


# Zahnlose Getriebe leben länger

## Exzentergetriebe für extreme Beanspruchung

Von extremen Witterungsbedingungen in einer Raffinerie am Polarkreis bis zum Einsatz im Lüfter in der Wüste – ein Getriebe kann sich seine Arbeitsbedingungen selten aussuchen. Hauptsache es funktioniert, und zwar haargenau, superschnell und unkompliziert. Dieses Anforderungsprofil erfüllt das in einem L-Manipulator eingesetzte Cyclo-Getriebe.

▶▶▶ Der Kraftprotz ist knapp 6 m groß und wiegt 20 t. Sein 3,5 m langer Dreharm schwenkt um 360 Grad und bewegt dabei ausladende Werkstücke präzise. Mit einer Wiederholgenauigkeit der Arbeitsposition von 0,02 Grad kann der Roboter einen Sattelschlepper oder jede andere Last bis zu 10 t, punktgenau und sanft wieder auf dem Boden absetzen.

Der L-Manipulator, eine gemeinsame Entwicklung der Unternehmen IGM Robotersysteme und des Getriebeherstellers Sumitomo Drive Technologies, setzt bezüglich Präzision und Belastbarkeit neue Maßstäbe. Bei der Positionierung großer, massereicher Objekte von mehreren Tonnen ist das drehmomentübertragende Getriebe die Achillesferse, da durch das abrupte Bewegen der schweren Werkstücke gewaltige Schockkräfte entstehen.

 Diesen Beitrag können Sie sich im Internet unter [www.antriebs-praxis.de](http://www.antriebs-praxis.de) downloaden



Im Jahr 1930 zum Patent angemeldet, ist dies heute die achte Generation der Cyclo-Getriebe.

Die wiederum übertragen enorme Belastungen auf die Bauteile. Solche extremen Anforderungen kann ein herkömmliches Getriebe mit Zahnrädern zur Übertragung des Drehmoments nicht mehr erfüllen. Zähne sind anfällig für Verschleiß, besonders bei hohen Übersetzungen.

Den genialen Einfall für die erfolgreiche zahnlose Lösung hatte Lorenz Konrad Braren, der 1886 als Sohn eines Volksschullehrers auf der nordfriesischen Insel Föhr zur Welt kam. Nach mehreren Werksaufenthalten in den USA und Deutschland kam dem technikbegeisterten Ingenieur, zwischenzeitlich als Chefkonstrukteur bei der Firma Friedrich Deckel in München angestellt, die zündende Idee.

Der bei Deckel hergestellte Compur-Verchluss für Kameras inspirierte Lorenz Braren zu einem neuartigen Kurvenscheibengetriebe. 1930 meldete er das Patent für eine Maschine an, die Kurvenscheiben für dieses Getriebe mit großer Präzision herstellt. Damit schuf er die Grundlage für eine völlig neue Getriebetechnik. Im Folgejahr gründete der Erfinder in München sein eigenes Unternehmen, und die ersten Cyclo-Getriebe wurden in Serie hergestellt.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Stirnradgetrieben, bei denen ein bis zwei Zähne die gesamte Belastung aufnehmen, wird beim Cyclo-Ge-



Mit seinem Dreharm, schwenkbar um 360 Grad, bewegt der L-Manipulator Lasten mit einem Gewicht von bis zu 10 000 kg präzise.

triebe die Last auf mindestens 30 Prozent des Umfangs der Kurvenscheiben verteilt. Damit bieten Cyclo-Getriebe und -Getriebemotoren ausgezeichnete Leistung, Zuverlässigkeit und lange Lebensdauer selbst unter härtesten Einsatzbedingungen.

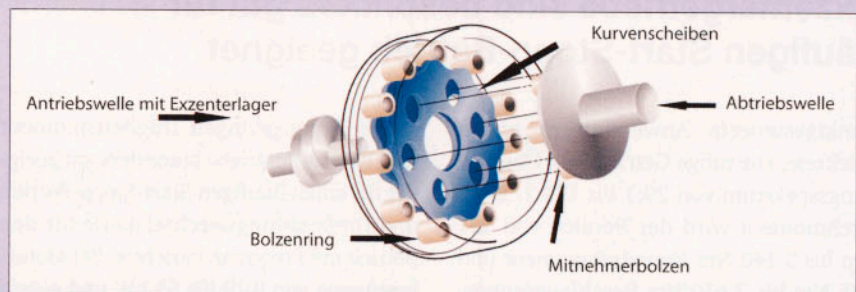
Der Name Cyclo wurde abgeleitet von Kyklos, dem griechischen Wort für Kreis. Cyclo steht heute für Exzentergetriebe, deren Zahnrad-Außenprofil einen Zykloidenkurvenzug beschreibt.

Seit der Erfindung wurde Lorenz Brarens Prinzip ständig weiter entwickelt. Im Jahre 1990 folgten die Präzisionsgetriebe, wie das im L-Manipulator eingesetzte. Konstruiert nach dem Cyclo-Prinzip zeichnen sie sich vor allem durch hohe Verdrehsteifigkeit und geringen Hystereseverlust aus. So lassen sich auch bei wechselnden Belastungen hohe Positioniergenauigkeiten verwirklichen. Hohe Überlastreserven erhöhen die Betriebssicherheit, und es ver-

## Technik im Detail

### So funktioniert das Cyclo-Getriebe

Cyclo-Getriebe sind Exzentergetriebe. Sie kommen ohne Zahnräder aus – Kurvenscheiben übertragen das Drehmoment wälzend. Der Exzenter treibt eine Kurvenscheibe mit  $n$  Kurvenabschnitten an, die sich in einem feststehenden Bolzenring mit  $n+1$  Bolzen abwälzt. Während sich die Kurvenscheibe im Uhrzeigersinn innerhalb des Bolzenrings fortbewegt, dreht sie sich gleichzeitig entgegen des Uhrzeigersinns um ihre eigene Achse. Wenn sich die Kurvenabschnitte nacheinander über die Bolzen abwälzen, bewegt sich die Kurvenscheibe je voller Umdrehung der Antriebswelle nur um einen Kurvenabschnitt weiter. So entsteht eine zum Antrieb umgekehrte Rotation mit verminderter Geschwindigkeit. Das Übersetzungsverhältnis ins Lang-



Funktionelle Schemadarstellung des Cyclo-Getriebeprinzips.

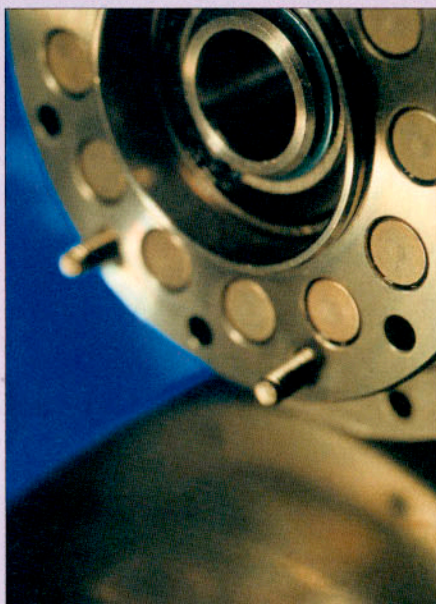
same wird durch die Anzahl der Kurvenabschnitte einer Kurvenscheibe bestimmt. Jede Kurvenscheibe hat einen Kurvenabschnitt weniger als Bolzen im Bolzenring sind. Dadurch sind die Übersetzungsverhältnisse jeweils gleich der Anzahl von Kurvenabschnitten der Kurvenscheibe. Die reduzierte Drehbewegung

der Kurvenscheiben wird über Bolzen, die in die Bohrungen der Kurvenscheiben eingreifen, auf die Abtriebswelle übertragen. Meist besteht ein Bausatz aus zwei Kurvenscheiben mit doppeltem Exzenter. Dies führt trotz höherem Drehmoment zu einem ruhigen, vibrationsfreien Lauf.

### Die Meilensteine

#### Die markanten Entwicklungsschritte des Cyclo-Getriebes auf einen Blick:

- 1931: Nach Patentanmeldung gründet Lorenz Braren die Cyclo GmbH in München
- 1949: In Markt Indersdorf bei München entsteht nach Kriegsende das neue Werk, das vor allem maßgeschneiderte Antriebe herstellt
- 1974: Nach Jahrzehnten enger Zusammenarbeit beteiligt sich die Firma Sumitomo an Cyclo. Die Geschäftsführung behält der Enkel des Firmengründers: Christian B. Keller
- 1986: Bis zum hundertsten Geburtstag von Lorenz Braren wurden mehr als 3 Millionen Cyclo-Getriebe verkauft
- 2000: Einführung der achten Generation der Cyclo-Drive-Baureihe



ringern sich Stillstandszeiten. Konstruktionsbedingt haben die Präzisionsgetriebe kleine Massenträgheitsmomente und erreichen somit eine hohe Dynamik. Die integrierte Kegelrollenlagerung bei den Typen F2C-A und F2C-T lässt hohe Kippmomente zu und hält dabei die Abmessungen kompakt.

Für den Einsatz in bahngesteuerten Anwendungen liefert das Präzisionsgetriebe Übersetzungen von 81:1 bis 171:1. Nennabtriebsdrehmomente liegen dabei bei bis zu 6 140 Nm und die Beschleunigungsdrehmomente bei bis zu 11 000 Nm. Für

Cyclo-Getriebe in extremen Notsituationen kurzzeitige Schocküberlastungen bis 500 Prozent des Nenn Drehmoments zu. Die Kurvenabschnitte sind dabei nur Druckbelastungen ausgesetzt – ohne Abscheren.

Das Cyclo-Prinzip führt zu hochleistungsfähigen, kompakten und einfach zu montierenden Getriebekonfigurationen, die sich durch hohe Übersetzung auszeichnen: Übersetzungsverhältnisse von 6:1 bis 119:1 sind für einstufige Getriebe, bei dreistufigen Getrieben sind sogar Übersetzungen bis zu 1 000 000:1 realisierbar.

## Exzentergetriebe sind besonders gut für häufigen Start-Stopp-Betrieb geeignet

punktgesteuerte Anwendungen bieten spielfreie, einstufige Getriebe ein Übersetzungsspektrum von 29:1 bis 179:1. Beim Drehmoment wird der Bereich von 111 Nm bis 5 140 Nm Nenn Drehmoment und 335 Nm bis 7 610 Nm Beschleunigungsdrehmoment abgedeckt.

Durch die Lebensdauerfett-Schmierung sind die Präzisionsgetriebe praktisch wartungsfrei. Sie eignen sich daher besonders für die Verpackungsindustrie, im Werkzeugmaschinen-Bereich und der Montage- und Handhabungs-Industrie.

Da sich die Last stets auf mehrere der robusten Kurvenabschnitte verteilt, lässt ein

Mit ihrem geringen Trägheitsmoment sind Exzentergetriebe besonders gut geeignet für einen häufigen Start-Stopp-Betrieb und Drehrichtungswechsel sowie für den Betrieb mit Frequenzumrichter. Bei Motorleistungen von 0,12 bis 55 kW und einem Höchstmaß an Präzision eignen sich die Getriebe für vielfältigen Einsatz: Man findet sie in Förderanlagen, Robotern, Textilmaschinen, Kühltürmen, Kläranlagen, Rührwerken, Lüftern, Extrudern, Zellstoffpressen, Druckmaschinen, Krananlagen, Landebrücken, Trockentrommeln, Luftschleusen, Gießereien und Werkzeugmaschinen.

Durch die Abwälzung der kraftübertragenden Teile erfolgt die Übertragung des Drehmoments mit minimaler Reibung. Das wiederum reduziert nicht nur das Laufgeräusch und die thermische Belastung, sondern liefert auch einen hohen Wirkungsgrad, selbst bei hohen Übersetzungen. Der Gesamtwirkungsgrad bei einem einstufigen Getriebe beträgt 95 Prozent.

In allen Größen und Bausystemen ist die thermische Begrenzung geringer als die mechanische Kapazität. Die bei Cyclo-Getriebeeinheiten durchgeführten Tests zeigten nach 50 000 Betriebsstunden keinen nennenswerten Verschleiß. In der Praxis ergab auch längerer Betrieb nur unbedeutende Verschleißerscheinungen.

Bezüglich der Wirtschaftlichkeit fasst ein Unternehmenssprecher zusammen: „Mit Anschaffungskosten in gutem Preis-Leistungsverhältnis, hoher Rentabilität, langer Lebensdauer und minimaler Wartung sind Cyclo-Getriebe im Vergleich zu herkömmlichen Getrieben sehr wirtschaftlich.“

Die Vorteile des Exzentergetriebes sahen wohl auch die Techniker bei IGM. Den Robotersysteme sind die einzigen automatisierten Schweiß- und Schneideanlagen mit Lichtbogen-, Laser- und Elektronenstrahltechnik. Mehr als 2 500 dieser Systeme sind weltweit installiert – in der Lkw-Industrie, bei der Baggerfertigung, im Eisenbahnbau, der Kesselfertigung und im Schiffsbau.

Um die technologische Führung weiter auszubauen, suchte man nach Lösungen, die dem Kunden neue Anwendungsmöglichkeiten für automatisierte Fertigungsanlagen im Schwerlastbereich erschließen. Das ehrgeizige Ziel, einen der größten Manipulatoren der Welt zu bauen, der große und schwere Objekte in einem vorgegebenen Arbeitsbereich bewegt und exakt positionieren kann, wurde in enger Zusammenarbeit mit Sumitomo mit dem L-Manipulator erfolgreich umgesetzt.

**Webguide**

[www.sumitomodriveeurope.com](http://www.sumitomodriveeurope.com)

**Sumitomo (SHI) Cyclo Drive Germany**

Direkter Zugriff unter [www.antriebspraxis.de](http://www.antriebspraxis.de)

Code eintragen und go drücken ap0445