

# Technischer Artikel

## Zuverlässige Planetengetriebe-Antriebstechnologie als Voraussetzung moderner medizinischer Bildgebung



**Autor:** Howard Horn, Produktmanager MICRON Planetengetriebe  
**Thomson Industries, Inc. / MICRON**  
[www.thomsonlinear.com](http://www.thomsonlinear.com)

Die Antriebstechnologie unterliegt einer kontinuierlichen Weiterentwicklung, um den ungezählten Anforderungen der immer besser und zuverlässiger werdenden medizinischen Geräte gerecht zu werden. Es sind unter anderem Fortschritte im Bereich der Planetengetriebe, die moderne Diagnosesysteme wie CT-Scanner heute nicht nur leistungsfähiger und präziser arbeiten lassen, sondern auch weniger belastend für die Patienten sind.

Je früher eine Krankheit entdeckt wird, umso wirkungsvoller und erfolgreicher ihre Behandlung. Moderne Diagnoseverfahren ermöglichen es gegebenenfalls, auf risikoreiche operative Eingriffe und die damit verbundene Belastung für die Patienten zu verzichten. CT-Scanner (Computer-Tomographie) stehen bei der nicht-invasiven Diagnostik an vorderster Front und werden in praktisch allen medizinischen Disziplinen eingesetzt.

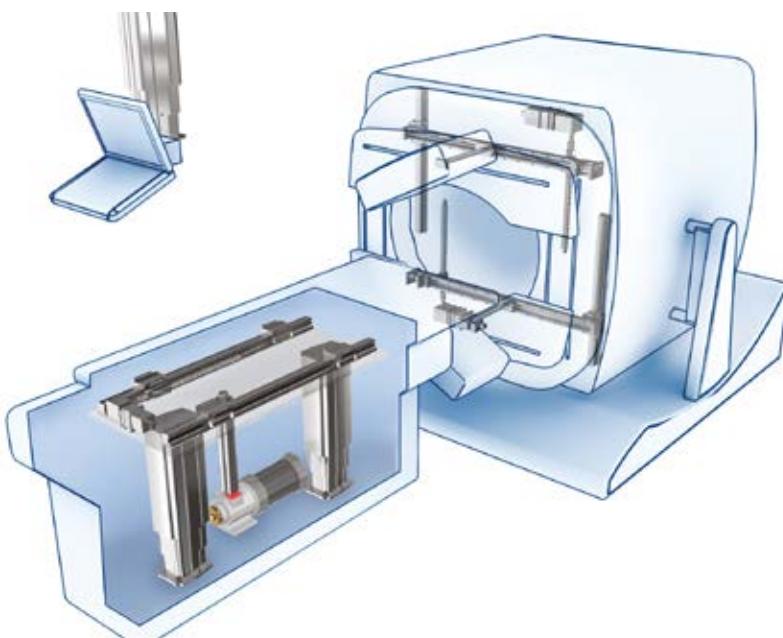
# Technischer Artikel

Im Laufe der Jahre haben technologische Entwicklungen mehrere Gerätegenerationen hervorgebracht, die immer bessere Ergebnisse liefern und die Patienten einer immer geringeren Strahlungsdosis aussetzen. Während die Strahlenbelastung für die ersten Bilder, die Konrad Röntgen im 19. Jahrhundert aufnahm, noch bis zu einer Stunde andauerte, betragen heutige Bestrahlungszeiten nur noch einige hundert Millisekunden. Genauso erreicht die Strahlungintensität für eine Untersuchung heute nur noch 2 % der in den Anfängen der Röntgentechnologie benötigten Dosis.



Gleichzeitig hat sich die Abtast-Technologie in einem Maße weiterentwickelt, dass die von modernen Geräten gelieferten Ergebnisse kaum noch etwas mit den ersten Röntgenbildern gemein haben – abgesehen davon, dass sie dieselbe Grundmethodik nutzen. So verwendet beispielsweise ein Spiral-CT mehrere tausend Schnittbilder, die im Computer verarbeitet und zusammengesetzt werden, um dreidimensionale Darstellungen der untersuchten Körperregionen zu erzeugen. Zu diesem Zweck dreht sich die als Tunnel oder Gantry bezeichnete Strahlungs-/Erfassungseinheit in hoher Geschwindigkeit um den Patienten, der in horizontaler Richtung ruckfrei hindurchbewegt wird. Während die Geräte der ersten Generation noch mehrere Stunden für eine Umdrehung benötigten, erreichen moderne CTs Umdrehungszeiten von unter 500 Millisekunden.

Entsprechend hohe Anforderungen stellen diese hochentwickelten Präzisionsgeräte an die eingebauten Antriebskomponenten. Im Besonderen muss die Bewegung des Patienten im Verhältnis zu den Abtastvorrichtungen sowohl absolut stoßfrei als auch präzise erfolgen – je schneller die Rotation der Vorrichtungen, und damit der Abtastvorgang, umso mehr Präzision ist erforderlich. Heutzutage erfolgt die Tunnelrotation entweder durch große Schleifringläufer-Motoren oder neuerdings und immer häufiger durch induktive Linearmotoren mit einem wandernden elektromagnetischen Feld. Dieses Feld bewegt die bis zu einer Tonne schwere, röhrenförmige Erfassungseinheit nach dem Prinzip der Magnetschwebebahn.



Die für die horizontale Bewegung des Patiententisches verantwortliche Antriebstechnologie muss gleich eine ganze Reihe von Anforderungen erfüllen. Tatsächlich entscheidet die Auswahl der geeigneten Komponenten an dieser Stelle über die Leistungsfähigkeit des gesamten Systems. Nur ein optimales Antriebssystem, das sämtliche der zahlreichen Anforderungen erfüllt, ist für diesen Typus der hochauflösenden CT-Technologie geeignet.

# Technischer Artikel

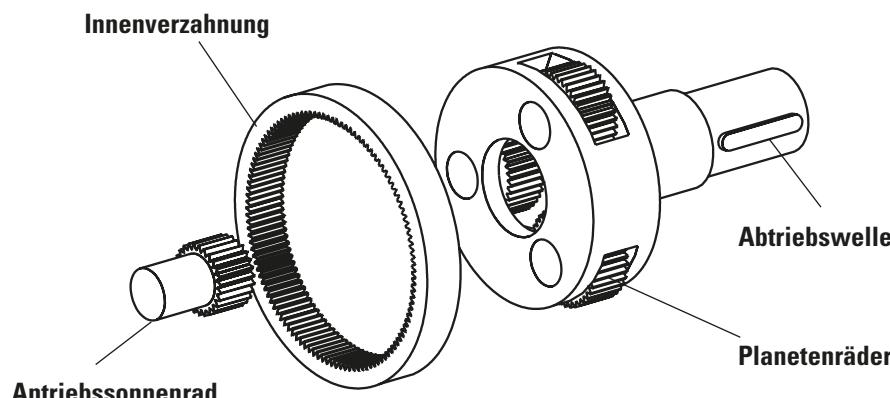
Zunächst müssen die Antriebssysteme sicherstellen, dass sich der Patiententisch präzise und vollkommen ruckfrei bewegt. Außerdem muss eine besonders feine Justierung möglich sein. Schon die kleinste Ungleichmäßigkeit im Bereich dieser Horizontalbewegung kann die Darstellungsqualität beeinträchtigen und die gesamte Aufnahme unbrauchbar machen. Das würde für den Patienten eine zusätzliche Aufnahme und damit eine weitere Strahlendosis bedeuten.

Um so viele Störungen oder Fehler wie irgend möglich auszuschließen, muss das Antriebssystem höchst zuverlässig funktionieren. Nicht zu vergessen, dass viele Patienten CT-Untersuchungen angesichts der Enge in der Röhre als sehr unangenehm empfinden. Diese beengten Verhältnisse rufen nicht selten klaustrophobische Panikattacken hervor. Eine Wiederholung der Prozedur aufgrund eines Fehlers wäre nicht nur in Bezug auf die zusätzliche Strahlendosis problematisch, sondern würde in vielen Fällen eine unnötige psychische Belastung mit sich bringen. Nicht zuletzt aus diesen Gründen kommen für CT-Scanner ausschließlich Antriebssysteme mit höchster funktionaler Zuverlässigkeit in Frage.

Weiterhin sorgen die hohen Anforderungen an die Antriebssysteme in puncto Laufruhe und geringer Geräuschentwicklung dafür, dass den Patienten mehr Komfort gewährt werden kann. Jedes an dieser Stelle reduzierte Dezibel hilft dem Patienten dabei, sich zu entspannen. Damit sinkt die Gefahr ungewollter Bewegungen des Patienten, die ebenfalls zur Unbrauchbarkeit der Aufnahmen führen können. Darüber hinaus erleichtern geräuscharme Antriebskomponenten die Kommunikation zwischen dem medizinischen Personal und den Patienten. Kann der Patient Anweisungen, wie „jetzt die Luft anhalten“ nicht deutlich verstehen, besteht hier ebenfalls die Gefahr eines unbrauchbaren Scans.

Weitere Herausforderungen für Antriebssysteme sind grundlegende Erfordernisse wie eine verstellbare Geschwindigkeit und hohe Tragzahlen. Die derzeit geltenden Sicherheitsvorschriften beziffern die maximale zulässige Last des Tisches auf 280 kg. Dieser Wert soll in Kürze auf 340 kg angehoben werden. Das heißt, das Antriebssystem muss in der Lage sein, ein derart hohes Gewicht zuverlässig zu bewegen. Die immer höheren Rotationsgeschwindigkeiten der röhrenförmigen Erfassungseinheit in neuesten Gerätegerationen – ermöglicht durch die Nutzung induktiver Linearmotoren – verlangen eine entsprechend steigende Verstellgeschwindigkeit des Patiententisches. Die benötigten Vorschubgeschwindigkeiten reichen von 10 bis 100 mm/s.

Diese erhöhten Anforderungen an Verstellgeschwindigkeit und Tragfähigkeit gilt es zudem, mit der Forderung nach möglichst kompakten Motoren in Einklang zu bringen. Alle Bauteile in medizinischen Geräten müssen vollständig umschlossen sein. Angesichts des begrenzten Platzangebots innerhalb des Tunnels heißt das, der Motor darf ebenfalls nicht beliebig groß ausfallen. Zu lösen ist das nur mithilfe schneller, relativ kompakter Servomotoren – die wiederum ein Getriebesystem erforderlich machen, das die Motordrehzahl unterstellt und so das Ausgangsdrehmoment erhöht.



Für medizintechnische Anwendungen lässt sich diese Drehmoment-Steigerung in Verbindung mit hoher Laufruhe durch die Verwendung von Planetengetrieben realisieren. Planetengetriebe bestehen aus einer ausgeklügelten Zahnradanordnung, bei der sich drei bis fünf Stirn- oder Planetenräder um ein zentrales Antriebsritzel oder „Sonnenrad“ drehen.

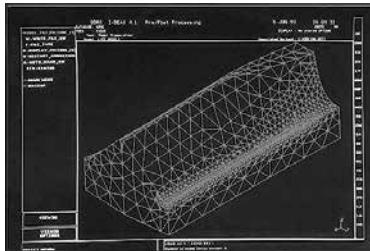
# Technischer Artikel

Der wichtigste Vorteil eines Planetengetriebes besteht darin, dass die an der Abtriebswelle wirkende Last gleichmäßig auf die Planetenzahnräder aufgeteilt wird. Auf diese Weise verfügt eine Planetengetriebe-Anordnung über eine höhere Tragzahl als ein Stirnradgetriebe derselben Baugröße. Diese Lastaufteilung verhilft Planetengetrieben darüber hinaus zu einer höheren Lebensdauer als andere Getriebeformen – und reduziert nicht zuletzt sowohl den Wartungsaufwand als auch die Stillstandzeiten.

Die Konstruktionsweise von Planetengetrieben bietet das höchstmögliche Ausgangsdrehmoment, und zwar bei hoher Effizienz und Präzision. Damit lassen sich kleinere Servomotoren einsetzen, sodass sich die Gesamtgröße der Geräte auf ein Minimum beschränkt. Damit nicht genug, weisen Planetengetriebe ein sehr geringes Flankenspiel auf, was Positionierfehler ausschließt und die Vibrations- sowie Geräuschentwicklung senkt.

Der Markt der Medizintechnik ist äußerst schnelllebig und wettbewerbsintensiv. Gerätehersteller suchen daher ständig nach Möglichkeiten, ihre Konkurrenten preislich und technisch auszustechen. Zusammen mit immer wieder geänderten Vorschriften und neuen Geschäftsmöglichkeiten fördern diese Faktoren die Innovation und Leistungssteigerung in der Antriebssteuerung. Dieser breit gefächerte Markt umfasst Geräte für den Patiententransport wie Rollstühle, Operationstische, Badewannen-Lifter und Zahnarztstühle, aber auch komplexe Diagnosesystem wie Cardio-Scanner und die bereits beschriebenen Computer-Tomographen. Natürlich besteht eine Antriebssteuerung nicht nur aus einem Getriebe. Thomson hat sich seit vielen Jahren auf die Unterstützung von Herstellern medizinischer Geräte spezialisiert. Hierzu bietet das Unternehmen ein umfangreiches Produktprogramm mit Lösungen wie Linearlager, Linearführungen, Kugelgewindetriebe und Leitspindeln, Kupplungen und Bremsen – bis hin zu vollständigen, vorkonfektionierten Achsteuerungssystemen. Ebenfalls erhältlich sind elektrische Kolben- und Präzisions-Linearaktuatoren zum Einbau in einer Vielfalt an Größen und Bauformen.

Mit dem wachsenden globalen Wettbewerb wird auch der Bedarf an technologisch hochentwickelten Antriebssystemen zweifellos weiter steigen. Thomson verfügt über eine mehr als 70-jährige Erfahrung in der Entwicklung und Konstruktion von Lösungen, mit denen die Kunden dank zuverlässiger und leistungsfähiger Geräte ihren Wettbewerbsvorteil sichern können.



Belastungsanalyse eines MICRON Zahnprofils



Computervermessung eines Zahnprofils

Darüber hinaus entwickelt Thomson seit sechs Jahrzehnten hochpräzise Getriebe und bietet ein umfassendes Produktprogramm an. Micron® TRUE Planetengetriebe für medizinische Geräte. Sieben Planetengetriebe-Baureihen bieten Lösungen mit vibrationsarmer Schrägverzahnung – ideal für die von CT-Scannern benötigten ruckfreien, sanften und geräuscharmen Bewegungen. Bei der Schrägverzahnung sind die Zähne in einem Winkel zur Mittellinie der Abtriebswelle ballig gefräst; so wird eine erhöhte Überdeckung erreicht.

Daraus resultieren neben einer höheren Laufruhe 30-50 % mehr Drehmomentkapazität als beim Stirnradgetriebe – sodass die Lastaufteilung und damit die Lastaufnahmefähigkeit weiter gesteigert wird.

# Technischer Artikel

Das Modell UltraTRUE™ ist zum Beispiel derzeit das Getriebe mit der höchsten Laufruhe auf dem Markt. Die hohen Drehmoment-Kapazitäten der Modelle UltraTRUE und ValueTRUE bieten darüber hinaus eine überlegene Zuverlässigkeit und höhere Sicherheitsfaktoren, die in vielen medizinischen Einsatzbereichen unverzichtbar sind.

## Schnittmodell eines UltraTRUE™ Planetengetriebes mit Schrägverzahnung

### 1 Kegelrollenlager

gewährleisten hohe radiale und axiale Belastbarkeit

### 2 Schrägverzahnte

HRC 55-60 Stahlzahnräder bieten eine hohe Drehmomentkapazität und einen laufruhigeren Betrieb

### 3 Abgedichtete Rillenkugellager

gewährleisten hohe radiale Belastbarkeit

### 4 Das RediMount™ System

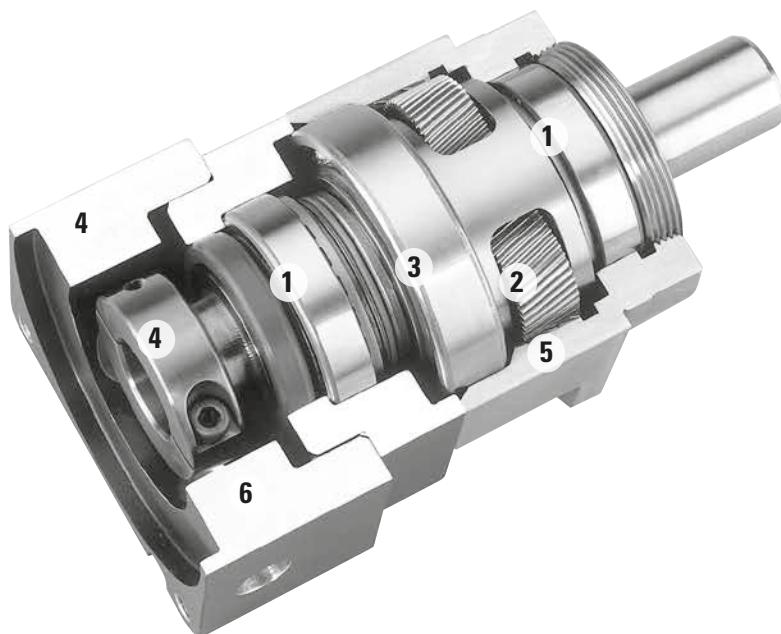
gewährleistet eine fehlerfreie Motormontage

### 5 Abtriebsseitiges Gehäuse

und integriertes Innenrad aus einem Stück

### 6 Das eloxierte Aluminiumgehäuse

reduziert das Gewicht und beugt Korrasion vor



Zu den weiteren Baureihen gehören das XTRUE™, das die EU-Richtlinie 2002/95/EC (RoHS) erfüllt, sowie das korrosionsfeste und wasserdichte Modell AquaTRUE™ (Schutzart IP66/IP67/IP69K), das unempfindlich gegen Wasser und Desinfektionsmittel ist, ebenfalls eine wichtige Voraussetzung einiger medizintechnischer Anwendungen.



AquaTRUE™

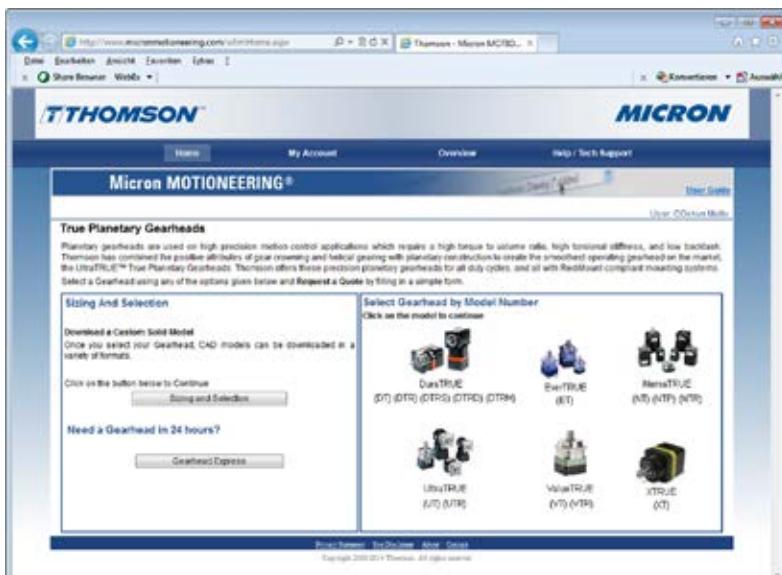


RediMount™ Motormontagesystem

Konstrukteure medizinischer Geräte haben aber nicht nur eine große Auswahl an Komponenten, sondern profitieren darüber hinaus davon, dass die einzelnen Komponenten perfekt aufeinander abgestimmt sind, sodass wertvolle Entwicklungszeit eingespart werden kann. Das innovative RediMount™ Montagesystem von Thomson garantiert zudem einen fehlerfreien Anbau der Getriebe an jeden Motor und erlaubt den problemlosen Austausch der Motoren.

# Technischer Artikel

Online-Tools erleichtern die Auswahl des passenden Getriebes und sonstiger Komponenten für den jeweiligen Einsatzzweck:



Micron MOTIONEERING®  
Online-Tool mit 2 Funktionalitäten:  
"Auswahl nach Modellnummer" oder  
"Dimensionierung und Auswahl".

Thomson verfügt über umfangreiche Erfahrung und Expertise, wenn es darum geht, medizintechnische Lösungen zu konstruieren und zu testen, um Produkte in Zusammenarbeit mit Maschinenherstellern zu entwickeln. Das Gratistool Micron Motioneer (www.micronmotioneering.com) ist ein präzises und anwenderfreundliches Hilfsmittel zur Getriebe-Dimensionierung. Es erlaubt die Auswahl aus einer großen Vielfalt an Konfigurationsmöglichkeiten mittels praxisnaher Anwendungsparameter und erweiterter Bewegungsprofile, sodass Entwicklungszeit eingespart wird und ein perfektes Gleichgewicht zwischen Leistung und Investitionskosten realisierbar ist.

Das Tool generiert 3D-Modelldateien, Listenpreise, Lieferzeiten sowie genaue Bestellangaben.