

In einer Serie von Beiträgen wird ein Überblick zu verschiedenen relevanten Aspekten rund um das Thema Frästechnologie geboten. Die Serie beginnt mit der Vermittlung einflussreicher Background-Informationen, um in der Folge Stichworte wie z. B. Kalkulation, Präzision, Frässtrategien etc. zu erörtern.

Ausgabe Juni 2009 – Teil 1: Scanner, CAD-Software, CAM-Modul, Fertigungsmaschinen, STL
Ausgabe September 2009 – Teil 2: Kalkulation, HSC-Maschine, Chrom-Cobalt, Zirkoniumdioxid
Ausgabe Oktober 2009 – Teil 3: Linearachsen, Führungssysteme, Getriebe, Antriebsmotoren
Ausgabe November 2009 – Teil 4: Drehachsen, Antriebe

Antrieb der Drehachsen bei HSC-Fräsmaschinen

Redaktion (Teil 4)

Zusätzlich zu den in Ausgabe Oktober 2009 der DIGITAL_DENTAL.NEWS erläuterten Einflüssen von Führungssystemen und Antrieben der Linearachsen auf CNC (Computer Numerical Control)- oder HSC (High Speed Cutting)-Fräsprozesse spielt auch der Antrieb der Drehachsen für die Präzision der Fräsergebnisse eine bedeutende Rolle. Der folgende Beitrag widmet sich deshalb den unterschiedlichen Antriebsarten der Drehachsen.

Drehachsen

Für die Anschwenkung der Rohlinge zu den kartesischen Achsen (X, Y und Z) wird eine zusätzliche vierte Achse benötigt. Zudem ist noch eine weitere Achse erforderlich, die eine Rotationsbewegung ermöglicht, wenn Hinterschnitte in allen Richtungen bearbeitet werden sollen. Für die Ausführung der Schwenkbewegungen wird ein Schwenktisch verwendet (Abb. 1), mit dem das Werkstück simultan zur

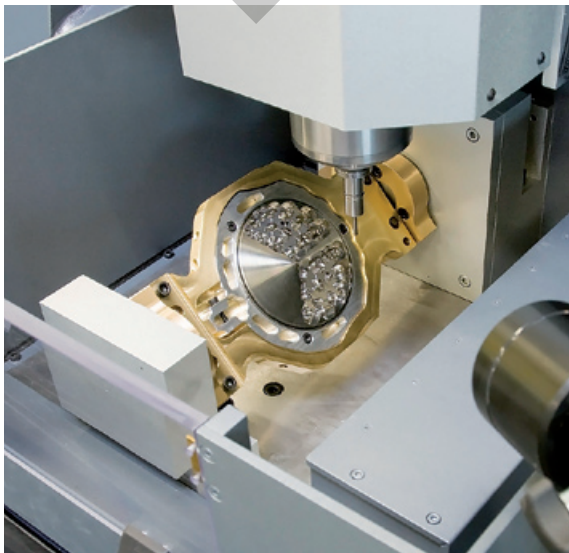


Abb. 1: Schwenktisch für die 4-Achs-Bearbeitung.

X-, Y- und Z-Achse angestellt werden kann. Die fünfdimensionale Bearbeitung wird durch einen Fräskopf ermöglicht (Abb. 2), der sich um das Werkstück herum bewegt.

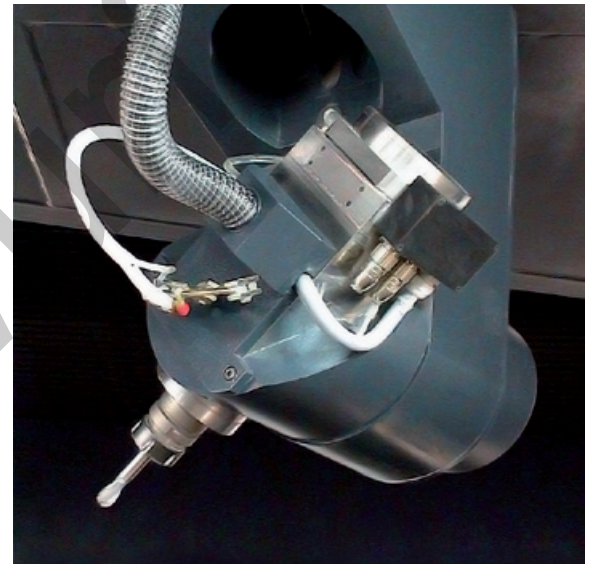


Abb. 2: Der Fräskopf bewegt sich um das Werkstück herum.

Qualitativ hochwertige Drehachsen verfügen über eine hochpräzise Lagerung und ein durchdachtes Antriebskonzept. Die Achsen drehen zwar recht langsam, benötigen aber eine extrem hohe Genauigkeit und Steifigkeit, um präzise Fräsergebnisse sicherzustellen.

Getriebeantrieb

Die ersten Drehachsen wurden mit einem Motor über ein Getriebe bewegt. Abbildung 3 zeigt ein Planetengetriebe, bei welchem die Übersetzung, d. h. die Übertragung der Kräfte, von kleineren Zahnrädern auf ein größeres Rad erfolgt. Umgangssprachlich wird diese Form der Übersetzung, bei welcher der Lauf des angetriebenen Zahnrades



Abb. 3: Planetengetriebe, bei dem die Kräfte von innen nach außen übertragen werden.

langsamer ist als der des antreibenden Rades, auch Untersetzung genannt. Das Schema des Prinzips ist in Abbildung 4 dargestellt. Zwar werden über die Zahnräder selbst hohe Kräfte gut übertragen, aber es besteht das Problem, dass aufgrund des Ineinandergreifens der Radzähne eine schleifende Bewegung an den Zahnflanken, also der Seiten der Zähne, welche die Kräfte übertragen, erzeugt wird. Durch diese schleifende Bewegung wird Material auf der Zahnflanke abgetragen und es kommt letztlich unvermeidlich zu einem Lagerspiel, welches sich durch Ungenauigkeiten in der Drehposition

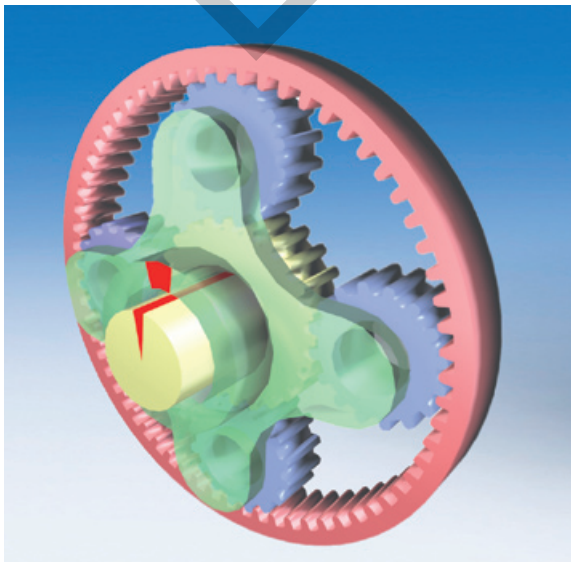


Abb. 4: Schematische Darstellung eines Planetengetriebes.

äußert und die stabile Lagerung des Rohmaterials beeinträchtigt. Bis zu einem gewissen Grad können dadurch bedingte Fehler mit einer intelligenten NC-Steuerung technisch verrechnet werden, Langlebigkeit und Präzision leiden jedoch durch diesen Verschleiß unweigerlich.

Eine Abwandlung dieser Getriebeart ist ein Spline- oder Harmonic-Drive-Getriebe (Abb. 5). Wie in Abbildung 6 schematisch dargestellt, presst ein innenliegender elliptischer Generator ein wenige



Abb. 5: Harmonic-Drive-Getriebe

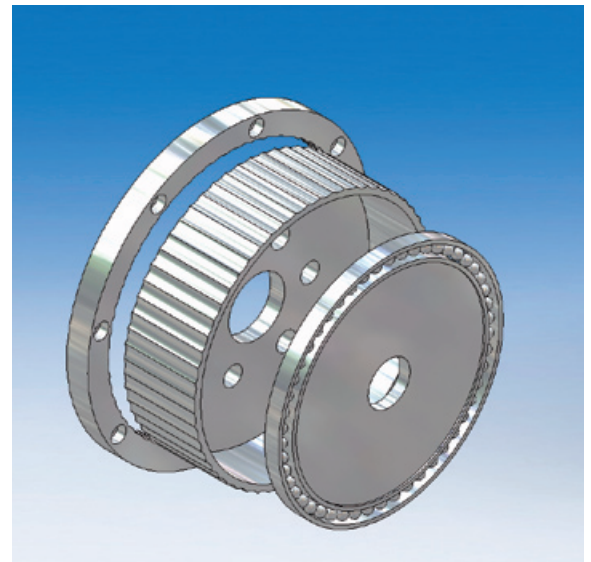


Abb. 6: Schematische Darstellung eines Harmonic-Drive-Getriebes.

Millimeter dünnes, elastisches Übertragungselement (einen flexiblen Zahnring) mit Außenverzahnung an einen innen verzahnten, starren Zahnkranz an. Somit wird die Kraft von innen nach außen übertragen. Dabei beteiligen sich circa 30 % der Zähne an der Kraftübertragung. Der Zahnring ist besonders dünn, damit er sich mit nur geringer Kraft an den Zahnkranz anschmiegt. Allerdings ist das System aus diesem Grund gleichzeitig nicht besonders steif. Es tritt zwar kein Lagerspiel auf, aber der Drehantrieb ist insgesamt weich und elastisch. Bei geringer Belastung, zum Beispiel beim Fräsen von lediglich vorgesintertem Keramikmaterial, kann dieses System ausreichend sein, um eine hohe Genauigkeit zu erzielen. Beim Fräsen von härteren Materialien wie beispielsweise Metallen, bei dem höhere Kräfte wirken, zeigt sich die Schwäche dieser Getriebeart jedoch deutlich.

Torquemotor

Ein Torquemotor (Drehmoment-Motor) (Abb. 7 und 8) ist ein direkt arbeitendes System, das hohe Drehmomente und relativ kleine Drehzahlen erzeugt. Der Motor wird ohne mechanische Zwischenelemente wie Riemen oder Kupplungen direkt auf die Antriebswellen der Maschinen montiert. Durch den Wegfall dieser zusätzlichen Elemente können Kosten eingespart werden. Zudem wird die Konstruktion steifer, sodass dynamischere Bewegungen möglich



Abb. 7: Torquemotor

sind. Vereinfacht kann ein Torquemotor als ein großer Servomotor mit Hohlwelle beschrieben werden, der auf hohe Drehmomente optimiert ist. Um diese zu erzeugen, ist ein vergleichsweise großer Durchmesser des Motors erforderlich, der die auftretenden Lasten direkt aufnehmen kann.



Abb. 8: Schematische Darstellung eines Torquemotors.

Das System arbeitet berührungsfrei und der Motor, der wie ein AC-Servomotor voll digital gesteuert wird, ist bei korrekter Lagerung wartungsfrei. Dank einer um den Faktor 10 höheren Drehzahlkonstanz als bei konventionellen Antrieben ist die Maschinengenauigkeit besonders hoch. Der Energieverbrauch ist verhältnismäßig gering und die Position wird von der Steuerung zurückgelesen, sodass keine Positionierungsfehler auftreten.

Vorschau

Aufgrund der extrem hohen Belastungen, die bei den High Speed Cutting-Fräsverfahren auftreten können, muss die Konstruktion der Fräsmaschinen besondere Anforderungen erfüllen. Aus diesem Grund widmet sich die Fortsetzung dieser Serie in der kommenden Ausgabe Dezember 2009 der DIGITAL_DENTAL.NEWS dem generellen Aufbau von Fräsmaschinen. ■

Alle Beiträge dieser Serie werden auch unter www.ddn-online.net bereitgestellt.