

# Auf fliegender Bahn um die Sonne

## Präzisions-Planetengetriebe mit flexiblem Hohlrad

Matthias Mendel

Die Planeten unseres Sonnensystems drehen sich schon seit Millionen von Jahren auf festen Bahnen um ihr Zentrum. Auch bei Planetengetrieben verlief die Rotation der verschiedenen Räder bisher auf starren Bahnen. Durch eine definierte, flexible Verformung des Hohlrades ist es jetzt möglich, das Zahnflankenspiel zu reduzieren und gleichzeitig die Lastverteilung zwischen Hohlrad und Planetenrädern zu verbessern.



**Bild 2:** Das Planetengetriebe mit flexiblem Hohlrad baut sehr kompakt

Die Firma Harmonic Drive in Limburg/Lahn verfügt über großes Know-how bei der Auslegung und Fertigung von flexiblen Zahnradern. Das nutzt der Antriebsspezialist schon seit vielen Jahren zur Produktion der Flexspline seiner Harmonic Drive Getriebe und führte nun zu einer echten Innovation bei Präzisions-Planetengetrieben. Dabei nutzt der Limburger Antriebsspezialist eine definierte, flexible Verformung des Hohlrades zur Minimierung des Zahnflankenspiels (Bild 1). Ein Effekt dieser Lösung ist die Optimierung der Lastverteilung zwischen Hohlrad und Planetenrädern. Sämtliche außenverzahnten Räder, wie Sonnen- und Planetenräder, sind in hoher Präzision geschliffen. Die Verwendung des dünnwandigen, verformbaren Hohlrades verbessert und vereinfacht den gesamten konstruktiven Aufbau des Harmonic Planetary Gears.

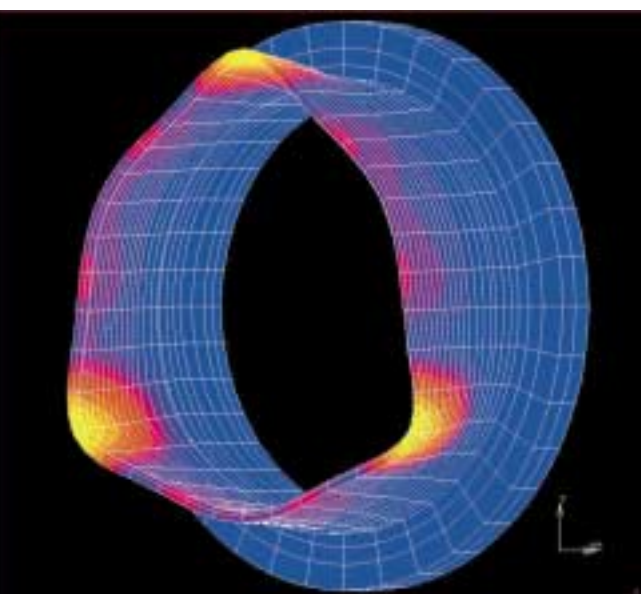
### Kompakte Bauweise

Als Abtriebslagerung wird ein sehr kompaktes, spielreies und kippsteifes Kreuzrollenlager eingesetzt. Durch die Kippsteifigkeit können hohe externe Belastungen, wie Kippmomente, problemlos aufgenommen wer-

den, ohne dass diese negativen Einfluss auf das Getriebeverhalten ausüben. Im Vergleich zur üblichen Verwendung von Schrägkugel- oder Schrägrollenlagern baut das Getriebe mit der Kreuzrollenlagerung wesentlich kompakter, da der Innenring des Kreuzrollenabtriebslagers gleichzeitig als Planetenträger der abtriebsseitigen Getriebestufe ausgeführt ist. Die Version mit Abtriebsflansch ist als Standard definiert (Bild 2). Eine Version mit Abtriebswelle ist optional erhältlich. Durch die ausgleichende Funktion des flexiblen Hohlrades ist es möglich, mit fliegend gelagerten Planetenrädern zu arbeiten. Diese Art der Konstruktion ist kostengünstig und benötigt nur wenige Bauteile bei kleinem Bauraum.

Bei der zweistufigen Version der Harmonic Planetary Gears wird ein Teil der ersten Getriebestufe fliegend gelagert. Dieser Teil des Getriebes besteht aus Planetenrädern der ersten Stufe, Planetenträger der ersten Stufe und Sonnenrad der zweiten Stufe (Bild 3). Durch diese fliegende Lagerung der ersten schnell drehenden Stufe und die Flexibilität des Hohlrades können sich die Getriebebauteile optimal zueinander einstellen. Das Konzept der Harmonic Planetary Gears ermöglicht dabei, besonders hohe Wiederholgenauigkeiten im Bereich von < 15 Winkelsekunden zu erreichen. Die enorme Kompaktheit dieser Planetengetriebe ermöglicht im Gegensatz zu herkömmlichen Präzisions-

**Bild 1:** Die Verformung des Hohlrades wurde mittels 3D-FEM-Analyse simuliert



planetengetrieben vor allem den Einsatz im Werkzeugmaschinenbereich und in der Robotik.

Die Harmonic Planetary Gears sind generell für einen einfachen und schnell durchführbaren Motoranbau von Motoren beliebiger Bauart durch den Anwender konzipiert. Da die herkömmlichen Motor-Getriebe-Adaptionen in der Regel relativ lang bauen, wurde das Harmonic Drive Konzept der äußerst kompakt bauenden AC-Servoantriebe auf die Harmonic Planetary Gears projiziert.

### AC-Servoantriebsbaukasten

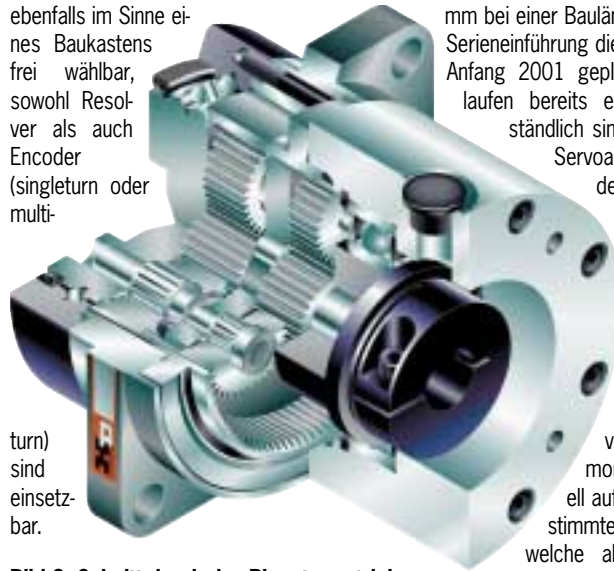
Das Limburger Unternehmen plant nun, die kompakten Harmonic Planetary Gears mit speziell auf die Leistungscharakteristik der Planetengetriebe abgestimmten kompakten AC-Servomotoren zu verbinden. Somit entsteht ein sehr kompakter und sehr kurz bauender AC-Servoantrieb – bestehend aus Präzisionsplanetengetriebe mit Untersetzungen zwischen 5 und 33 und kurz bauendem AC-Servomotor mit Wicklungen für wahlweise 320V DC oder 560V DC Zwischenkreisspannung. Das Motorfeedbacksystem ist

ebenfalls im Sinne eines Baukastens frei wählbar, sowohl Resolver als auch Encoder (singleturn oder multi-

turn) sind einsetzbar.

**Bild 3: Schnitt durch das Planetengetriebe**

Das Ergebnis ist ein sehr kurz bauender Servoantrieb für Abtriebsdrehzahlen bis zu 600 Umdrehungen pro Minute und Abtriebsdrehmomente von über 200 Nm. Im ersten Schritt wird der kleinste Servoantrieb – FPA-14 – konzipiert. Dieser Antrieb hat einen maximalen Außendurchmesser von nur 97



mm bei einer Baulänge von 132 mm. Die Serieneinführung dieser Servoantriebe ist Anfang 2001 geplant. Prototypen antriebe laufen bereits erfolgreich. Selbstverständlich sind die kompakten AC-Servoantriebe kompatibel zu den marktüblichen Servoverstärkern, wie zum Beispiel Simodrive/Simodrive/Simodrive. Parallel zu der Möglichkeit der Anbindung dieser Servoantriebe an marktübliche Servoverstärker bietet Harmonic Drive auch speziell auf diese Antriebe abgestimmte digitale Servoregler, welche als Strom-, Drehzahl- oder Positionsregler eingesetzt werden können.

Weitere Informationen erhalten Sie über die folgende Kennziffer.

**HARMONIC DRIVE** **326**

*Dr. Matthias Mendel, Leiter Produktmanagement & Verkaufsförderung, Harmonic Drive, Limburg/Lahn*