Flexspline. Der Circular Spline besitzt zwei Zähne mehr als der Flexspline.

Der **Dynamic Spline** ist ein innenverzahntes Hohlrad mit gleicher Zähnezahl wie der Flexspline. Dieses Bauteil rotiert in gleicher Drehrichtung und mit gleicher Drehzahl wie der Flexspline und wird im Unterstellungsbetrieb als Abtriebsselement eingesetzt.

The Components

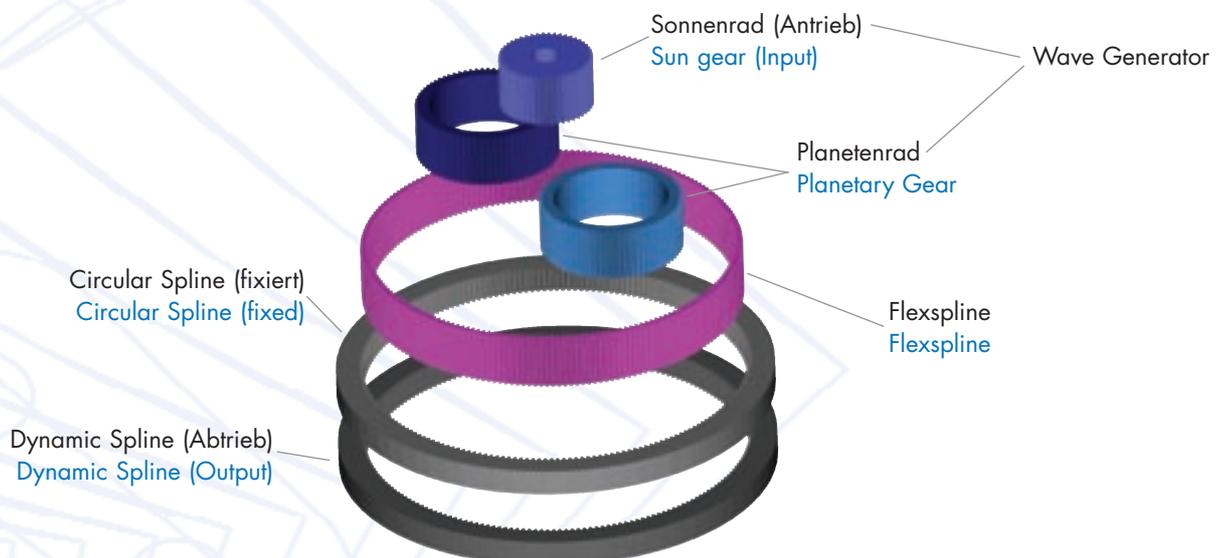
The basic components of the flat-type gear system are the Wave Generator and three gearwheels - the Flexspline, Circular Spline and Dynamic Spline.

The **Wave Generator** consists of a sun gear, typically connected to the motor shaft, and two elastically deformable planet gears. The teeth of the planet gears engage with the internal teeth of the Flexspline, which also features external teeth that engage with the Circular and Dynamic Spline.

The **Flexspline** is a thin-walled elastically deformable ring, that adopts the elliptical shape of the Wave Generator. The external teeth of the Flexspline engage with the internal teeth of both the Circular Spline and the Dynamic Spline.

The **Circular Spline** is an internally toothed ring gear and engages with the Flexspline at both ends of the major elliptical axis of the Wave Generator. The Circular Spline possesses two teeth more than the Flexspline.

The **Dynamic Spline** is an internally toothed ring gear with the same number of teeth as the Flexspline. This component rotates in the same direction and with the same speed as the Flexspline and is used as output element when the gear is used as a speed reducer.



Das Funktionsprinzip ...> Die Einzelprozessschritte Principle of Operation ...> The Individual Process Steps

Das Funktionsprinzip

Das Micro Harmonic Drive® Getriebe beruht auf einem einzigartigen Funktionsprinzip. Im Untersetzungsbetrieb, d.h. bei Drehzahlreduzierung, dient der Wave Generator als Antriebselement. Über die Planetenräder verformt der Wave Generator den Flexspline, der sich in den innenverzahnten Hohlrädern, dem Circular Spline und dem Dynamic Spline im Eingriff befindet. Mit Drehen der Planetenräder des Wave Generators verlagert sich die große Ellipsenachse und damit der Zahneingriffsbereich.

Da der Flexspline zwei Zähne weniger als der Circular Spline besitzt, vollzieht sich nach einer halben Umdrehung des Wave Generators eine Relativbewegung zwischen Flexspline und Circular Spline um die Teilung eines Zahnes und nach einer ganzen Umdrehung um die Teilung zweier Zähne. Bei fixiertem Circular Spline bewegt sich der Flexspline in entgegengesetzter Richtung zum Circular Spline. Der Dynamic Spline rotiert in gleicher Drehrichtung und mit gleicher Drehzahl wie der Flexspline und wird im Untersetzungsbetrieb als Abtriebsselement genutzt.

Principle of Operation

The Micro Harmonic Drive® gear is based on a unique principle of operation. When used as a speed reducer, the Wave Generator acts as the input element. By means of the planet gears the Wave Generator deforms the Flexspline elliptically, such that it engages with both internally toothed ring gears, the Circular Spline and the Dynamic Spline. The rotation of the planet gears of the Wave Generator causes the major elliptical axis and thereby the regions of tooth contact to rotate relative to the fixed Circular Spline.

Because the Flexspline possesses two teeth less than the Circular Spline, for each 180° clockwise movement of the Wave Generator, the Flexspline moves counter-clockwise by one tooth relative to the Circular Spline. Each complete clockwise rotation of the Wave Generator results in the Flexspline moving counter-clockwise by two teeth from its previous position relative to the Circular Spline. The Dynamic Spline rotates in the same direction and with the same speed as the Flexspline and is used as the output element.



Das Fertigungsverfahren

Direkt-LIG-Verfahren

Konventionelle Verfahren zur Herstellung von Zahnrädern können in Abhängigkeit von der Zahngeometrie bis zu einem minimalen Modul von etwa 60 µm bis 100 µm verwendet werden. Allerdings müssen bei einem Modul dieser Größenordnung hinsichtlich einer optimalen Verzahnungsgeometrie Kompromisse akzeptiert werden, um die Herstellbarkeit mit konventionellen Methoden zu ermöglichen. Zur Herstellung von Zahnrädern für Mikrogetriebe hat sich der sog. Direkt LIG-Prozess bewährt. Dieser besteht aus folgenden Einzelprozessschritten.

Method of Production

Direct-LIG Process

Conventional gear manufacturing methods can be used down to a tooth module of 60 to 100 µm, dependent on the tooth geometry. However, compromises must be made regarding the optimal tooth profile in order to allow the manufacture of such small teeth. The innovative Direct-LIG process has established itself as an effective manufacturing process for the gear wheels of microgears without needing to make such compromises. The individual process steps are as follows.

Die Einzelprozessschritte

Der Direkt LIG-Prozess besteht aus den folgenden einzelnen Prozessschritten:

Maskenherstellung

Die Zahnradstrukturen befinden sich als Absorberschicht auf einer Maske und werden über Schattenprojektion hochpräzise in einen Fotoresist übertragen.

Lithografie

Um Strukturen von bis zu einem Millimeter Höhe und mehr und gleichzeitig Abweichungen geringer $1\mu\text{m}$ zu erzeugen, muss hochenergetische, kurzwellige und hochparallele Synchrotron-Strahlung verwendet werden.

Galvanoformung

Nachdem die Negativformen der Zahnradstrukturen zur Verfügung stehen, werden diese mit einem Nickel-Eisen-Elektrolyten galvanisch abgeformt. Die Abformung der Zahnräder als Nickel-Eisen-Legierung hat den Vorteil des vielfältigen Einsatzes unter verschiedenen Bedingungen. Das Getriebe ist damit einsetzbar im Ultrahochvakuum (10^{-12} bar), in einem größeren Temperaturbereich als z. B. Kunststoffgetriebe. Es ist in weiten Bereichen korrosionsbeständig und autoklavierbar.

Bauteile

Nach der galvanischen Abformung der Zahnräder muss die Zahnbreite der Zahnräder durch Läppen des Wafers eingestellt werden. Danach folgen das Entfernen des Siliziumwafers mit der Startschicht und die Vereinzelung der Zahnräder aus dem Resist.

The Individual Process Steps

The Direct-LIG process consists of the following steps:

Mask Production

The gear geometry is represented in a blocking absorber coating on a mask and is projected precisely into a photoresist during exposure.



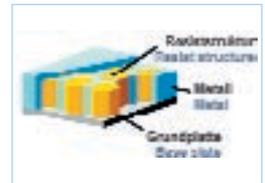
Lithography

In order to produce structures with a height of 1 mm and more yet with dimensional tolerances better than $1\mu\text{m}$, it is necessary to use high energy, short wavelength, highly parallel synchrotron x-rays.



Galvanic Deposition

A nickel-iron electrolyte is used for the galvanic production of gear wheels in the negative mould created by the lithography step. The nickel-iron alloy provides excellent corrosion resistance allowing the use in demanding environments. The gears can therefore be used in an ultra-high vacuum (10^{-12} bar), in a wider temperature range than plastic gears and can also be sterilised in an autoclave.



Components

After galvanic deposition the surface unevenness must be planarized by means of lapping. The silicon wafer supporting the photo-resist is removed and the individual gear components are separated from the resist.



Unsere Synchrotron-Partner

Our synchrotron Partners



Mikro-Getriebeboxen

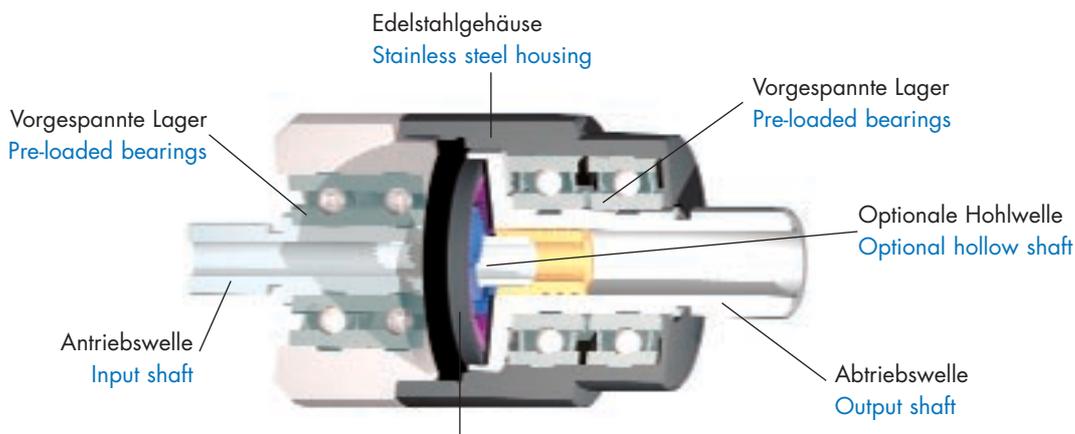
Um die Einbindung des Getriebes in die Maschinen- bzw. Produktumgebung zu vereinfachen, ist das Micro Harmonic Drive® Getriebe nur als Getriebebox verfügbar. Verschiedene Varianten ermöglichen es dem Anwender die Getriebebox entweder direkt mit gängigen Mikromotoren zu kombinieren oder - wenn es sich um die Variante mit Antriebswelle handelt - den Motor seitlich anzubauen. Die optional erhältliche Hohlwelle kann für die Durchführung von Laserstrahlen, optischen Fasern oder die Luftversorgung durch die zentrale Achse der Getriebebox genutzt werden.

Micro-gearboxes

To enable simple integration in machines or devices Micromotion has developed a new range of micro gearboxes. These can be easily combined directly with common micromotors or can be provided with an input shaft, allowing the motor to be mounted in parallel. An optional hollow-shaft allows a laser beam, optical fibre or air supply to be passed along the central axis of the gearbox.

Bauteile

Components



Micro Harmonic Drive® Getriebeeinbausatz
 Micro Harmonic Drive® gear component set

Vorteile

- Genauigkeit
- Geschwindigkeit
- Zuverlässigkeit
- Robustheit
- Vielseitigkeit

Advantages

- Accuracy
- Speed
- Reliability
- Robustness
- Versatility

Besondere Merkmale

- Spielfreier Micro Harmonic Drive® Einbausatz
- Vorgespannte Lager für Ab- und Antriebswelle
- Gehäuse und Wellen aus Edelstahl
- Hohlwelle (optional) ermöglicht die Durchführung von Laserstrahlen, optischen Fasern oder Druckluft
- Lebensdauer-Schmierung

Key Features

- Zero backlash Micro Harmonic Drive® component set
- Pre-loaded bearings to support output and input shafts
- Stainless steel housing and shafts
- Optional hollow shaft (allows laser beams, optical fibres or air supply to be passed through the gearbox)
- Lifetime lubrication

Verzahnungsprofile

Die in diesem Katalog beschriebenen Getriebeeinbausätze und -boxen sind mit zwei unterschiedlichen Zahnprofilen ausgeführt. Die Standard-Baureihe wird mit der bei konventionell gefertigten Harmonic Drive® Getrieben üblichen IH-Verzahnung geliefert.

Für Anwendungen mit besonders hohen Anforderungen bezüglich Drehmomentkapazität und Verdrehsteifigkeit hat Micromotion die neue, einzigartige zum Patent angemeldete P-Verzahnung für Mikrogetriebe entwickelt. Im Vergleich zu einer konventionellen Verzahnung wird mit der P-Verzahnung eine 200%ige Steigerung sowohl der übertragbaren Drehmomente als auch der Verdrehsteifigkeit erreicht.

Dies beruht auf der Veränderung der Größe und der Zahnform. Für ein Zahnradgetriebe ist eine solche Leistungssteigerung außergewöhnlich hoch. In praktischen Anwendungen bedeutet diese Steigerung, dass entweder größere Lasten bewegt werden können oder diese Lasten schneller beschleunigt werden können. Dies resultiert wiederum in kürzeren Taktzeiten und damit höherer Produktivität.

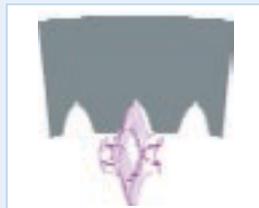
IH

IH-Verzahnung
IH-tooth profile

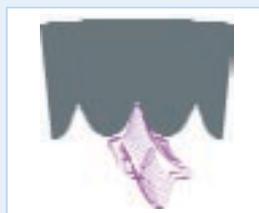
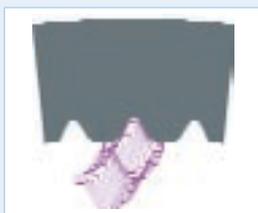


P

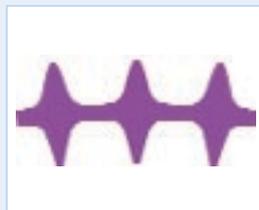
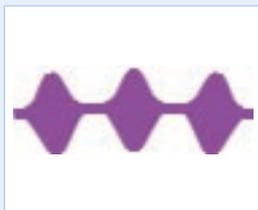
P-Verzahnung
P-tooth profile



Dynamic Spline / Dynamic Spline



Circular Spline / Circular Spline



Flexspline / Flexspline



Planetenrad / Planetary gear



Sonnenrad / Sun gear

Tooth Profiles

The gear components and gearboxes described in this catalogue feature two different tooth profiles. The standard series is provided with the IH-tooth profile, well known from conventionally manufactured Harmonic Drive® gears.

For applications with very high demands regarding torque capacity and torsional stiffness Micromotion GmbH has developed the new, unique P-tooth profile (patent applied for). Compared to the IH-tooth profile the P-profile achieves a 200 % increase in both torque capacity and torsional stiffness.

This increase is a result of the optimization of the tooth size and tooth geometry. For a gear system this is a remarkable improvement in performance. In practical applications this improvement has the effect that either larger loads can be moved, or that loads can be moved more quickly. This results, in turn, in shorter cycle times and higher productivity.

IH

Technische Daten für IH-Verzahnung

Die angegebenen Daten beziehen sich auf die Bau-
 größen MHD-8 und MHD-10 mit der standardmäßigen
 IH-Verzahnung. Die Micromotion GmbH hat sich auf
 die Entwicklung von kunden- bzw. anwendungs-
 spezifischen metallischen Mikrogetrieben und -antrie-
 ben spezialisiert. Bei den nachfolgenden Angaben
 handelt es sich daher um durchschnittliche Werte, die
 im Einzelfall variieren können.

Technical Data for IH-Tooth Profile

The following data refer to sizes MHD-8 and MHD-10
 with IH tooth profile. Micromotion GmbH specialises in
 the development of customer-specific and/or applica-
 tion-specific metal microgears and actuators. The figu-
 res shown in tables 1 and 2 represent mean values that
 can vary depending on the concrete application.

IH-Verzahnung / IH-tooth profile			MHD-8		MHD-10		
Untersetzung	Reduction ratio		160:1	500:1	160:1	500:1	1000:1
Nenn Drehmoment	Rated torque	mNm	3	8	5	13	20
Spitzendrehmoment	Peak torque	mNm	6	16	10	26	40
Kollisionsdrehmoment	Momentary peak torque	mNm	20	40	23	64	100
Verlustdrehmoment (Motoranbauvariante)	Friction torque (version for motor)	µNm	30	35	50	45	40
Verlustdrehmoment (Antriebswellenvariante)	Friction torque (version with input shaft)	µNm	70	75	90	85	80
Wirkungsgrad bei Nennbetrieb (Motoranbauvariante)	Efficiency at rated operation (version for motor)	%	63	74	76	80	82
Wirkungsgrad bei Nennbetrieb (Antriebswellenvariante)	Efficiency at rated operation (version with input shaft)	%	42	57	53	67	70
Nennantriebsdrehzahl	Rated input speed	1/min rpm	10000	10000	10000	10000	10000
Maximale Antriebsdrehzahl	Maximum input speed	1/min rpm	30000	30000	30000	30000	30000
Abtriebswelle	Output shaft						
Maximale radiale Last (stat.)	Max. radial load (static)	N	15	15	20	20	20
Maximale radiale Last (dyn.)	Max. radial load (dyn.)		3	3	5	5	5
Maximale axiale Last	Max. axial load		10	10	10	10	10
Antriebswelle	Input shaft						
Maximale radiale Last	Maximum radial load	N	5	5	5.5	5.5	5.5
Maximale axiale Last	Maximum axial load		10	10	10	10	10
Massenträgheitsmoment	Moment of inertia						
Motoranbauvariante	Version for motor	gcm ²	7 x 10 ⁻⁴	8 x 10 ⁻⁴	23 x 10 ⁻⁴	22 x 10 ⁻⁴	18 x 10 ⁻⁴
Antriebswellenvariante	Version with input shaft		38 x 10 ⁻⁴	38 x 10 ⁻⁴	60 x 10 ⁻⁴	59 x 10 ⁻⁴	55 x 10 ⁻⁴
Gewicht	Weight						
Motoranbauvariante	Version for motor	g	2.2	2.2	4.5	4.5	4.5
Antriebswellenvariante	Version with input shaft		3.5	3.5	5.7	5.7	5.7

Tabelle / Table 1

Genauigkeitsdaten

Accuracy Data

IH-Verzahnung / IH-tooth profile			MHD-8		MHD-10		
Wiederholgenauigkeit	Repeatability	arcsec	160:1	500:1	160:1	500:1	1000:1
Wiederholgenauigkeit	Repeatability	arcsec	±10		±10		
Verdrehsteifigkeit	Torsional stiffness	Nm/rad	2.29	1.51	8.25	3.23	2.00

Tabelle / Table 2

P

Technische Daten für P-Verzahnung

Die angegebenen Daten beziehen sich auf die Baugrößen MHD-8 und MHD-10 mit der neuen P-Verzahnung. Die Micromotion GmbH hat sich auf die Entwicklung von kunden- bzw. anwendungsspezifischen metallischen Mikrogetrieben und -antrieben spezialisiert. Bei den nachfolgenden Angaben handelt es sich daher um durchschnittliche Werte, die im Einzelfall variieren können.

Technical Data for P-Tooth Profile

The following data refer to sizes MHD-8 and MHD-10 with the new P-tooth profile. Micromotion GmbH specialises in the development of customer-specific and/or application-specific metal microgears and actuators. The figures shown in tables 3 and 4 represent mean values that can vary depending on the concrete application.

P-Verzahnung / P-tooth profile			MHD-8		MHD-10		
			160:1	500:1	160:1	500:1	1000:1
Untersetzung	Reduction ratio						
Nenn Drehmoment	Rated torque	mNm	7	10	12	18	24
Spitzendrehmoment	Peak torque	mNm	14	20	24	36	48
Kollisionsdrehmoment	Momentary peak torque	mNm	32	46	55	82	110
Verlustdrehmoment (Motoranbauvariante)	Friction torque (version for motor)	µNm	30	35	50	45	40
Verlustdrehmoment (Antriebswellenvariante)	Friction torque (version with input shaft)	µNm	70	75	90	85	80
Wirkungsgrad bei Nennbetrieb (Motoranbauvariante)	Efficiency at rated operation (version for motor)	%	63	74	76	80	82
Wirkungsgrad bei Nennbetrieb (Antriebswellenvariante)	Efficiency at rated operation (version with input shaft)	%	42	57	53	67	70
Nennantriebsdrehzahl	Rated input speed	1/min rpm	10000	10000	10000	10000	10000
Maximale Antriebsdrehzahl	Maximum input speed	1/min rpm	30000	30000	30000	30000	30000
Abtriebswelle	Output shaft						
Maximale radiale Last (stat.)	Max. radial load (static)	N	15	15	20	20	20
Maximale radiale Last (dyn.)	Max. radial load (dyn.)		3	3	5	5	5
Maximale axiale Last	Max. axial load		10	10	10	10	10
Antriebswelle	Input shaft						
Maximale radiale Last	Maximum radial load	N	5	5	5.5	5.5	5.5
Maximale axiale Last	Maximum axial load		10	10	10	10	10
Massenträgheitsmoment	Moment of inertia						
Motoranbauvariante	Version for motor	gcm ²	7 x 10 ⁻⁴	8 x 10 ⁻⁴	23 x 10 ⁻⁴	22 x 10 ⁻⁴	18 x 10 ⁻⁴
Antriebswellenvariante	Version with input shaft		38 x 10 ⁻⁴	38 x 10 ⁻⁴	60 x 10 ⁻⁴	59 x 10 ⁻⁴	55 x 10 ⁻⁴
Gewicht	Weight						
Motoranbauvariante	Version for motor	g	2.2	2.2	4.5	4.5	4.5
Antriebswellenvariante	Version with input shaft		3.5	3.5	5.7	5.7	5.7

Tabelle / Table 3

(Vorläufige technische Daten) / (Preliminary technical data)

Genauigkeitsdaten

Accuracy Data

P-Verzahnung / P-tooth profile			MHD-8		MHD-10		
			160:1	500:1	160:1	500:1	1000:1
Wiederholgenauigkeit	Repeatability	arcsec	±10		±10		
Verdrehsteifigkeit	Torsional stiffness	Nm/rad	4.35	2.86	9.30	6.13	3.80

Tabelle / Table 4

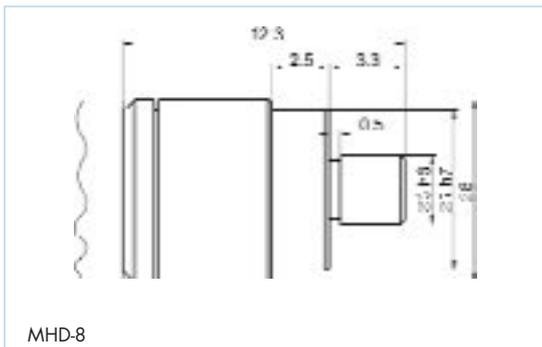
Abmessungen

Bei der Motoranbauversion erfordert die Montage des Motors an das Getriebe aufgrund der miniaturisierten Abmessungen der Bauteile spezielle Vorrichtungen, mit denen der Anwender im Normalfall nicht ausgestattet ist. Um eine exakte Montage zu gewährleisten und um den Aufwand beim Anwender zu minimieren, liefert die Micromotion GmbH ausschließlich komplette Antriebe, bestehend aus Motor und Getriebebox.

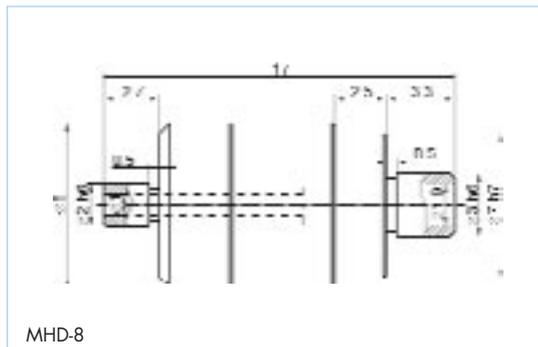
Dimensions

For the direct motor assembly version the assembly of motor and gear necessitates special equipment. In order to ensure correct assembly and to reduce the effort on behalf of the user Micromotion GmbH delivers exclusively complete actuators, comprising motor and gearbox.

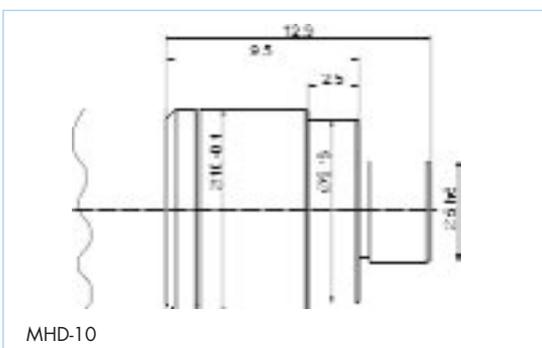
MHD-8 Motoranbauversion
 Micro-gearbox for direct motor assembly.



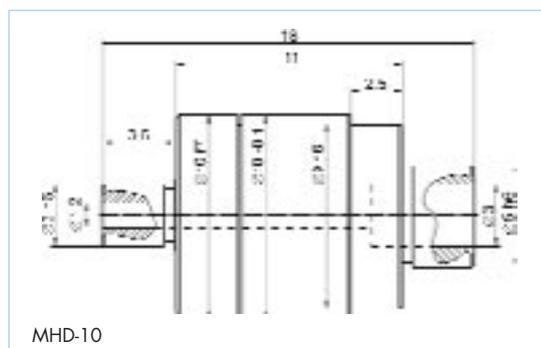
MHD-8 Mikrogetriebebox mit Antriebswelle
 (Hohlwelle als Option).
 Micro-gearbox with input shaft
 (hollow-shaft available as option).



MHD-10 Motoranbauversion
 Micro-gearbox for direct motor assembly.



MHD-10 Mikrogetriebebox mit Antriebswelle
 (Hohlwelle als Option).
 Micro-gearbox with input shaft
 (hollow-shaft available as option).



Die Zeichnungen können im DXF-Format von unserer Website www.micromotion-gmbh.de heruntergeladen werden.

All drawings are available in DXF format for downloading from our website www.micromotion-gmbh.de.

Motorkombinationen

Die Micromotion GmbH bietet verschiedene Getriebebauformen bzw. Abtriebslagerkonzepte an, um eine leichte Integration in den verschiedenen Anwendungen zu ermöglichen. Eine Kombination unserer Mikrogetriebe mit gängigen Mikromotoren, wie z. B. von Arsape, Escap, Faulhaber, Maxon, Mymotors, Myonic und anderen ist möglich. Wir beraten Sie gerne bezüglich Ihrer anwendungsspezifischen Problemstellung.

Motor Combinations

Micromotion GmbH offers a variety of gear configurations and alternative output bearing arrangements to enable easy integration in a wide range of applications. Combinations are possible with currently available micromotors, e. g. from Arsape, Escap, Faulhaber, Maxon, Mymotors, Myonic etc. We look forward to advising you on the possibilities for your specific application.



- 1 Abtriebswelle, vorgespannte Lager
Output shaft, pre-loaded bearings
- 2 Abtriebswelle, Flanschlager
Output shaft, flange bearing
- 3 Abtriebswelle, Direktanbau
Output shaft, direct motor assembly
- 4 Abtriebsflansch, Flanschlager
Output flange, flange bearing
- 5 Schrittmotor
Stepping motor
- 6 Scheibenläufermotor
Pancake motor
- 7 AC- bzw. DC-Motor
AC or DC motor
- 8 Getriebebox mit Eingangswelle (Hohlwelle als Option verfügbar)
Gearbox with input shaft (hollow-shaft available as option)

Sonderausführungen

Mikropositionierung im Hochvakuum

Der Einsatz unter Vakuumbedingungen stellt eine ganz besondere Problemstellung für die eingesetzte Antriebstechnik in Bezug auf Werkstoffauswahl, Schmierstoffauswahl und Energieübertragung dar. Die Werkstoffe müssen chemisch resistent sein, leicht entgasbar sein und auch ein akzeptables Wärme-Dehnungs-Verhalten aufweisen. Die Micro Harmonic Drive Getriebebox kann unter Vakuumbedingungen eingesetzt werden. Bei der vakuumkompatiblen Variante nutzt die Abtriebslagerung spezielle trockengeschmierte Kugellager mit beschichteten Laufbahnen. In Abhängigkeit vom konkreten Einsatz wird das Getriebe selbst entweder trockengeschmiert oder mit einem speziellen Vakuurfett versehen.

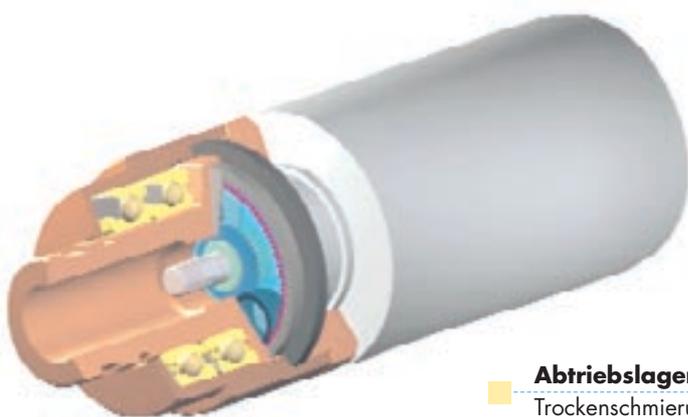
Eine weitere Detailanpassung betrifft die Verbindungstechnik, wo ein spezieller UHV-tauglicher Klebstoff angewandt wird. Alle diese Anpassungen wurden im Vakuumbetrieb bis zu einem Druck von 10^{-12} bar erfolgreich getestet. Anwendungen gibt es beispielsweise in der Halbleiterfertigung, Satellitentechnik, Photonik, Elektronenmikroskopie und Medizintechnik.

Special Designs

Micro Positioning in High Vacuum

The application of the Micro Harmonic Drive® gear under vacuum conditions is a special challenge as far as the selection of gear materials, lubricants and the energy transmission is concerned. Conventional materials must be replaced by those which are corrosion-resistant, easily degasable and providing an acceptable coefficient of thermal expansion. The Micro Harmonic Drive® gearbox has proven its vacuum compatibility under test conditions of up to 10^{-12} bar. The vacuum compatible gearbox makes use of dry lubrication for the bearings which have coated raceways.

Depending on the application the gear itself is either dry lubricated or supplied with a special vacuum grease. Furthermore, a special UHV-resistant adhesive has been applied. Applications can be found in semiconductor manufacturing, medical technology, photonics, satellite technology or in electron microscopes.



Werkstoffe	Materials
Edelstahlgehäuse	Stainless steel housing
Edelstahlwelle	Stainless steel shaft

Motor	Motor
Arsape	Arsape
Phyton	Phyton

Schmierung	Lubrication
Trockenschmierung (Teflon, Kupfer, Gold)	Dry lubrication (Teflon, Copper, Gold)
Vakuurfett (Fomblin)	Vacuum grease (Fomblin)

Abtriebslagerung	Output Bearing
Trockenschmierung	Dry lubrication
Beschichtete Laufbahnen	Coated raceways
Vorgespannte Kugellager	Pre-loaded ball bearings

Zahnräder	Reduction Gear
Rein-Metallische Komponenten	Pure-metallic components
Verschleißbeständigkeit	Wear-resistant
Korrosionsbeständigkeit	Corrosion-resistant
Spielfreiheit	Zero backlash
UHV-taugliche Verbindungstechnik	UHV compatible adhesives



Sterilisierbares Mikrogetriebe

Für Anwendungen in der Medizintechnik ist es häufig unerlässlich, dass die eingesetzte Antriebstechnik sterilisierbar sein muss. Das Micro Harmonic Drive® erfüllt diese Anforderungen und weist durch die Verwendung von hochwertigen Materialien, wie z. B. hochlegierten Edelstahl, eine hohe Korrosionsbeständigkeit auf. Im Vakuumsterilisator erfolgten 2000 Sterilisationszyklen unter folgenden Bedingungen:

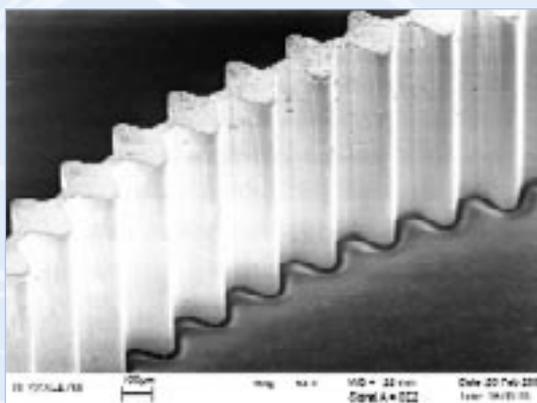
Temperatur	134 °C
Druck	2,16 bar
Umgebung	Sattdampf
Zyklus	Dauer: 45 Minuten Haltezeit: 5 Minuten

Sterilised Micro Precision Gear

Applications in medical and surgical equipment often require sterilised transmission components. The Micro Harmonic Drive® fulfils these requirements and provides high corrosion resistance due to high quality materials, e. g. stainless steel. 2000 sterilisation cycles were performed in a vacuum sterilisator under the following conditions:

Temperature	134 °C
Pressure	2.16 bar
Environment	Saturated steam
Cycle	Duration: 45 minutes Pause: 5 minutes

Flexspline nach Sterilisationstests Flexspline after sterilisation tests





3-Achs-Mikropositionierer
3-Axis Micro-Positioner



Fertigung bei Micromotion
Production at Micromotion



Detailaufnahme
Gear Details

Systemlösungen

3-Achs-Mikropositionierer

Wir haben uns auf die Entwicklung und Konstruktion individueller Systemlösungen und Baugruppen nach Kundenspezifikation spezialisiert. Durch Kompetenz und Gespür für neue Anwendungsfelder der Mikrotechnik sowie eine einzigartige Technologiebasis ermöglichen wir es unseren Kunden immer wieder technologische Meilensteine zu setzen und neue Marktchancen zu eröffnen. Für Anwendungen in der Halbleiterfertigung, Glasfasertechnik, Mikromontage oder in Messmaschinen wurde beispielhaft ein 3-Achs-Mikromanipulator entwickelt.

Die Vorteile

- Sub- μm Genauigkeit in allen drei Achsen
- Einfache Regelbarkeit
- Geringe Masse (< 50 g)
- Hohe Dynamik

Die Abmessungen

- Außenabmessungen: \varnothing 36,2 mm; Höhe: 49,5 mm
- Gewicht: bewegte Tischmasse in x = 23 g, y = 19 g
- Ansteuerung: 3 x Schrittmotorsteuerung Faulhaber MC ST 45005

Advantages

- Sub- μm accuracy in all three axes
- Easy controllability
- Low mass (< 50 g)
- Highly dynamic performance

Dimensions

- Outer dimensions: \varnothing 36.2 mm; Height: 49.5 mm
- Weight: moved table mass in x = 23 g, y = 19 g
- Control unit: 3 x Faulhaber MC ST 45005 driver

Leistungsdaten	Technical Data	X-Achse / X-Axis	Y-Achse / Y-Axis	Theta-Achse / Theta-Axis
Hub/Winkel	Stroke/Angle	1000 μm	1000 μm	> 360 °
Max. Geschwindigkeit	Max. Speed	2 mm/s	2 mm/s	100 min ⁻¹ / rpm
Auflösung	Resolution	< 0.3 μm < 0.02 μm	< 0.3 μm < 0.02 μm	0.086 ° 0.005 °
Wiederholgenauigkeit	Repeatability	< 0.3 μm	< 0.3 μm	0.01 °
Kräfte/Drehmoment	Forces/Torque	10 N	10 N	5 mNm

Weltkleinster spielfreier Positionierantrieb mit Hohlwelle in deutsch-schweizer Kooperation

Kaum jemand kann sich der Faszination ineinandergreifender Mikrozahnräder, neben denen ein Haar wie ein Baumstamm aussieht, entziehen. Und der Bedarf an leistungsfähigen Mikroantrieben, um beispielsweise Spiegel, Linsen, Mikroskopobjekte und Chips, aber auch Greifer und Roboterachsen zu bewegen, steigt ständig.



Der welt kleinste spielfreie Positionier-Servoantrieb mit integriertem Micro Harmonic Drive® und EC6 Motor von Maxon Motor AG.

The world's smallest backlash-free positioning servo actuator with integrated Micro Harmonic Drive® gear and EC6 motor from Maxon Motor AG.

World's smallest backlash-free positioning actuator in German-Swiss cooperation

Virtually everybody is fascinated by the sight of engaging teeth in micro format, which make a man's hair look like a tree-trunk. The demand for powerful micro actuators, used for example to move mirrors, lenses, microscopic objects and chips, or even grippers or robot axes, is increasing continuously.



In Zusammenarbeit mit der Maxon Motor AG ist der welt kleinste spielfreie Hohlwellen-Servoantrieb entstanden. Basis dieses Winzlings bildet das Micro Harmonic Drive®, das durch einen bürstenlosen Maxon EC Motor mit 1,2 Watt Leistung ergänzt wird. Der Bohrungsdurchmesser beträgt 0,65 mm und bietet damit Platz genug für die Durchführung von Laserstrahlen, Vakuum, Druckluft oder optischen Fasern. Kombiniert mit dem Motor von Maxon bringt es der Miniatur-Servoantrieb auf eine axiale Gesamtlänge von nur 31,3 mm – ohne Motor misst es gerade mal 12,3 mm.

Dieser welt kleinste spielfreie Positionierantrieb bietet ein Abtriebsdrehmoment von 5 mNm bei einer Untersetzung von 160:1. Abtriebsdrehzahlen bis 200 min⁻¹ werden erreicht. Der hohe Wirkungsgrad, die extrem flache Bauweise und das geringe Eigengewicht sind weitere Merkmale, die den Miniaturservoantrieb mit Maxon Motor auszeichnen. Die hervorragende Wiederholbarkeit von 10 Winkelsekunden stellt sicher, dass dieser Antrieb sich bestens für Positionieranwendungen in der Halbleiterfertigung oder in optischen Geräten eignet.

Close co-operation with the established Swiss motor manufacturer Maxon Motor AG resulted in a micro servo actuator with central hollow shaft whereby the Micro Harmonic Drive® has been completed by a brushless 1.2 watt Maxon EC motor. With an axial length of just 1 mm the micro gear component set has the same thickness as a 1 cent coin, but with an outer diameter of just 8 mm you could place two of them next to each other on the same coin. In combination with the maxon motor the miniature servo actuator measures axially only 31.3 mm – the gear without motor has an axial length of only 12.3 mm.

An output torque of 5 mNm can be provided with a reduction ratio of 160:1. Output speeds of up to 200 rpm are possible. The excellent repeatability of just 10 arc-seconds means that this new actuator is ideally suited to positioning applications in semiconductor equipment or optical devices where the hollow shaft (diameter 0.65 mm) can be used to pass through an optical fibre, air, a vacuum or even a laser beam.



Maxon Motor AG
Brünigstrasse 220
CH-6072 Sachseln

www.maxonmotor.com

Einsatz in der Halbleiterfertigung

Rotatorischer Bondkopf

Kaum ein anderer Bereich erfordert soviel Präzision und Systemlösungen in Miniaturausführung wie die Halbleiterfertigung. Die Alphasem AG ist einer der weltweit führenden Hersteller von Chip-Bestückungsautomaten. Dabei müssen die staubkorngroßen Chips, die oft nicht größer als 0,15 x 0,15 mm sind, hochpräzise ausgerichtet und positioniert werden.



Easyline 8032



Bondkopf im Betrieb
Bond Tool in Use



Philip Howis,
Produktmanager bei
Alphasem AG
Philip Howis, Technical
Product Manager at
Alphasem AG

Application in Semiconductor Production

Rotary Bond Tool (RBT)

Few other application fields require such precision or individual system solutions like the semiconductor branch. Alphasem AG is one of the world's leading manufacturers of Die Attach Systems, which are used to attach semiconductor dies - tiny little electronic control modules - to their protective packages. Therefore the minute chips, which often are no larger than 0.15 x 0.15 mm, must be orientated and positioned with high accuracy.



Rotatorischer Bondkopf
Rotary Bond Tool (RBT)

„Die jetzt entwickelte Maschine vom Typ „Easyline 8032“ verfügt über ein neues Werkzeugbauteil, ein neuartiges Rotary Bond Tool, das die Chips extrem schnell (90° in ca. 175 ms) und sehr genau (Abweichung < 0,02 °) in beliebige Winkelpositionen bewegt“, erklärt Philip Howis, zuständiger Produktmanager bei Alphasem. Für diese Baugruppe wurde gemeinsam mit Micromotion eine spezielle Systemlösung erarbeitet.

Herzstück des RBTs ist eine Micro Harmonic Drive® Getriebebox in einer anwendungsspezifischen Ausführung. Das Getriebe wird mit einem Mikro-Schrittmotor angetrieben. Dieser ist parallel zum Getriebe angebracht, damit eine Hohlwelle durch das Zentrum des Getriebes geführt werden kann. Die Hohlwelle wird dazu benutzt, um mit einem optischen Sensor durch die Welle hindurch zu schauen, um sicherzustellen, dass der Chip erfolgreich gegriffen wurde. Die Abtriebswelle wird mit vorgespannten Kugellagern gestützt, was ausreichende Führungsgenauigkeit und axiale Steifigkeit bei der Bestückung gewährleistet.

„Alphasem has now introduced the „Easyline 8032“ machine featuring a new sub-assembly. The so-called „Rotary Bond Tool“ provides both fast movements (90 ° in ca. 175 ms) and excellent placement accuracy (better than 0.02 °) to position the tiny chips in any angular position“, explains Philip Howis, Technical Product Manager at Alphasem AG.

At the heart of the RBT is a Micro Harmonic Drive® gearbox in a customized design. The gear is driven by means of a stepping motor. The motor is mounted in parallel to the gear to allow a hollow shaft to be passed through the gear. The hollow shaft is used for an optical sensor which looks through the gear in order to make sure that the chip has been gripped successfully.

The output shaft is supported by pre-loaded ball bearings to provide the accuracy and axial stiffness required for the assembly.



Alphasem AG
Andhauserstrasse 64
CH-8572 Berg /TG

www.alphasem.com

Anwendung im Mikro-Polarimeter

Eine beispielhafte Anwendung betrifft einen neuen Mikro-Polarimeter, welcher bei BESSY in Berlin unter Mitwirkung von Dr. Andreas Gaupp entwickelt wurde.



Dr. Andreas Gaupp,
Physiker bei BESSY
Dr. Andreas Gaupp,
Physicist at BESSY

Application in Micro-Polarimeter

Another example for the successful integration of the Micro Harmonic Drive® gear is a new micro-polarimeter developed by BESSY in Berlin under the guidance of Dr. Andreas Gaupp.



Synchrotron
Synchrotron



Mikro-Polarimeter
Micro-Polarimeter

Dieses Gerät wird für die elementenspezifische Charakterisierung dünner magnetischer Schichten benutzt, u. a. mithilfe des magneto-optischen Kerr-Effektes im weichen Röntgenbereich (Wellenlängen zwischen 1 und 10 nm). Gefordert ist eine Kontrolle des Einfallswinkel auf dem Analysator-„Spiegel“ (ein sogenannter Multilayer mit typisch 150 Doppelschichten von z. B. Chrom/Scandium) innerhalb +/-20 Winkelsekunden, wobei sich Analysator und Detektor gemeinsam um die Lichtachse drehen.

Realisiert wird dies mithilfe eines vakuumtauglichen Schrittmotors, der zusammen mit einem Mikrogetriebe die Auflösung und Wiederholgenauigkeit im offenen Regelkreis problemlos erreicht. Der Antrieb des Detektors durch den selben Schrittmotor wird mit einem zweiten Getriebe realisiert, wobei für die Drehung um den doppelten Winkel im Vergleich zum Analysatorspiegel zwei Stirnradvorstufen, deren Übersetzungen im Verhältnis 2:1 stehen, eingesetzt werden. Im Bild wird die komplette Baugruppe gezeigt, in der zwei vakuumtaugliche Getriebeboxen untergebracht sind, um eine präzise Positionierung von Umlenkspiegel und Detektor zueinander zu ermöglichen.

This device is used to identify the concentration of elements featured in thin magnetic coatings, using, for example, the magneto-optical Kerr effect in the soft X-ray region (wavelength between 1 and 10 nm). This micro-polarimeter includes a complete sub-assembly comprising two vacuum-compatible micro-gearboxes used to accurately position the deflection mirror and the detector. In this application the control of the angle of incidence at the analyser mirror (a so-called multilayer with typically 150 double layers of, for example, chromium/scandium) within +/- 20 arc seconds is required. Both analyser and detector rotate relative to the light axis.

The micro-polarimeter is driven by a vacuum compatible stepping motor combined with two micro-gearboxes in order to achieve the required resolution and repeatability. The detector is driven using the same stepping motor and one micro-gearbox. Because the detector must rotate by double the angle of rotation of the analyser mirror two spur gear stages with different ratios are used to connect the motor to the micro-gearboxes. The picture shows the complete sub-assembly where the vacuum-compatible gearboxes are integrated to enable a precise positioning of the analyser mirror and detector.



BESSY,
Berliner
Elektronenspeicherring –
Gesellschaft für
Synchrotronstrahlung mbH
Albert-Einstein-Str. 15
12489 Berlin

www.bessy.de

Anwendung in einer Weltraumkamera

Aufgrund der terrestrischen Erfahrungen mit Anwendungen im Vakuum bedient Micromotion GmbH auch Anwendungen im Weltraum. Die Miniaturabmessungen, das geringe Gewicht und die hervorragende Positioniergenauigkeit des Micro Harmonic Drive® Getriebes ermöglichen hier völlig neue Konstruktionslösungen für Positionierantriebe und -mechanismen.

Ein typisches Beispiel dafür ist der Einsatz der Micro Harmonic Drive® Getriebebox in einer elektromechanischen Baugruppe zum Fokussieren eines Kameraobjektives, das vom Institut für Planetenforschung, Berlin, unter der Leitung von Prof. Dr. Spahn entwickelt wurde. Dieses Institut gehört zum Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR).

Die Kamera ist für den Einsatz auf anderen Planeten in einem Rover-Fahrzeug vorgesehen. Mit dieser neuen Fokussierbaugruppe, die komplett von Micromotion konstruiert und gefertigt wurde, kann die Kamera das Fahrzeug zu bestimmten Objekten auf der Planetenoberfläche lenken, um mikroskopische Untersuchungen von Gesteinsproben durchzuführen. Das Objektiv ist an einem Schlitten befestigt. Dieser wird mit einem exzentrischen Mechanismus, der sich am Abtrieb der Micro Harmonic Drive® Getriebebox befindet, in axialer Richtung bewegt. Diese Lösung hat den Vorteil, dass sie erheblich leichter und kompakter baut als die Vorgängerversion



DLR e.V.
in der Helmholtz-
Gemeinschaft
Institute of Planetary
Research
Rutherfordstraße 2
12489 Berlin

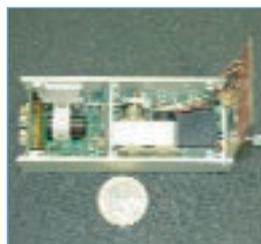
www.dlr.de

Application in a Space Camera

Based on the experience gathered in terrestrial vacuum applications Micromotion GmbH is now fulfilling applications in space mechanisms. The miniature dimensions, low weight and excellent positioning accuracy enable completely new design solutions for positioning actuators and mechanisms.

A typical example is the use of the Micro Harmonic Drive® gear in an electro-mechanical sub-assembly for focussing the objective of a camera, developed by the Institute of Planetary Research, Berlin, under the guidance of Prof. Dr. Spahn. This institute is part of the German Aerospace Research Centre (DLR) and has developed the camera for use on a planetary rover vehicle. The new focussing mechanism, designed and built completely by Micromotion GmbH, will allow the camera to guide the vehicle to surface objects and then undertake microscopic analysis of these objects.

The camera lens is mounted on a carriage, moved axially by an eccentric mechanism mounted on the output of the Micro Harmonic Drive® gearbox. This solution is dramatically lighter and more compact than previous designs.



Kamera im
geöffneten Zustand
[Open Camera Assembly](#)



Eine Briefmarke, die
von der Kamera auf-
genommen wurde.
[A postage stamp
photographed with
the camera](#)



Das Team vom DLR:
(von links nach rechts)
Bernd Pforte,
Dr. Harald Michaelis
und Jürgen Kachlicki
[The team of DLR:
\(from left to right\)
Bernd Pforte,
Dr. Harald Michaelis
and Jürgen Kachlicki.](#)

Anwendung im Mikro-Roboter

Neuartiger Mikroroboter

Der Trend zur Miniaturisierung im Bereich von Konsum- und Investitionsgütern führt zu einer zunehmenden Nachfrage nach Geräten und Systemen für die präzise Montage kleinster Komponenten. Bisher waren Maschinen für die Präzisionsmontage um ein Vielfaches größer, als das zu bearbeitende Werkstück oder der benötigte Arbeitsraum. Dem Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik der TU Braunschweig, vertreten durch Arne Burisch, und der Micromotion GmbH ist es nun gelungen, einen kleinen hybriden Roboter mit einer ebenen Parallelkinematik (Parallel-SCARA) zu entwickeln. Dieser hochgenaue Roboter mit einer Grundfläche von etwa 150 x 150 mm² positioniert kleine Werkstücke mit einer Masse von bis zu 50 g mit einer angestrebten Wiederholgenauigkeit von 1 µm (und besser).

Die „Desktop-Factory“ wird somit Realität. Mit einem Arbeitsraum etwa in den Dimensionen einer Scheckkarte ist dieser Roboter für die präzise Montage von Kleinst-Bauteilen konzipiert. In den Antriebsachsen der Parallelarme sind spielfreie Micro Harmonic Drive[®] Getriebeboxen integriert mit einer Wiederholgenauigkeit im Sub-Mikrometer-Bereich. Die miniaturisierten Abmessungen des Mikroroboters ermöglichen die Gestaltung einer kompletten Montagelinie auf der Fläche eines Tisches. Und weil er so klein ist, wurde er auf den Namen "PARVUS" (lateinisch für „klein“) getauft.

Ferner bietet die Parallelstruktur eine deutlich bessere dynamische Performance, da nur der Getriebemotor für die vierte (rotierende) Handachse vom bewegten Arm getragen wird. Die Miniaturisierung passiver Gelenke einer Parallelstruktur lässt sich müheloser realisieren als bei aktiven Gelenken herkömmlicher serieller Strukturen. Daher fiel die Entscheidung bezüglich der Basisstruktur zugunsten einer parallelen SCARA-Anordnung aus. Mit einer Wiederholgenauigkeit von 10 Winkelsekunden bietet das Micro Harmonic Drive[®] als einziges Mikrogetriebe die erforderliche Genauigkeit für einen Mikroroboter dieser Art.

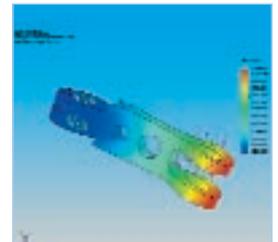
Application in a New Micro-Scara-Robot



Mikroroboter
Micro-Robot



Arne Burisch vom IWF
mit dem Roboter
Arne Burisch from IWF
with the robot



FEM-Analyse des
Armsegments
FEM Analysis
of Robot Arm Segment

The trend to miniaturization in the field of consumer and investment goods is leading to increasing interest in the field of precision assembly of small components. Until now most machines for precision assembly have been many orders of magnitude larger than the workpieces to be handled or the necessary workspace. The Institute of Machine Tools and Production Technology of the Technical University of Braunschweig, represented by Arne Burisch, and Micromotion GmbH are now working together to develop a small-scale SCARA robot featuring a parallel hybrid kinematic structure. This new robot, with a base area of less than 150 x 150 mm² will position small workpieces with a mass of up to 50 g with a repeatability of better than 1 µm.

The parallel structure achieves sub-µm accuracy over almost the complete workspace and also has a symmetrical resolution map. The parallel structure should offer a significantly better dynamic performance, because only the gear motor for the fourth (rotational) axes is carried by the moving arm. Furthermore the passive joints of the parallel structure are easier to miniaturize than active joints. For these reasons the parallel SCARA structure was chosen as the basic structure for further development. By providing an angular repeatability of 10 arc seconds, the Micro Harmonic Drive[®] gear is the only micro gear currently available that provides sufficient accuracy for a micro robot of this kind.



TU Braunschweig
Institut für
Werkzeugmaschinen
und Fertigungstechnik
Langer Kamp 19 B
38106 Braunschweig

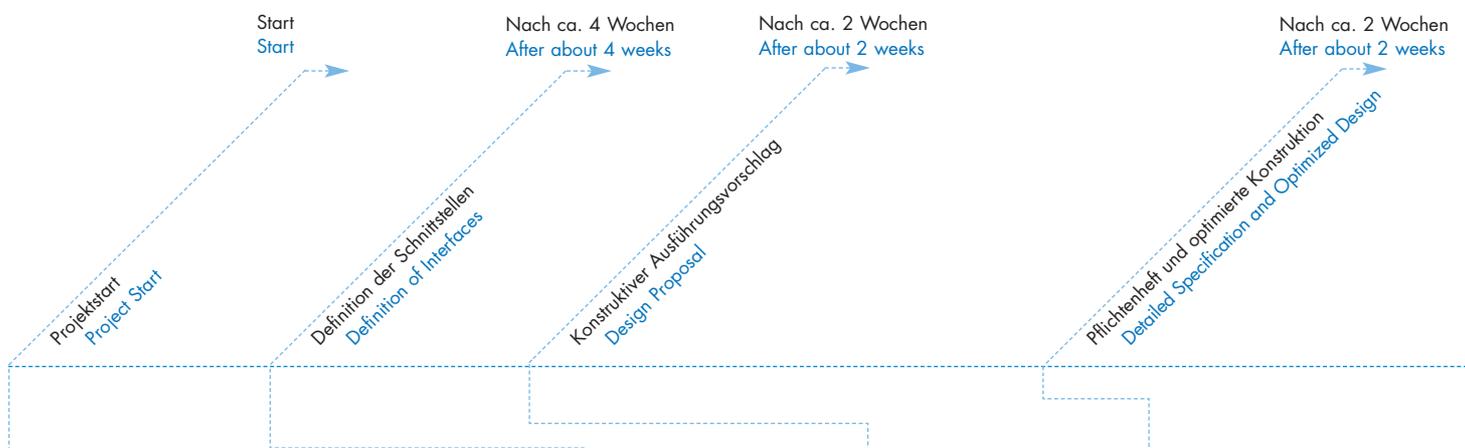
www.iwf.ing.tu-bs.de

Kriterium	Criterion	Wert / Value	Einheit / Unit
Arbeitsraum (rechteckig)	Workspace (rectangular)	60 x 40 x 20	mm ³
Arbeitsraum (primär)	Workspace (primary)	40 x 30 x 20	mm ³
Grundfläche	Footprint (area of robot base)	< 150 x 150	mm ²
Wiederholgenauigkeit	Repeatability	< 1	µm
Lineargeschwindigkeit (X,Y,Z Richtung)	Linear speed (X,Y,Z directions):	> 100	mm/s
Winkelauflösung (Armantrieb)	Angular resolution	0.0028	°
Drehgeschwindigkeit (Ψ Achse)	Rotational speed (Ψ axis)	187	min ⁻¹ /rpm
Winkelauflösung (Ψ Achse)	Angular resolution (Ψ axis)	0.022	°
Last	Payload	50	g

Ihr Weg zur fertigen Systemlösung

Individuelle Systemlösungen und Sonderausführungen des Micro Harmonic Drive® Getriebes gemeinsam mit unseren Kunden zu erarbeiten, das gehört zu unseren Stärken. Da das Micro Harmonic Drive® in den seltensten Fällen als Standard-Getriebeeinbausatz, sondern meist als Sonderausführung mit entsprechendem Gehäuse

und Motor, mit oder ohne zentrale Hohlwelle usw. zum Einsatz kommt, müssen zunächst die wichtigsten Eckdaten und das Anforderungsprofil geklärt werden. Ihr Weg zu Ihrer eigenen Systemlösung mit Micromotion GmbH sieht typischerweise wie folgt aus:



Projektstart:

Tipp: Nutzen Sie zum unverbindlichen Projektstart unseren technischen Fragebogen, den Sie im Internet unter www.micromotion-gmbh.de im Menü „Kontakt“. Dieser enthält alle wichtigen Angaben zur geplanten Anwendung. Sie erleichtern uns damit unsere Kundenbetreuung und tragen zu einer optimalen Realisierung Ihres Projektes bei.

Anforderungsprofil:

- Info über Bewegungsablauf
- Umgebungsbedingungen (Temperatur, Druck, d. h. Vakuum, Reinraumanforderungen...)
- Genauigkeitsanforderungen: Wiederholgenauigkeit, Übertragungsgenauigkeit etc.
- Geschwindigkeitsanforderung: zur Verfügung stehende maximale/minimale Verstellzeit, abtriebsseitige Drehzahl, Drehzahlkonstanz, Gleichlauf
- Drehmomente/Verstellkräfte: Nennbelastung, Spitzenbelastung...
- Siehe technisches Datenblatt im Internet
- Stückzahlen für Prototyp/Serie

Micromotion GmbH unterstützt Sie gerne mit Informationsmaterial über bisherige Lösungen für ähnliche Problemstellungen.

Project Start:

Please use the technical enquiry form featured on our web-site (www.micromotion-gmbh.de) under the rubric "Contact". This form includes all the most important specifications for a planned application. By filling in this form you can help us provide fast support and also contribute to an optimal realisation of your project. The most important information required includes:

- Information describing the movement profile
 - Environmental conditions (temperature, pressure, vacuum, clean room etc.)
 - Accuracy requirements: Repeatability, transmission accuracy etc.
 - Speed requirements: Maximum / minimum permissible cycle time, output speed, maximum permissible velocity ripple etc.
 - Load torques / forces: Rated load, peak load etc.
 - Target price and required quantities for prototypes and series
- Micromotion GmbH will be glad to assist you with technical information describing already realised solutions in similar applications.

Definition der Schnittstellen:

- Systemgrenze und Lieferumfang festlegen, Schutzmaßnahmen des Systems vor Fehlbedienung festlegen
- Konstruktive Schnittstellen festlegen (Befestigungsart, Bohrbild, Anschlagflächen...)
- Elektrische Schnittstellen festlegen (Kabel, Stecker...)
- Weitere Schnittstellen: Vakuumanschluss, Fluidanschlüsse...

Definition of Interfaces:

- Definition of the scope of supply and the boundaries of the system
- Definition of counter-measures to avoid misuse of the system
- Definition of mechanical design interfaces (Fixation, flanges and/or shafts, reference surfaces for location etc.)
- Definition of electrical design interfaces (wiring, connectors etc.)
- Definition of supply interfaces (vacuum connections, fluid connections etc.)

Konstruktiver Ausführungsvorschlag

- Konstruktiv ausgearbeiteter Entwurf des Systems
- Vorschlag für Gestaltung der unterschiedlichen Schnittstellen (mechanisch, elektrisch, für Medien, Werkzeuge...)
- Erzielbare technische Daten für Ausführungsvorschlag (Verstellzeiten, Vakuumwerte, Wiederholgenauigkeit, usw.)
- Spezielle Maßnahmen: z. B. Materialien, Beschichtungen, Schmierstoffe, Dichtungen...
- Angebot für Prototypen und Serie

Design Proposal

- Preliminary design of the system
- Proposal for the execution of the various interfaces (mechanical, electrical, supplies etc.)
- Calculation of the expected performance of the proposed design (achievable speed, accuracy, vacuum quality etc.)
- Definition of special measures e. g. special materials, surface coating, lubrication, sealing etc.
- Preliminary quotation for prototypes and series design

Pflichtenheft und optimierte Konstruktion

- Abstimmung und Festlegung des Pflichtenheftes und der Konstruktion
- Technische und wirtschaftliche Details sind geklärt
- Bestellung Prototypen

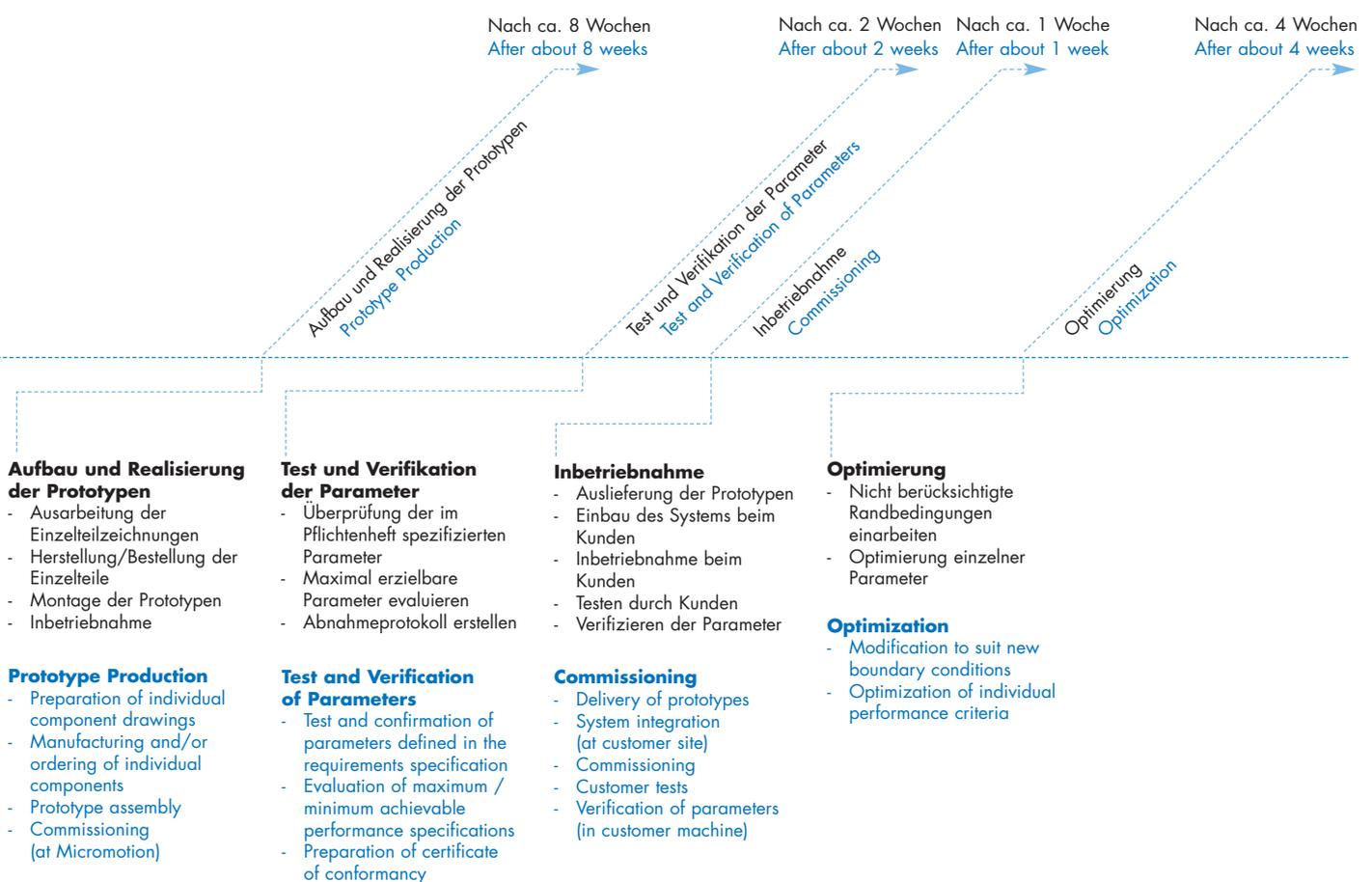
Detailed Specification and Optimized Design

- Agreement and definition of the detailed specifications and series design
- Clarification of technical and commercial requirements
- Ordering of prototypes

Your Path to a System Solution

The development of individual system solutions and customized variants of the Micro Harmonic Drive® gear in cooperation with our customers is one of our key strengths. The Micro Harmonic Drive® gear is rarely used as a standard component set, but more often in a customized design with housing and motor, with or

without a central hollow shaft or other options. This means that the main specifications and design requirements must be agreed at an early stage. Your path to a system solution from Micromotion GmbH can look like this:



Unser Service für Sie: Wir erarbeiten für Sie kostenfrei einen konstruktiven Ausführungsvorschlag.

Our special service for you: We would be happy to make a design proposal for you – free of charge.

Bestellbezeichnungen ...> Ihr Weg zu uns Ordering Codes ...> How to Find Us

Bestellbezeichnungen

Ordering Codes

Micro Harmonic Drive® Getriebebox Gearbox	Micro Harmonic Drive® Baugröße Size	Untersetzung Reduction ratio	Verzahnung Tooth Profile	Variante Version	Kundenspezifische Ausführung Customer-specific version
MHD	8	160 500	IH P	Variante/ Variant M - Motoranbau (CC) V - Antriebswelle (voll) H - Antriebswelle (hohl) S - Kompletantrieb (mit Servomotor) M - with motor (close-coupled) V - with solid input shaft H - with hollow-shaft S - complete actuator (with servo motor)	SPM-xxxx
	10	160 500 1000	IH P		

MHD	-	8	-	160	-	P	-	M	-	SPM-xxxx
-----	---	---	---	-----	---	---	---	---	---	----------

Beispiel / Example

Das finden Sie bei uns im Internet unter www.micromotion-gmbh.de

Nutzen Sie die Schnelligkeit des Internets, um sich jederzeit über aktuelle Themen, Produkte, News und Veranstaltungen rund um die Mikroantriebstechnik von Micromotion zu informieren. Als besonderen Service für Sie bieten wir Ihnen darüber hinaus

- Zeichnungen für alle Getriebetypen und -varianten im DXF-Format zum direkten Download
- Das Pflichtenheft für die Projektanwicklung in Form eines technischen Fragebogens

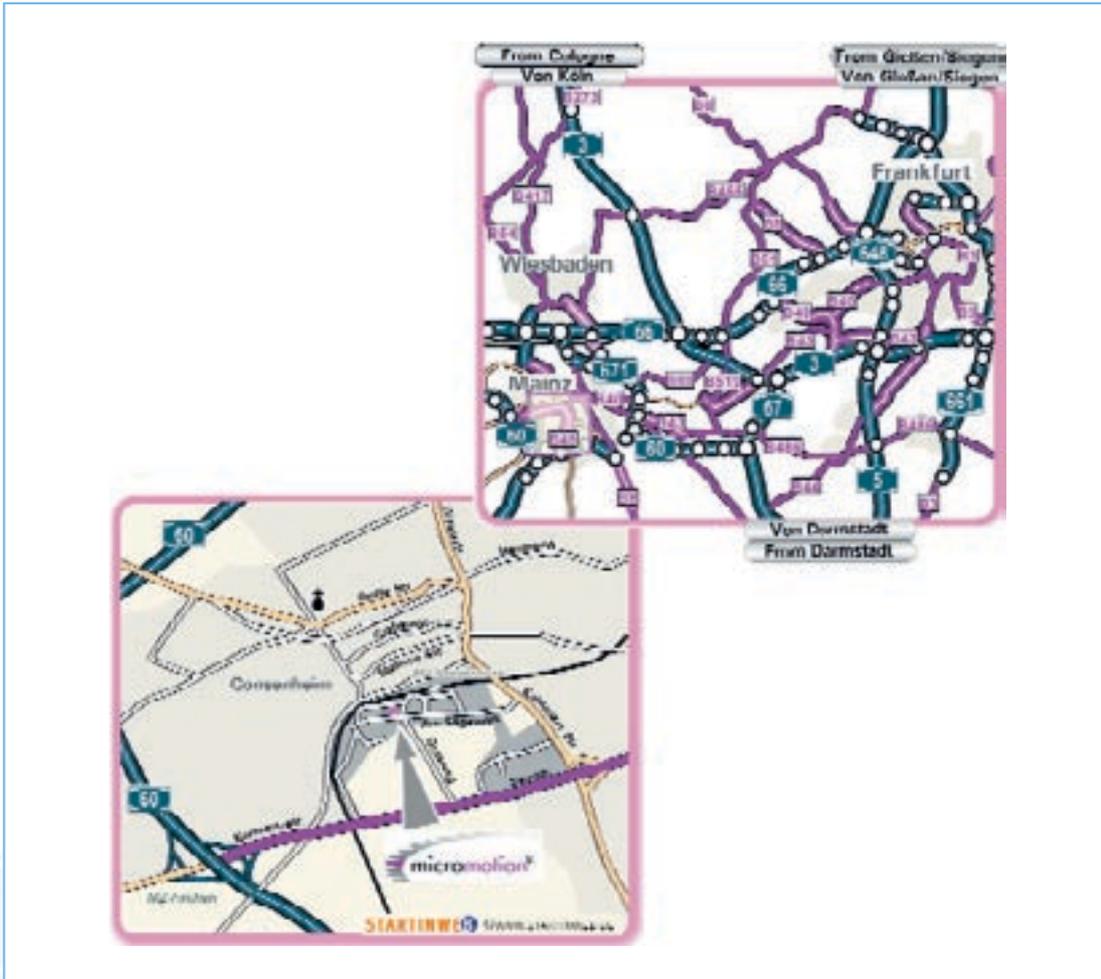
Have a look at our website www.micromotion-gmbh.de

The internet allows a fast retrieval of the latest news regarding our products, exhibitions or events and technical details dealing with micro technology provided by Micromotion GmbH. As a special service for you we offer

- CAD drawings of all gear types and gear variants in DXF format for direct download
- the specification sheet for a planned application as technical enquiry form.

Ihr Weg zu uns

How to Find Us





Unser Vertriebspartner in
Deutschland und Österreich
Our sales partner in
Germany and Austria:

Harmonic Drive AG
Hoenbergstraße 14
65555 Limburg/Lahn

Phone ++ 49 - 6431 - 50 08-0
Fax ++ 49 - 6431 - 50 08-18

info@harmonicdrive.de
www.harmonicdrive.de

Stammhaus • Headquarters

Micromotion GmbH
An der Fahrt 13
55124 Mainz-Gonsenheim

Phone ++ 49 - 6131 - 6 69 27-0
Fax ++ 49 - 6131 - 6 69 27-20

info@micromotion-gmbh.de
www.micromotion-gmbh.de

04/2005 MM 90 01 18

Technische Änderungen vorbehalten.

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