

Spielfreie Zone: Zykloidgetriebe für Roboter & Co.

Die Nabtesco Precision Europe GmbH, Teil der japanischen Nabtesco-Gruppe, ist der weltweit größte Hersteller von Zykloidgetrieben. Mehr als 8 Millionen Exemplare sind rund um den Globus im Einsatz. Die Hochleistungs-Untersetzungsgetriebe werden unter anderem im Werkzeugmaschinenbereich, in Industrierobotern – über 60 % aller Industrieroboter rund um den Globus setzen Nabtesco-Produkte ein – im Handling, der Verpackungstechnik sowie in der Fabrikautomation verwendet. Doch was macht die Technologie so erfolgreich?

Als der deutsche Konstrukteur und Unternehmer Lorenz Braren Ende der 1920er Jahre mit dem Cyclo-Getriebe eine völlig neuartige Technologie entwickelte, waren Industrieroboter noch nicht einmal geboren. Als offizielle Geburtsstunde gilt das Jahr 1954 – das Jahr, in dem der US-amerikanische Erfinder George Devol ein Patent für einen programmierbaren Manipulator anmeldete. Inzwischen bevölkern rund 1,8 Millionen Exemplare die Fabrikhallen. Tendenz steigend. Laut Branchenverband International Federation of Robotics (IFR) wird sich die Zahl bis 2020 voraussichtlich auf 3,05 Millionen so gut wie verdoppeln.

Doch was hat die Erfindung von Lorenz Braren, die ursprünglich für den Einsatz in Kameras gedacht war, mit der Robotik zu tun? Die Antwort liegt in der einzigartigen Bauweise der Cyclo-Getriebe: Das von dem Deutschen entwickelte Prinzip nutzte zur Kraftübertragung Bolzen und Rollen statt wie sonst üblich Zahnräder – und war damit das erste Zykloidgetriebe der Welt. Eben jene Technologie findet sich heutzutage in der Mehrheit der Industrieroboter.

Die Nr. 1 in der Robotik

In sechs von zehn Industrierobotern stecken Nabtesco-Getriebe – damit ist der japanische Hersteller mit Europa-

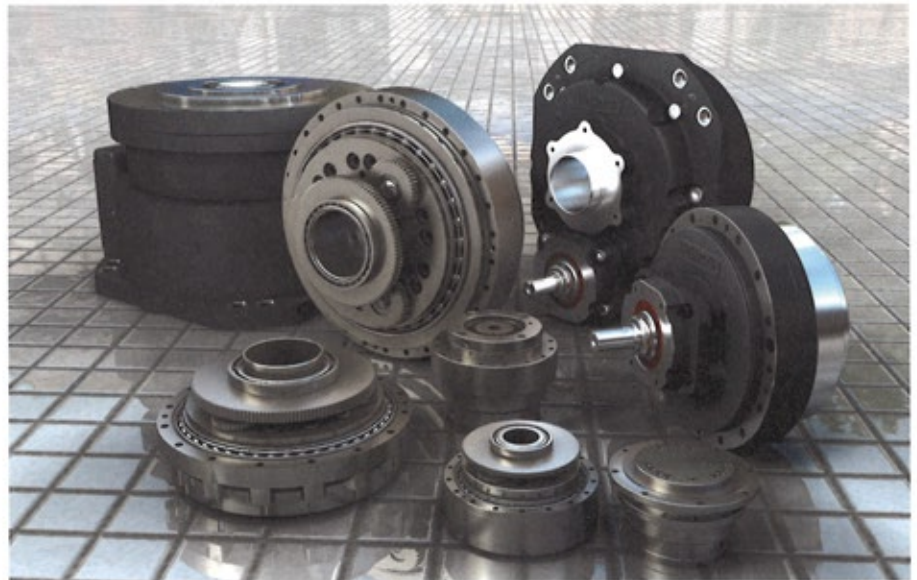


Bild 1
Zykloidgetriebe sind aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften prädestiniert für den Einsatz in Robotern.



Bild 2
Dank ihrer zykloiden Bauweise sind Nabtesco-Getriebe außerordentlich leistungsfähig, sehr genau und extrem robust. Im Bild gezeigt ist die flexible RH-NSerie sowie ein RV-Einbausatz mit Hohlwelle.

Autor

Daniel Obladen
Head of Sales General Industries, Nabtesco

Kontakt:
Nabtesco Precision Europe GmbH
Tiefenbroicher Weg 15
40472 Düsseldorf
Tel.: 02 11 / 1 73 79-0
E-Mail: info@nabtesco.de
www.nabtesco.de

zentrale in Düsseldorf unangefochte-
ner Marktführer in der Robotik. Doch
die robusten Präzisionsgetriebe des
Weltmarktführers leisten nicht nur
in Robotern hervorragende Arbeit,

sondern finden sich in zahlreichen
weiteren Hightech-Anwendungen.
Ob Werkzeugmaschinenbau, Medizin-
technik, Handling oder Schweißappli-
kationen – die Getriebe von Nabtesco

machen überall dort eine gute Figur, wo exaktes Positionieren und absolute Zuverlässigkeit gefragt sind. Auch in der Verpackungstechnik, im Antennenbau, in der Solartechnik sowie in Windkraftanlagen werden sie weltweit geschätzt. Zu verdanken haben sie diesen Erfolg ihrem besonderen Konstruktionsprinzip. Aufgrund der zykliden Bauweise kommen sie im Inneren ohne Zahnräder aus und sind keinen Scherkräften ausgesetzt. Das macht die Getriebesysteme außerordentlich leistungsfähig, sehr genau und extrem robust.

Zahnlos, aber mit Biss

Zykloidgetriebe bestehen im Wesentlichen aus vier Bauelementen: einer Antriebswelle, zwei oder drei Exzenterwellen, zwei Kurvenscheiben und einer der Untersetzung entsprechend langsam laufenden Abtriebswelle. Wie bereits beim „Ur-Zykloidgetriebe“ von Lorenz Braren erfolgt die Kraftübertragung über Bolzen und Rollen. Das sorgt für einen Wirkungsgrad von bis zu 85 %, eine lange Lebensdauer und ein extrem geringes Spiel des Getriebes von unter einer Winkelminute. Auch über einen langen Zeitraum ist die Spielzunahme bei Zykloidgetrieben verschwindend gering – ein dickes Plus gegenüber normalen Planetengetrieben, die im Laufe ihres Lebens häufig mit zunehmendem Spiel zu kämpfen haben.

Zunächst wird in einer ersten Stufe die Drehbewegung des Antriebs- bzw. Servomotors über die Eingangswelle auf die Stirnräder übertragen. Dabei reduziert sich die Drehzahl entsprechend des Untersetzungsverhältnisses von Eingangswelle zu Stirnrädern. Die Stirnräder sitzen auf Exzenterwellen, die jeweils über drei um 120° versetzte Exzenter verfügen. Die beiden Kurvenscheiben auf den Exzenter sind um 180° zueinander verschoben und werden über Nadelager angetrieben. Sie rotieren innerhalb des mit Bolzen ausgekleideten Gehäuses (zweite Untersetzungsstufe). Dabei hat die Kurvenscheibe genau einen Kurvenabschnitt weniger als der Bolzenring Bolzen und nahezu alle Kurven der Scheiben sind in ständigem Kontakt mit den Bolzen. So lassen sich sehr hohe Drehmomente mit höchster Präzision und Laufruhe übertragen und aufgrund der beiden Untersetzungsstufen hohe Untersetzungsverhältnisse erzielen. Zykloidgetriebe erlauben

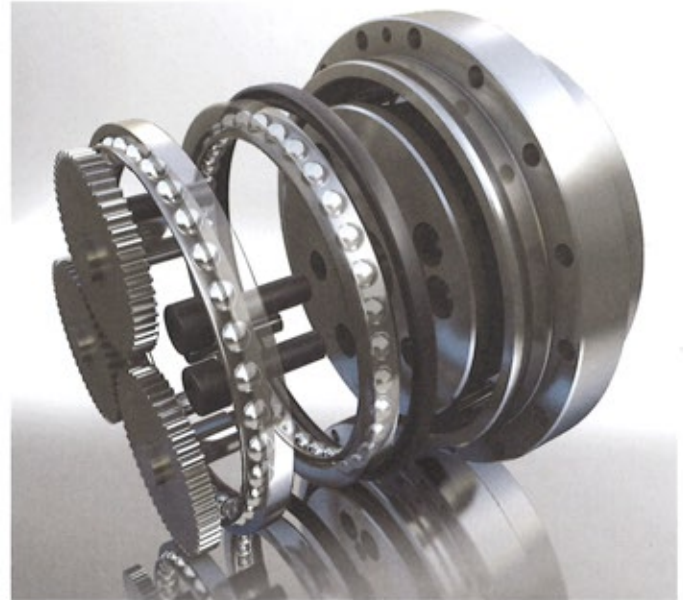


Bild 3
Ideal für die Robotik:
Die Vollwellengetriebe
der RV-N-Serie sind be-
sonders kompakt, leicht
und leistungsstark.

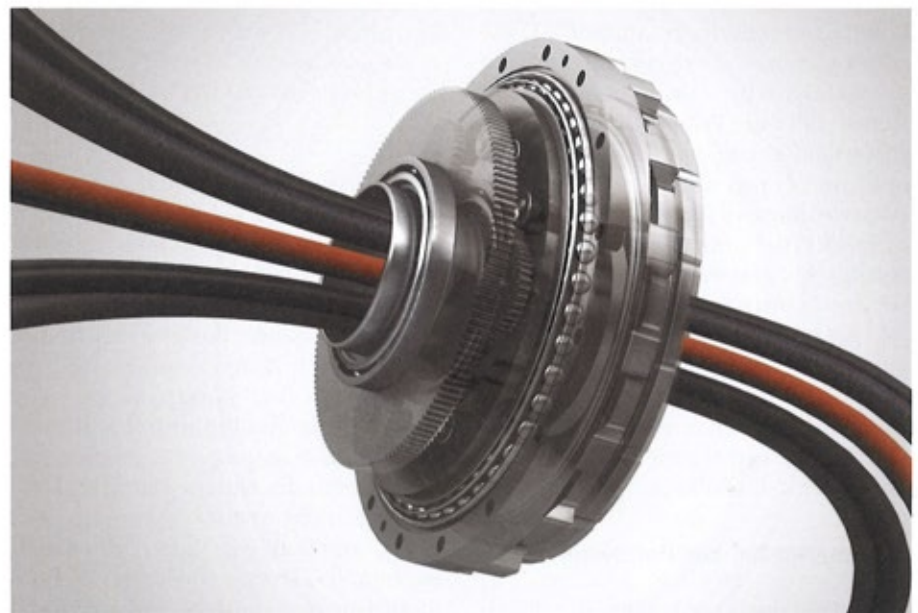


Bild 4
Die Hohlwellengetriebe der RV-C-Serie bieten ausreichend Platz für Kabel und Schläuche.

Untersetzungen von 30:1 bis über 300:1 – ohne zusätzliche Vorstufen, wie sie sonst bei Standard-Planetenge-trieben nötig sind.

„Das zweistufige Untersetzungsprinzip (Stirnradstufe und Exzenterstufe) reduziert die Vibrationen sowie die Massenträgheit“, hebt Carlos Rivera, Sales Manager bei Nabtesco, die Vorteile hervor. „Der fast vollständige Kontakt innerhalb der Zykloiden-Bolzen-Konstruktion und die gleichmäßige Kraftverteilung innerhalb des Getriebes erlauben außerdem eine hohe Belastung bei geringem Spiel.“ In Not-Halt-Situationen kann das Getriebe so das Fünffache des Nenn-drehmoments aufnehmen. Die rollen-

de Reibung aller an der Kraftübertragung beteiligten Elemente garantiert außerdem ein sehr geringes Losbrechmoment.

Aus dem Bagger in den Roboter

Sein erstes Zykloidgetriebe brachte Nabtesco im Jahr 1980 auf den Markt – und zwar in Fahrtrieb für Bagger. Damals firmierte das Unternehmen noch unter dem Namen Teijin Seiki, erst 2003 ist aus dem Zusammenschluss der beiden Traditionsunternehmen Teijin Seiki und Nabco die Firma Nabtesco hervorgegangen.

Bereits seit Mitte der 70er Jahre entwickelte das japanische Unternehmen

komplette Antriebseinheiten für Bagger – damals noch auf Basis von Planetengetrieben. Doch aufgrund ihrer großen Baulänge waren diese für den Einsatz in kleinen Baggern ungeeignet, immer wieder kam es zu Problemen. Zykloidgetriebe hingegen sind sehr kompakt und langlebig – und damit ideal für alle Anwendungen, wo nur wenig Bauraum zur Verfügung steht. Übrigens: Die ersten Zykloidgetriebe von Teijin Seiki waren noch keine Präzisionsgetriebe, was für die vorgesehene Anwendung – Fahrtriebe für Bagger – aber auch gar nicht notwendig war.

Mit der Entstehung der Robotertechnik in Japan Anfang der 80er Jahre begann dann die große „Karriere“ der Nabtesco-Getriebe. Von Anfang an arbeitete man bei Teijin Seiki mit den Roboterherstellern zusammen. Diese benötigten zuverlässige, kompakte und präzise Getriebe – und so startete im Herbst 1983 die Entwicklung von Präzisionsgetrieben, das heißt Getrieben mit einem Spiel von weniger als drei Winkelminuten. 1985 kam das RV-Getriebe (RV steht für „Rotor Vector“) auf den Markt – das erste Präzisionsgetriebe von Nabtesco bzw. Teijin Seiki in zykloider Bauform. Schon damals punkteten die Getriebe mit hohen Drehmomenten, einer hohen Steifigkeit, Kompaktheit sowie einer großen Präzision – und waren damit wie geschaffen für die Robotik.

Optimieren bis zur Perfektion

Bereits damals verfügten die Präzisionsgetriebe über das für sie typische zweistufige Untersetzungsprinzip sowie drei Exzenterwellen (nur kleinere Getriebe besitzen lediglich zwei), wodurch sie zu weniger Vibrationen neigen. Eine weitere Innovation von Teijin Seiki war die Standardisierung: Die Zykloidstufe innerhalb einer Baugröße ist einheitlich, die unterschiedlichen Übersetzungen erfolgen durch die Stirnradstufe.

Seit 1985 wurden die Getriebe immer weiter optimiert und perfektioniert. Während das erste Zykloidgetriebe noch ohne Hauptlager auskam, wurde dieses Ende der 80er Jahre integriert – heute verfügen 95 % der verkauften Nabtesco-Getriebe über ein integriertes Hauptlager. Ziel der Optimierungen war und ist in erster Linie eine Steigerung der Leistungsfähigkeit: Die Getriebe werden immer kleiner, die Drehmomentdichte höher und das Öl

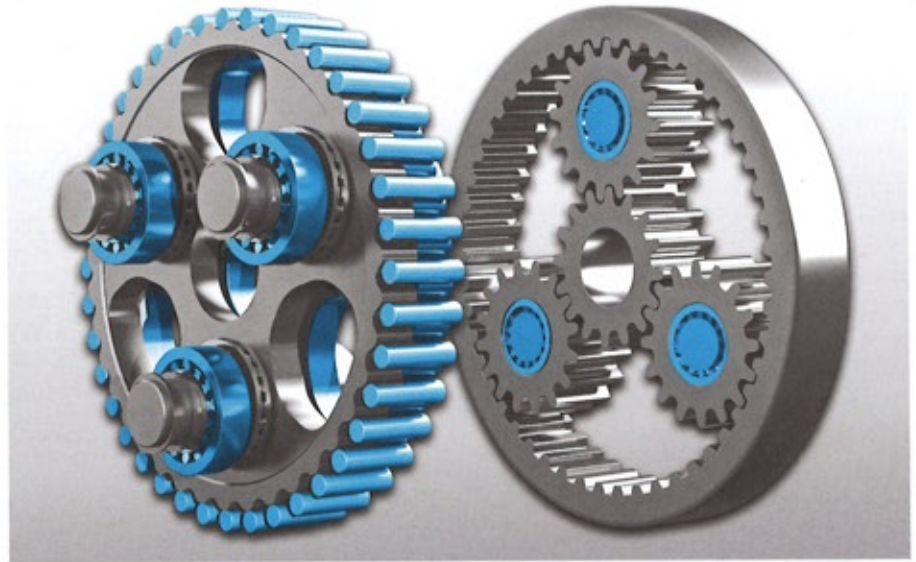


Bild 5

Dank des fast vollständigen Kontakts innerhalb der Zykloiden-Bolzen-Konstruktion sind Zykloidgetriebe (links im Bild) extrem belastbar. Im Vergleich dazu rechts im Bild ein Planetengetriebe, das zur Kraftübertragung nur eine geringe Kontaktfläche nutzt.

noch besser auf die jeweilige Applikation abgestimmt. Ein Fokus der Weiterentwicklungen liegt aktuell u. a. im Bereich Hygienic Design, wie Carlos Rivera erzählt: „Unsere derzeitigen Lösungen für Anwendungen mit hohen hygienischen Anforderungen sind gekapselt, um den starken Belastungen durch die Reinigung mit Hochdruckgeräten und aggressiven Reinigungsmitteln standzuhalten. Damit das zukünftig nicht mehr notwendig sein muss, arbeiten wir daran, die Oberflächen, das Design sowie den Wellendichtring der Getriebe entsprechend zu optimieren.“

Viel mehr als nur Getriebe

In der Robotik ein Star, in anderen Maschinenbau-Bereichen noch weitgehend unbekannt – mit der Marktdurchdringung von zum Beispiel Stirnradgetrieben können Zykloidgetriebe nicht mithalten. Das liegt in erster Linie an ihrer Komplexität. Auch gehört die Technologie nicht zum klassischen Lehrstoff an Universitäten und Hochschulen. Doch mit dem starken Wachstum der Robotik nimmt auch der Bekanntheitsgrad der Zykloidgetriebe-technologie zu. Und wohin geht die Reise für Nabtesco in Zukunft? „Natürlich werden wir die Optimierungen weiter vorantreiben. Darüber hinaus sehe ich im Bereich Aktuatorik großes Potential, also der Verbindung von Motor und Getriebe“, so Carlos Rivera.

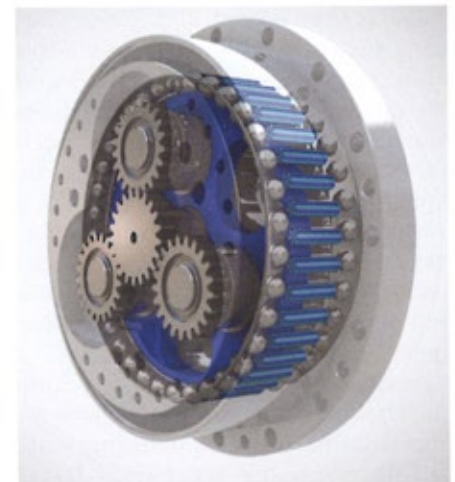


Bild 6

Bei Zykloidgetrieben erfolgt die Kraftübertragung über Bolzen und Rollen.

Von der Kamera über den Bagger in den Roboter – die Zykloidgetriebetechnologie blickt auf eine wechselvolle Geschichte zurück. Neben den bewährten Getriebeserien liegt eine besondere Stärke von Nabtesco in den Engineering Services mit kundenindividuellen Sonderanfertigungen: In enger Zusammenarbeit mit dem Kunden entwickelt und fertigt das Unternehmen spezielle Getriebelösungen, die bestmöglich an die individuelle Applikation angepasst sind. So unterschiedlich die Anwendungen auch sind – sie alle profitieren von den leistungsfähigen, robusten, kompakten und präzisen Zykloidgetrieben.