

DAS GETRIEBEPRINZIP FÜR DIE MECHATRONIK?

Als die Grundlage des Harmonic-Drive-Getriebes in der Mitte des letzten Jahrhunderts entwickelt wurde, war Mechatronik noch kein Thema im Maschinenbau. Heute ist dieses Getriebeprinzip wichtiger Bestandteil vieler mechatronischer Lösungen. Es war seiner Zeit voraus und ist jetzt aktueller denn je.

Autor: Bernhard Wühl, Harmonic Drive AG, Limburg

Bei einer Vielzahl von Möglichkeiten schnell das richtige Produkt zu finden, ist eine anspruchsvolle Aufgabe. Für jedes mechatronische Produkt und jede Anwendung sind die wichtigsten Anforderungen und Eigenschaften definiert. Basierend auf einer idealen Kombination aus Mechanik, Elektronik und Software soll es anwendungsspezifisch anpassbar sowie kompakt aufgebaut sein und darüber hinaus den geringsten Aufwand beim Anwender verursachen. Diese Anforderungen bilden die Grundlage für die Entwicklung und Weiterentwicklung von Harmonic-Drive-Produkten.

DAS HARMONIC-DRIVE-PRINZIP

Das Harmonic-Drive-Getriebe gehört zur Gruppe der Wellgetriebe. Der elliptische Wave Generator als angetriebenes Teil verformt über das Kugellager den Flexspline, der sich in den gegenüberliegenden Bereichen der großen Ellipsenachse mit dem innenverzahnten Circular Spline im Eingriff befindet. Mit Drehen des Wave

01



01 Aufbau des Getriebes nach dem Harmonic-Drive-Prinzip

Generators verlagert sich die große Ellipsenachse und damit der Zahneingriffsbereich. Da der Flexspline zwei Zähne weniger als der Circular Spline besitzt, vollzieht sich während einer halben Umdrehung des Wave Generators eine Relativbewegung zwischen Flexspline und Circular Spline um einen Zahn und während einer ganzen Umdrehung um zwei Zähne. Bei fixiertem Circular Spline dreht sich der Flexspline als Abtriebsselement entgegengesetzt zum Antrieb.

Die Eigenschaften im Vergleich zu konventionellen Getriebetechnologien lassen sich so zusammenfassen: Sie sind kompakt (hohe Momentendichte $i = 30$ bis 300), leicht (mehrere Faktoren leichter), präzise (Wiederholgenauigkeit < 5 Winkelsekunden), lebensdauerspielfrei und sie können generell mit Hohlwelle ausgelegt werden.

Durch diese Eigenschaften entstehen zahlreiche Vorteile des Harmonic-Drive-Prinzips in den unterschiedlichsten Anwendungen. Diese Vorteile kommen zur Geltung in Anwendungen mit hohen Genauigkeitsanforderungen, vor allem im Reversierbetrieb (präzise und spielfrei), in mobilen Systemen oder bewegten Achsen (geringes Gewicht), bei begrenzten Einbausituationen (Kompaktheit), wenn eine Durchführung benötigt wird (Hohlwelle) und wenn kleine Baugrößen verlangt werden (ab 5 mm Außendurchmesser verfügbar).

Die typischen Marktsegmente des Harmonic-Drive-Getriebes sind Robotik, Werkzeugmaschinen, Luft- und Raumfahrt, Medizintechnik und Optik. In vorgenannten Marktsegmenten wird mindestens einer der Vorteile aus dem Harmonic-Drive-Prinzip benötigt. In der Robotik beispielsweise kommt es auf Genauigkeit, Spielfreiheit, geringes Gewicht, Baugröße und in vielen Fällen auch auf das Vorhandensein einer Hohlwelle an.

MECHATRONIK IM BESTEN SINNE

Durch die individuellen Bedürfnisse, z. B. in Pick-and-Place-Anwendungen oder in der medizinischen Anwendung, entstehen unterschiedlichste Bauformen und Kombinati-

"UNSERE GETRIEBE BIETEN DIE BASIS FÜR DIE BENÖTIGTEN MECHANISCHEN GRUNDEIGENSCHAFTEN MECHATRONISCHER PRODUKTE"

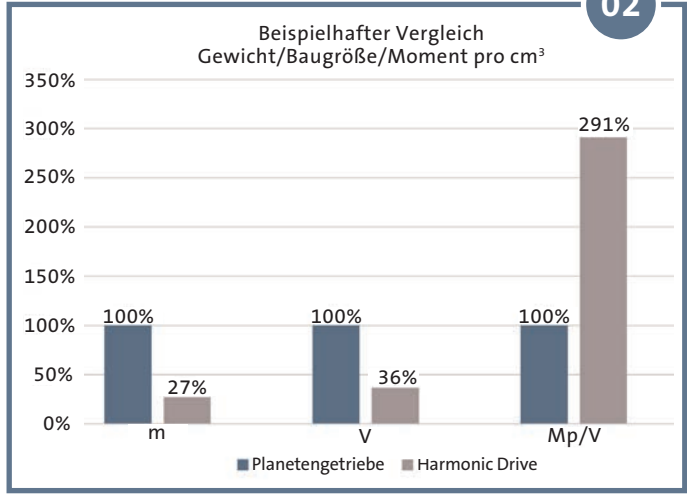
Bernhard Wüthl,
Gesamtvertriebsleiter,
Harmonic Drive AG



www.DerKonstrukteur.de

Durch das Zusammentreffen vieler Vorteile unserer Harmonic-Drive-Getriebe ist die Robotik mit ihrem mechatronischen Anspruch und den benötigten bewegten Achsen eine Domäne für dieses Prinzip. Gerade in der aktuell im Fokus stehenden kollaborativen Robotik bewährt sich unser Getriebeprinzip im idealen Zusammenspiel mit Motor, Bremse, Sensorik und der intelligenten Auswertung durch Software.

02



		<i>i</i>	<i>Tr</i>	<i>m</i>	<i>V</i>	<i>Mp/V</i>
Planetengetriebe	2-stufig	100	32 Nm	2 kg	0,0214 cm³	1498 Nm/cm³
Harmonic Drive	1-stufig	100	36 Nm	0,54 kg	0,0078 mm³	4359 Nm/cm³
Verhältnis				4/1	3/1	1/3

02 Ein beispielhafter Vergleich: Planetengetriebe mit Harmonic-Drive-Getriebe

onen. Vor allem die benötigte Sensorik hängt vom speziellen Einsatzfall ab. Es gibt jedoch immer eine Konstante, das Harmonic-Drive-Getriebe.

Durch die über Jahrzehnte entwickelten Abwandlungen kann dieses entweder besonders flach, mit extra großer Hohlwelle und mit unterschiedlichsten Lagern eingesetzt werden. Dabei bleibt es

immer spielfrei, hochgenau, äußerst kompakt und leicht. In Robotikanwendungen bildet meist die geschlossene Roboterstruktur das Gehäuse, in das die aufeinander abgestimmten Komponenten (Getriebe, Motor, Sensorik, Bremse, Elektronik) hochintegriert sind.

Vor allem die Spielfreiheit ist in diesen Anwendungen von elementarer Bedeutung. Sie ist Voraussetzung für die Regelbarkeit und hat damit erheblichen Einfluss auf benötigte Funktionalitäten wie Sicherheit, Genauigkeit und Dynamik. Fast genauso wichtig wie die Spielfreiheit sind die Kompaktheit und das Gewicht. Jedes Gramm das durch die verbauten Komponenten in die Konstruktion eingebracht wird, geht von der produktiv nutzbaren Traglast ab.

Dies gilt für den gesamten mechatronischen Aufbau. Ist das Getriebe schwer, so muss es mitbewegt werden und benötigt einen größeren Motor. Dieser benötigt eine leistungsfähigere Elektronik, welche somit eine höhere Verlustleistung hat. All das führt wieder zu größeren Strukturen womit sich der Kreis schließt.

Auch im Sinne der Energieeffizienz ist es sinnvoll, bewegte Komponenten so leicht wie möglich auszuführen. Dadurch verringert sich der Energieverbrauch im Betrieb auf ein nötiges Minimum, und der Roboter, oder auch andere bewegte Kinematiken, können energieeffizient betrieben werden.

Hier vereinen sich letztlich die drei Hauptthemen der letzten zehn Jahre mit einer Philosophie, welche in den letzten 20 Jahren, immer mehr an Bedeutung gewonnen hat: Energieeffizienz, Industrie 4.0 und kollaborative Roboter sind ohne mechatronische Konstruktionsansätze und Produkte nicht realisierbar. Die Harmonic-Drive-Getriebe spielen dabei eine essenzielle Rolle, da sie die Basis für die benötigten Grundeigenschaften bieten. Es gibt derzeit keine andere Getriebetechnologie, welche diese in so idealer Weise vereint.

Bilder: Harmonic Drive AG

www.harmonicdrive.de