

5-Achs-Bearbeitung: Geschwindigkeit und Qualität im Einklang

„Ein Problem ist eine Gelegenheit in Arbeitskleidung“ - Im Sinne dieses Zitats entwickelt HEIDENHAIN Lösungen, um sich den hohen Anforderungen der 5-Achs-Bearbeitung zu stellen. Das Ergebnis: Die HEIDENHAIN-Steuerung iTNC 530 mit Funktionen und Strategien, um kurze Fertigungszeiten und eine hohe Oberflächengüte in Einklang zu bringen.

Für fünfachsige Bearbeitungszentren gab es in den letzten Jahren eine steigende Nachfrage. Für den Einsatz dieser Werkzeugmaschinen spricht, dass es erweiterte Möglichkeiten gibt, komplexe Bauteile zu fertigen, z. B. lassen sich auch Hinterschnitte in der Werkstückgeometrie bearbeiten. Das Fräsen mit simultaner Bewegung von fünf Vorschubachsen ermöglicht die Fertigung komplexer Freiformflächen mit hoher Oberflächengüte. Außerdem lässt sich häufig die Anzahl der Aufspannungen bis zur Fertigstellung eines Werkstückes sowie die Summe der benötigten Werkzeuge reduzieren. So können Stückkosten reduziert werden.

Besonders hohe Anforderungen an die Steuerung

Je mehr Achsen, desto mehr Störeinflüsse gibt es. Mit den komplexeren Kinematiken der 5-Achs-Maschinen steigen diese relevanten Einflüsse auf das Bearbeitungsergebnis.

Eine Steuerungstechnik hat also hohe Anforderungen zu erfüllen:

- + Die Steuerung muss Anforderungen an die Konturgenauigkeit und Oberflächengüte auf die Bewegungsprofile der fünf Vorschubachsen übertragen und dabei gleichzeitig die Fertigungszeit auf ein Minimum reduzieren.
- + Die Regelung der Vorschubantriebe muss die Wirkung störender Einflüsse auf die Relativbewegung zwischen Werkzeug und Werkstück unterdrücken.

Das Fertigen von qualitativ hochwertigen Bauteilen auf fünfachsigen Maschinen und das noch mit kurzen Bearbeitungszeiten – das muss kein Widerspruch sein.

Die HEIDENHAIN-Steuerung iTNC 530 verwendet Methoden, welche auf die mechatronischen Eigenschaften der Werkzeugmaschine abgestimmt sind. HEIDENHAIN verbessert die Güte des Bearbeitungsergebnisses

1. bei der Auslegung der Bewegungsprofile,
2. auch in der Regelung der Vorschubantriebe.

Auslegung der Bewegungsprofile

Bei der Generierung von Sollpositionen für die Vorschubantriebe aus den Datensätzen des NC-Programms müssen, neben anderen Kriterien, besonders die Schwingungseigenschaften des Maschinengestells beachtet werden. Prinzipbedingt entsteht bei jeder Änderung der Bahngeschwindigkeit das Risiko einer Anregung von Schwingungen im Maschinengestell, welche die Oberflächenqualität eines Werkstücks negativ beeinflussen können. Die iTNC 530 vermeidet auch bei hohen Bahnvorschüben eine Anregung von Maschinenschwingungen. Dabei hat der zeitliche Verlauf des Rucks (zweite Ableitung der Geschwindigkeit nach der Zeit) gleichermaßen Einfluss auf die Oberflächenqualität der Werkstücke und auf die Bearbeitungszeit.

Die Bewegungsführung der iTNC 530 verbessert die Bauteilqualität – bei gleichzeitiger Optimierung der Bearbeitungszeit – durch eine Begrenzung und Glättung des Rucks.

**Fünfachsig
Bearbeitungsprozesse
müssen beherrschbar
bleiben – durch die
Unterstützung
der Steuerung.**

Einfluss der Vorschubantriebe

Neben der Bewegungsführung hat auch die Regelung der Vorschubachsen einen wesentlichen Einfluss auf die Güte des Bearbeitungsergebnisses. Eine fehlerfreie Bahnbewegung des Fräasers relativ zum Werkstück setzt präzise Positionsmessungen in den Vorschubantrieben der Werkzeugmaschine voraus. Werden die zur Regelung benötigten Istpositionen über photoelektrische Längen- und Winkelmessgeräte generiert, so lassen sich deutliche Verbesserungen der Werkstückqualität und der Produktivität erzielen. Systemgenauigkeit, thermische Stabilität, hohe Verfahrgeschwindigkeiten, Verschmutzungsunempfindlichkeit und Flexibilität in der Steuerungsanpassung ermöglichen den Einsatz in allen Applikationen.

In der speziellen Bewegungsführung von HEIDENHAIN-Steuerungen werden Änderungen der Bahngeschwindigkeit bereits im benötigten Ruckverlauf geglättet. Dadurch können Maschinenschwingungen sehr wirksam unterdrückt werden. Falls erforderlich, verringert die Steuerung den programmierten Vorschub automatisch, um die Anregung von Schwingungen auf ein Minimum zu reduzieren.



Beispiel: Grafisch unterstützte Dialogsprache

Bei komplexeren Bauteilen werden nicht selten bestimmte Geometrien, wie Taschen oder Bohrungen an der Maschine nachträglich zum NC-Programm hinzugefügt. Für Programmieraufgaben direkt an der Maschine sind werkstatorientierte Zyklen erforderlich, welche auf die Fertigung typischer Konturelemente abgestimmt sind und auch das Bearbeiten in der geschwenkten Ebene unterstützen.



Dialoggeführte Programmierung an der Maschine über smarT.NC

Anforderungen an den Maschinenbediener

Je komplexer die Bauteile, desto aufwändiger werden die Programmieraufgaben.

Eine Steuerungstechnik muss daher auch den Anwender unterstützen, denn fünfachsige Bearbeitungsprozesse müssen beherrschbar bleiben.

Die HEIDENHAIN-Steuerung iTNC 530 hilft dem Maschinenbediener mit zahlreichen Funktionen bei der Programm-erstellung und -kontrolle:

- + Funktionen für das Editieren und Kontrollieren von NC-Programmen oder Programmsequenzen
- + erweiterte Funktionen zur Überwachung der Maschinenbewegungen im Hinblick auf mögliche Kollisionen

+ graphisch unterstützte Dialogsprache vereinfacht die entsprechende Parametrierung der Zyklen (erweiterte Unterstützung bei der Programmerstellung) (siehe Beispiel)

+ Möglichkeit zur visuellen Kontrolle
Diese Aufgabe stellt den Maschinenbediener bei umfangreichen Programmen, besonders aber bei fünfachsiger Bearbeitung von Werkstücken vor eine Herausforderung. Die HEIDENHAIN-Steuerung iTNC 530 bietet vor der eigentlichen Bearbeitung die Möglichkeit zur visuellen Kontrolle der programmierten Werkstückkontur. Zur Erleichterung der Programmkontrolle wird die Werkstückoberfläche aus den NC-Datensätzen rekonstruiert und über eine Liniengrafik angezeigt. Um das Lokalisieren einzelner Datensätze zu ermöglichen, werden die Stützstellen des NC-Programms in der Liniengrafik angezeigt.



Die Wirkung unterschiedlicher Strategien der Bahngenerierung auf das Ergebnis einer 5-Achs-Bearbeitung. Für das gleiche NC-Programm wurden abhängig von der Art der Bahngenerierung erhebliche Unterschiede in der Bearbeitungszeit erreicht.

Die hohe Oberflächengüte bei insgesamt kurzer Bearbeitungszeit des Werkstücks links wurde mit der speziellen Bewegungsführung der HEIDENHAIN-Steuerung iTNC 530 erreicht.



Sicherheit für Maschine und Werkzeug

Je mehr Achsen, desto größer das Risiko einer Kollision zwischen Maschinenkomponenten beim Fräsen über fünfachsig Bahnbewegungen.

Die HEIDENHAIN-Steuerung iTNC 530 bietet dazu praxistaugliche Funktionen an:

- Die Dynamische Kollisionsüberwachung DCM

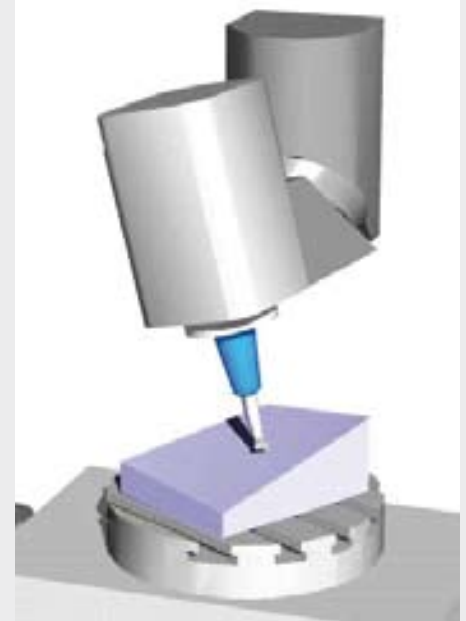
Um Kollisionsrisiken auf ein Minimum zu beschränken und gleichzeitig den Arbeitsraum einer Maschine optimal ausnutzen zu können, müssen Kollisionen dynamisch – sprich in Echtzeit – auf der Maschinensteuerung erkannt und vermieden werden. Die dynamische Kollisionsüberwachung (DCM = Dynamic Collision Monitoring) der HEIDENHAIN-Steuerung iTNC 530 überprüft die Maschinenbewegungen permanent auf mögliche Zusammenstöße zwischen Maschinenkörpern unter Einbezug des eingewechselten Werkzeugs. Damit bleibt die Flexibilität bezüglich Änderungen am Programm oder Werkzeugen an der Maschine erhalten.

Dynamische Kollisionsüberwachung DCM in der Maschinensteuerung

Der entscheidende Unterschied zu CAM-Programmen:

CAM-Programme bieten häufig Möglichkeiten zur Detektierung von Kollisionen im Zuge der Programmgenerierung an. Die sichere Vorhersage eines kollisionsfreien Programmdurchlaufs setzt jedoch voraus, dass im CAM-System die genaue Geometrie der Maschinenkörper sowie aller Werkzeuge abgelegt ist. Kommt es an der Maschine zu einem Austausch einzelner Werkzeuge, oder wird das NC-Programm an der Maschine nachträglich angepasst, so verliert die Kollisionsüberwachung des CAM-Systems an Aussagekraft.

Es bleibt nicht immer alles gleich. Abmessungen sowie Position und Orientierung von Maschinenkörpern müssen auch manchmal verändert werden, z. B. können sich Konfigurationen von Palettenwechslern und Greifersystemen für den Werkzeugwechsel verändern. Diese Änderungen werden über eine erweiterte Funktion eingegeben und die dynamische Kollisionsüberwachung wird somit den veränderten Gegebenheiten angepasst. So kann im Beispiel der Arbeitsraum einer Maschine weiterhin optimal ausgenutzt werden.



Lift-Off-Funktion: Abheben des Werkzeugs bei einem Energieausfall

Und wenn mal alles stehenbleibt ...

Gerade bei besonders großen Werkstücken mit langen Bearbeitungszeiten können ungewollte Unterbrechungen des Maschinenbetriebs sehr große Kosten verursachen. Kommt es zum Beispiel durch einen Energieausfall oder durch eine Not-Aus-Situation zu einem Abschalten von Vorschubmotoren und Hauptspindel, so können Werkstück oder Maschine beschädigt werden. Das Werkzeug bleibt zudem im Werkstück stecken, was das Freifahren des Werkzeugs gerade bei fünfachsig bearbeiteten Werkstücken besonders schwierig werden lässt.

Zum Abheben im wörtlichen Sinne ist die Lift-Off-Funktion der HEIDENHAIN-Steuerung iTNC 530. Sollte die Versorgungsenergie im Betrieb zusammenbrechen, so lässt die Lift-Off-Funktion das Werkzeug über entsprechende Vorschubbewegungen in der Werkzeugachse vom Werkstück abheben. Der Abstand zum Werkstück kann dabei über einen Maschinenparameter gewählt werden. Die Energie für die Vorschubbewegung wird dabei aus der verbleibenden Restenergie im Zwischenkreis sowie aus der Rotation der auslaufenden Spindel entnommen.

