

Mini-Planeten- mit Harmonic Drive-Getriebe bieten Untersetzungen bis 1:7200

David und Goliath

Die Präzisionsplanetengetriebe der Baureihe HPG, welche mit einem flexiblen Hohlrads arbeiten, haben sich inzwischen in vielfältigen Anwendungen in den Bereichen Werkzeugmaschinen und Robotik bewährt. Aufgrund konkreter Anforderungen des Marktes wurde nun diese Baureihe weiterentwickelt.



David und Goliath: Präzisions-Mini-Planetengetriebe HPG-11 und HPG-65 (Quelle: Harmonic Drive)

Höchste Präzision, Spielfreiheit, Kompaktheit und hohe Drehmomente – das sind Eigenschaften, die das Harmonic Drive-Getriebe auszeichnen und die der Markt fordert. Ganz gleich, ob Neuprojektierung oder Re-Design von Anlagen – wirtschaftliche Lösungen sind gefragt. Der Trend geht nicht nur zu immer kompakteren, schnelleren und leistungsfähigeren Einheiten, sondern besonders im Werkzeugmaschinenbereich, in der Handhabung und Robotik, wo höchste Anforderungen an die Genauigkeit gestellt werden, sind zunehmend Präzisionsgetriebe mit Untersetzungen kleiner $i = 30$ gefragt. Diese Forderungen stehen jedoch häufig im Konflikt zueinander. Denn Leistungssteigerung bedeutet in der Regel Vergröße-

rung der Komponenten, was wiederum zu Lasten des Gewichtes und der Kompaktheit geht. Und arbeitet ein Getriebe mit niedrigen Untersetzungen, dann bringt es nicht immer die erforderliche Präzision.

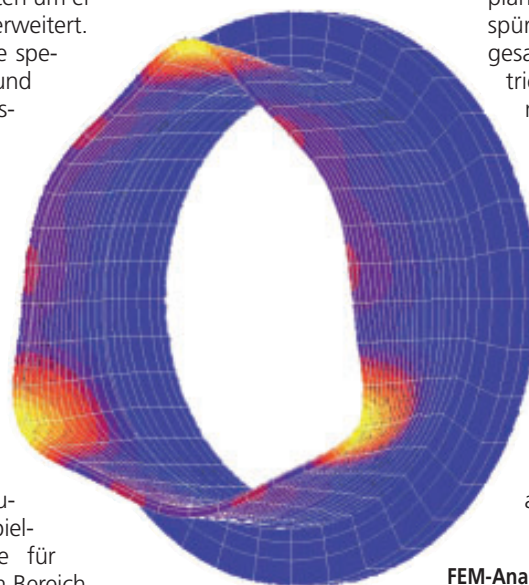
Im Bereich der linearen und rotatorischen Bewegungsachsen bei kleinen Maschinen ist Präzision – zusätzlich gepaart mit schnellen Bewegungen – gefragt. Die hochpräzise Planetengetriebe-Baureihe HPG wurde nach unten um eine weitere Baugröße erweitert. Die Baugröße 11 wurde speziell für Servomotoren und Schrittmotoren im Leistungsbereich kleiner 100 W konzipiert. Planetengetriebe in dieser Leistungsklasse weisen im Allgemeinen ein Spiel von 0,5 bis 2 Grad auf. Präzise Linearachsen lassen sich mit diesen Getrieben nur mit hohem Aufwand und zusätzlichen externen Messsystemen realisieren. Ziel der Neuentwicklung war ein spielarmes Planetengetriebe für kleine Servomotoren. Im Bereich

der Servoplanetengetriebe für Eingangleistungen bis 100 W wurde eine Spielminimierung bisher vor allem durch Paarung von Verzahnungen und genaue Fertigung erreicht. Nachteil dieser Methode ist jedoch ein relativ großes Spiel im Auslieferungszustand, verbunden mit einer Spielzunahme mit der Betriebsdauer. Bei Anforderungen an höchste Genauigkeiten, wie z. B.

Positionierachsen in der Halbleiterbearbeitung, wirken sich solche Spielzunahmen erheblich auf die Performance aus. Mit dem Getriebe HPG-11 präsentiert Harmonic Drive das weltweit kleinste, spielarme Präzisionsplanetengetriebe.

Mit Präzision

In der Fertigung von Präzisionsplanetengetrieben, welche keine spürbare Spielzunahme über die gesamte Lebensdauer des Getriebes aufweisen, hat Harmonic Drive mit der Baureihe HPG schon jahrelange Erfahrung. Mit dem Know-how in der Auslegung und Fertigung von flexiblen Zahnrädern wurde die Baureihe konsequent weiterentwickelt und nach unten abgerundet. Wie bei der Baureihe HPG bewährt, wurde auch in der Baugröße 11 das Prinzip des dünnwandigen Hohlrades angewandt. Bei diesem Prin-

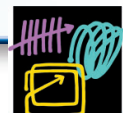


FEM-Analyse des flexiblen Hohlrades

EXKLUSIV IN KEM



Der Autor Dr. Matthias Mendel ist Leiter K & E bei der Harmonic Drive AG, Limburg/Lahn



zip trägt die definierte Verformung des Hohlrades im Planetengetriebe zur Minimierung des Zahnflankenspiels bei. Das flexible Hohlrad toleriert die Fertigungstoleranzen sämtlicher Bauteile. Das Zahnflankenspiel wird so durch eine geringe radiale Vorspannung zwischen Planetenrädern und Hohlrad auf ein Minimum reduziert. In der Hysteresekurve des Planetengetriebes sind auch nach mehreren tausend Betriebsstunden keine Anzeichen einer Spielerhöhung erkennbar. Das Verdrehspiel bewegt sich über die gesamte Laufzeit in einem Bereich kleiner 3 Winkelminuten.

Durch den Einsatz des verformbaren Hohlrades (rot) vereinfacht sich der konstruktive Aufbau der Planetengetriebe. Die ausgleichende Funktion des flexiblen Hohlrades ermöglicht eine gleichmäßige Lastverteilung zwischen Hohlrad und Planetenrädern. Hierdurch wird eine hohe Laufruhe des Getriebes erreicht.

Als Abtriebslagerung kommt ein spielreies, kippsteifes und kompaktes Kreuzrollenlager zum Einsatz. Durch dieses Lager lassen sich problemlos hohe Belastungen aufnehmen, ohne dass diese einen negativen Einfluss auf das Laufverhalten des Getriebes ausüben. Eine zusätzliche Lagerung durch den Anwender kann entfallen, was Kosten und Konstruktionsaufwand senkt.

Modularer Aufbau

Um alle denkbaren Einsatzfälle abzudecken, bietet das Präzisions-Planetengetriebe HPG Baugröße 11 einen modularen Aufbau. In Abhängigkeit der geforderten Übersetzung wird das Getriebe ein- oder zweistufig ausgeführt. Es sind Übersetzungen von 5 bis 45 standardmäßig lieferbar. Die Motoranbindung wird durch eine modulare Bauweise, bestehend aus Lagerflansch und Motorflansch, realisiert. Eine Anpassung an alle gängigen DC-Servomotoren und Schrittmotoren ist damit einfach möglich. Abtriebsseitig können Ritzel oder Zahnriemenscheiben direkt am Flansch des Kreuzrollenlagers befestigt werden. Die hohe Genauigkeit des Betriebslagers hilft dabei Übertragungsfehler zu vermeiden. Optional ist eine kundenspezifische Ausgangswelle erhältlich.

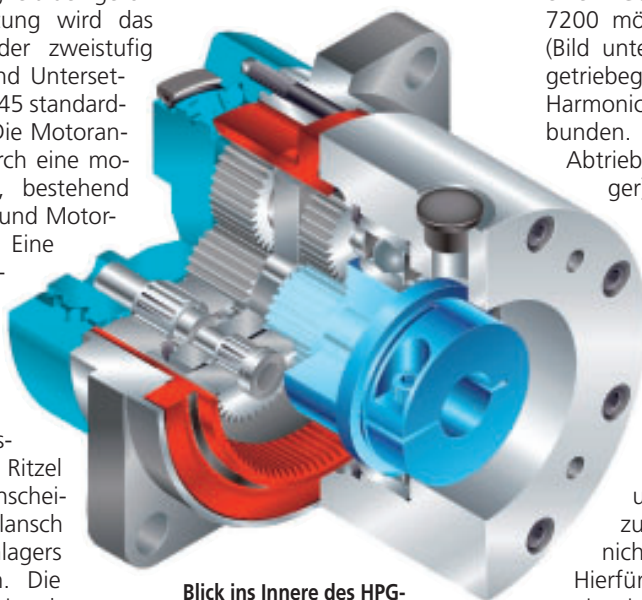
Hohe Übersetzungen

In Azimut- und Elevationsantrieben zum Schwenken und Nachführen von Satellitenantennen

oder anderen Antennensystemen werden wegen der hohen Anforderung an ein hochpräzises Nachführen der Position und der geforderten relativ geringen Geschwindigkeiten sehr hohe Übersetzungsverhältnisse der

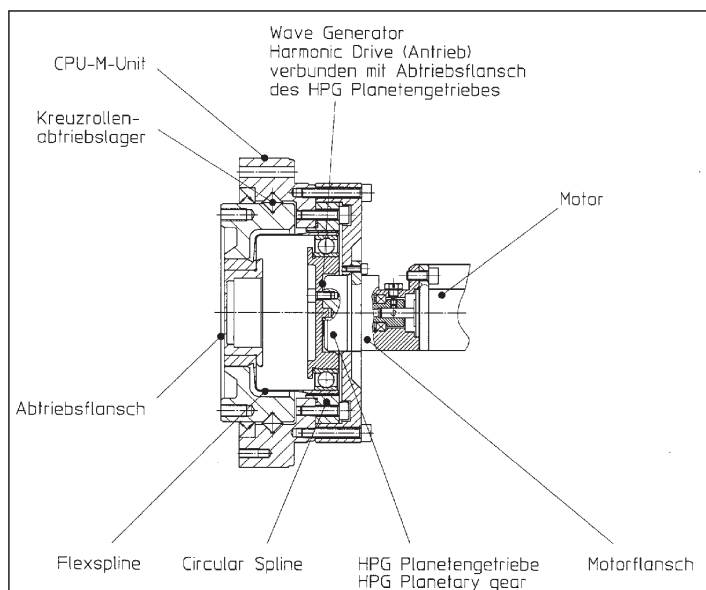
Mit einer Übersetzung des Harmonic Drive-Getriebes von 160 und einer Planetengetriebeübersetzung in diesem Fall von $i = 9$ lässt sich nun sehr kompakt eine Gesamtübersetzung von 1440 realisieren. Maximal wäre eine Gesamtübersetzung von 7200 möglich. In dem Beispiel (Bild unten) wird das Planetengetriebegehäuse direkt mit dem Harmonic Drive-Getriebe verbunden. Der Planetengetriebe-Abtriebsflansch (Planetenträger) ist im HPG-Präzisionsgetriebe mit einem sehr kompakten Kreuzrollenflanschlager gestützt, so dass dieses Lager gleichzeitig das Harmonic Drive-Getriebeeingangselement, den Wave Generator, aufnehmen und stützen kann. Eine zusätzliche Lagerung ist nicht nötig.

Hierfür ist der Wave Generator in einer Sonderbauform gefertigt, so dass das Planetengetriebe tief in den Innenraum des Harmonic Drive-Getriebes eintauchen kann, ohne den Gesamtbauraum wesentlich zu vergrößern. Dieses Beispiel zeigt, wie elegant die Harmonic-Planetengetriebe mit den Harmonic Drive-Getrieben kombiniert werden können, um als hoch übersetzende präzise Schwenkachsen eingesetzt zu werden. Die wesentlichen Vorteile sind minimaler Bauraum, geringes Gewicht und hoher Integrationsgrad. Des Weiteren ist es möglich, eine solche Antriebseinheit bei rauen Umgebungsbedingungen von -30° bis $+50^\circ$ einzusetzen. Hierfür werden Sonderschmierfette sowohl für das Planetengetriebe, als auch für das Harmonic Drive-Getriebe eingesetzt. Natürlich sind solche Getriebekombinationen in verschiedenen Baugrößen möglich. *Halle 4, Stand 148*



Blick ins Innere des HPG-Planetengetriebes

Getriebe gefordert. Um Übersetzungen zwischen 1000 und 10 000 zu erreichen, werden normalerweise Planeten- oder Stirnradgetriebe mit mindestens 4 bis 5 Übersetzungsstufen benötigt. Dies erfordert automatisch den Einsatz von sehr vielen Bauteilen bei relativ großem Bauvolumen und Gewicht. Die leichten und kompakten Harmonic Drive-Getriebe können in einer Stufe eine Übersetzung von 160 erreichen. Durch den spezifischen Aufbau des sogenannten Wave Generators, welcher das Antriebselement darstellt und den Flexspline, der über ein Dünnringslager „in Form gebracht“ wird, ist es möglich, den verfügbaren Getriebehohlraum für die Integration eines weiteren kompakten Planetengetriebes als Vorstufe zu nutzen. Das neue Mini-Präzisionsplanetengetriebe HPG-11 mit einem Außendurchmesser von nur 40 mm kann so platzsparend als Vorstufe in den Wave Generator des Getriebes integriert werden, dass der Bauraum der nun 2- oder 3-stufigen Gesamteinheit nicht größer als das Getriebe selbst wird.



Kompakt verschachtelt: Mini-Planetengetriebe mit Harmonic Drive-Getriebeinheit CPU

www.kem.de

Online-Info

Harmonic Planetengetriebe

KEM 461
Harmonic Drive-Getriebe KEM 462