

Planetengetriebe als Fortschrittmotor in medizinischen Anwendungen

Micron-Getriebe werden seit langem in den unterschiedlichsten Bereichen des Maschinenbaus für die effiziente, präzise und zuverlässige Antriebsuntersetzung verwendet.

Seit der Entwicklung der TRUE-Getriebebaureihe durch Micron hat sich das Interesse allerdings nun auch auf den Sektor der medizinischen Geräte ausgeweitet. So gehören diese Getriebe heute zur Standardausrüstung zahlreicher medizinischer Systeme wie Blut- und Infusionspumpen, Zahntechnikausrüstung, Hubeinrichtungen, Herz-Lungen-Maschinen sowie Dialysestationen. Darüber hinaus bilden sie das Herzstück für den fehlerfreien Betrieb von bildgebenden Diagnosegeräten inklusive der zugehörigen Patiententische.

Micron-Planetengetriebe bestehen aus einer ausgeklügelten Zahnradanordnung, bei der sich drei Gerad- oder Schrägstirnräder, die sogenannten ‚Planetenräder‘, um ein Antriebsritzel oder ‚Sonnenrad‘ drehen. Die Planetenräder kreisen dabei innerhalb eines Zahnkranzes, der normalerweise direkt in die Innenseite vom Gehäuse gefräst wird. Auf diese Weise entsteht eine besonders starre Konstruktion, die für eine hohe Torsionssteifigkeit der gesamten Getriebeeinheit sorgt.

Da die an der Abtriebswelle wirkende Last gleichmäßig auf die Planetenzahnräder aufgeteilt wird, verfügt ein Planetengetriebe über eine höhere Tragzahl als ein Stirnradgetriebe derselben Baugröße. Außerdem lassen sich mehrere Getriebe auf engstem Raum unterbringen, sodass extrem hohe Übersetzungen möglich sind. Während es gängige Systeme auf maximale Übersetzungen von 100:1 bringen, bietet Micron mit seinen rechtwinkligen Getriebebauformen standardmäßig Übersetzungen bis 500:1.

Entstanden war das Interesse seitens der Medizingeräteindustrie, nachdem die Ingenieure von Micron die Getriebe durch den Einbau von Planetenrädern mit beweglichem ‚Swing Link‘ optimiert hatten. Bei dieser innovativen Konstruktion sitzen die Planetenräder auf schwenkbaren Achsen, d.h. sie können sich automatisch ausrichten, um eine bessere Überdeckung mit dem Antriebsritzel und dem Außenring zu erreichen. Außerdem wird auf diese Weise die Last dynamisch unter den Planeten aufgeteilt. Das Ergebnis ist eine 25-prozentige Steigerung der Drehmomentleistung im Vergleich zu Konfigurationen mit fest positionierten Planeten. Nicht zuletzt sorgen die geringeren Vibrationen für eine Senkung der Geräuschentwicklung.

Reibungsverluste infolge einer zu starken Überdeckung mit dem Außenzahnkranz werden ebenfalls minimiert, da die Swing-Link-Technik durch den automatischen Lastausgleich den Zahneingriff optimiert. Hier wird eine Verbesserung des Wirkungsgrads von 3-11 Prozent erreicht. Gleichzeitig lässt sich die Drehmomentwelligkeit, verglichen mit fest angeordneten Planeten, um ganze 20 Prozent reduzieren, d.h. die Getriebe sind sowohl für niedrige als auch mittlere Drehzahlen einsetzbar.

Derzeit bietet Micron sechs TRUE-Planetengetriebe für Einsatzbereiche an, die auf eine hohes Drehmoment-Baugrößen-Verhältnis, eine hohe Torsionssteifigkeit und ein geringes Flankenspiel angewiesen sind:

- *XTRUE – das Getriebe mit dem sanftesten Lauf auf dem Markt: ideal für alle Betriebsarten
- *NemaTRUE – die wirtschaftliche Lösung für alle Anwendungsarten
- *DuraTRUE – die Präzisionslösung
- *ValueTRUE – eine neue, kostengünstige und leistungsstarke Programmiererweiterung
- *UltraTRUE – wenn es auf höhere Drehmomentleistung, Präzision und Steifigkeit ankommt
- *EverTrue – die dauergeschmierte Ausführung für den Konstantbetrieb

Im Bereich der medizinischen bildgebenden Diagnostik haben sich die Planetengetriebe von Micron besonders in Abtastgeräten und Patiententischen als extrem erfolgreich erwiesen.

Die Verwendung von Abtastgeräten wird bei der medizinischen Diagnostik und Therapie immer wichtiger. Bildgebende Verfahren sind heute dank moderner Digitaltechnologie sehr präzise, sodass sowohl dynamische als auch statische Bilder erfasst und verarbeitet werden können. Diese Bilder können heute über das Internet übertragen werden, um sie unabhängig vom jeweiligen Behandlungsort bei Bedarf Spezialisten zu unterbreiten.

Damit dies möglich ist, müssen Abtastgerät und Patiententisch sanfte, präzise und koordinierte Bewegungen ermöglichen, um den Patienten korrekt zu den Emissionseinheiten und Sensoren auszurichten. Eine weitere Herausforderung ist der benötigte hohe Sicherheitsstandard, der solchen aufwändig koordinierten Systemen höchste Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit abverlangt. Ein weiteres potenzielles Problem ist das Gewicht der Patienten: Abtastgeräte und Patiententische der aktuellen Generation sind für ein Patientengewicht von 250 kg ausgelegt. Für die nächste Gerätegeneration sind 350 kg vorgeschrieben.

Bei sämtlichen Abtastsystemen, einschließlich Computer- (CT), Magnetresonanz- (MR) und Positronenemissions-Tomographie (PET), stellt die Herz-Kreislauf-Diagnose die höchsten Anforderungen an koordinierte, synchronisierte Bewegungen.

Kardio-Scanner arbeiten häufig mit 6-7 Bewegungsachsen, der zugehörige Patiententisch mit weiteren 4-5. Für vollständige 360-Grad-Abtastungen müssen sämtliche dieser Achsen gleichzeitig koordiniert werden. Und da die gesamte Hardware vom Scanner- bzw. Tischgehäuse umschlossen sein muss, ist der Einbauplatz ein weiterer einschränkender Faktor.

Obwohl die Achsbewegungen aufgrund des derzeitigen Patienten-Höchstgewichts, der Sicherheitsfaktoren und der Gerätemasse grundsätzlich langsam erfolgen, müssen kleine schnelle Motoren verwendet werden, da die Servomotoren mangels Platzangebot nicht beliebig groß ausfallen dürfen. Demzufolge ist ein Getriebesystem erforderlich, das die Motordrehzahl untersetzt und das Ausgangsdrehmoment erhöht. Zu diesen Anforderungen kommt die Notwendigkeit eines hohen Wirkungsgrads, um einerseits eine übermäßige Wärmeentwicklung zu verhindern und andererseits so viel nutzbare Antriebsleistung wie möglich aus den kompakten Servomotoren zu gewinnen. Das Verdrehspiel ist eine weitere nicht zu vernachlässigende Größe.

Dieses Phänomen tritt immer dann auf, wenn die Drehrichtung einer Achse umgekehrt wird, beispielsweise wenn der Scanner oder Tisch aus der Vorwärts- in die Rückwärtsbewegung wechselt. Jede Lücke oder Unebenheit während dieses Vorgangs erzeugt Verdrehspiel, das die Bildqualität beeinträchtigt.

Die Konstruktionsweise der Micron-Planetengetriebe bietet das höchstmögliche Ausgangsdrehmoment, und zwar bei hohem Wirkungsgrad, geringer Geräuschentwicklung und minimalem Flankenspiel. Damit lassen sich kleinere Servomotoren einsetzen, sodass die Kardio-Abtasteinheiten und Patiententische insgesamt kompakter gebaut werden können. Daraus ergibt sich der zusätzliche Vorteil, dass die medizinischen Betreuer beim Einrichten eines Abtastverfahrens näher am Patienten stehen können.

Die Standardkonfiguration eines Patiententischs für Herz-Kreislauf-Scanner hat vier Bewegungsachsen:

*Höhenachse – die Auf- Abwärtsbewegung mittels linearem Kugelgewindetrieb, angetrieben von einem Servomotor über ein MicronPlanetengetriebe.

*Neigungsachse – die Bewegung des Tisches aus der horizontalen Stellung, entweder in die aufrechte oder Überkopfstellung des Patienten. Diese Achse dient der dynamischen Abtastung arterieller Erkrankungen wie beispielsweise Gefäßverengungen. Die Bewegung der Neigungsachse erfolgt über einen ähnlichen Linearantrieb wie bei der Ansteuerung der Höhenachse.

*Querachse – von der Seite des Tisches aus gesehen, auf der ein Patient in horizontaler Stellung liegt, handelt es sich hierbei um eine Vorwärts- Rückwärts-Bewegung. Erreicht wird diese Bewegung über einen Zahnstangenantrieb, dessen Ritzel direkt an die Abtriebswelle eines MicronPlanetengetriebes montiert ist, das wiederum von einem Servomotor angetrieben wird.

*Längsachse – von der Seite des Tisches aus gesehen, handelt es sich hierbei um eine Bewegung von links nach rechts und rechts nach links. Der Antriebsmechanismus entspricht dem der Querbewegung, d.h. besteht aus Zahnstangenantrieb, MicronPlanetengetriebe und Servomotor.

In diesen Anwendungen kommen normalerweise zwei Arten der MicronPlanetengetriebe zum Einsatz:

*Für Anwendungen, die eine hohe Leistung bei geringem Flankenspiel benötigen, werden die MicronPlanetengetriebe UltraTRUE und ValueTRUE mit ballig gefräster Schrägverzahnung verwendet. Bei dieser Bauart ist die Abtriebswelle einteilig ausgeführt (aus Edelstahl-Vollmaterial gefräst anstatt aus mehreren Teilen gefertigt), was einen hohen Grad an Sicherheit bietet, insbesondere für die Höhen- und Neigungsachse.

*Für hohe Leistung bei niedrigeren Kosten wird die Baureihe Micron XTRUE bevorzugt, wenn die Bewegungen in horizontaler Ebene wie bei der Quer- und Längsachse erfolgen. Auch hier ist ein geringes Flankenspiel gefordert, die Vorgaben sind jedoch nicht so strikt wie im Falle der Höhen- und Neigungsachse.