

# Intelligent Zerspanen

Okuma, in Österreich vertreten durch precisa, kombiniert innovative Softwareentwicklungen zu einer Intelligent Technology für die Zerspanungstechnik und erzielt einen durch CAS, TFC, Machining Navi und 5-Axis Auto Tuning hohen Kundennutzen.



1

Okuma ist einer der größten Werkzeugmaschinenbauer der Welt und entwickelt seit 1963 eigene CNC-Steuern sowie Antriebe und absolute Weg- und Winkelmesssysteme. Neben Innovationen im Maschinenbau, der Steuerungs- Antriebs- und Sensortechnologie überrascht Okuma alle Jahre wieder mit interessanten Softwareentwicklungen. Gemeinsamer Nenner der Maschinen und Basis für die von Oku-

ma präsentierten „Intelligent Technology“ ist die CNC-Steuerung OSP-P300.

Die Systemarchitektur der Steuerung verbindet die Vorteile von CNC und PC. Sie integriert mit Windows und dem CNC-Echtzeit-System für die eigentliche Steuerung der Maschinenfunktionen zwei Betriebssysteme, die als unabhängige, aber eng verzahnte Prozesse parallel auf einem industrie-

festen Intel i7-Prozessor laufen. Eine unterbrechungsfreie Spannungsversorgung erhöht die Betriebssicherheit. Die OSP-P300 bietet die Offenheit und Konnektivität der Windows-PC-Welt und kommuniziert zudem via Servo-Link mit Antrieben und interagiert via SSIO mit Komponenten der Feldebene. Die OSP-P300 ist die rechenschnelle Basis für viele Technologien. Viele der durch konkrete Praxisanforde-



2

**1** Das Machining-Navi analysiert den Klang der Bearbeitung: Eine perfekte Spindeldrehzahl für eine vibrationsfreie Bearbeitung ist damit gewährleistet.

**2** Mit der neuen PC-CNC OSP-P300 offeriert Okuma eine zukunftssichere Steuerung, die neben einem eigenständigen, ausfallsicheren CNC-Betriebssystem die uneingeschränkte Nutzung von PC-Programmen unter Windows ermöglicht.

**3** Das 5-Axis Auto Tuning System verbessert die BAZ-Genauigkeiten für die 5-Achsbearbeitung signifikant, da es elf mögliche geometrische Fehler an der Hauptachse ermittelt und berücksichtigt. (Bilder: Okuma)



3

rungen initiierten Softwareentwicklungen sind laut Okuma wegweisend und vielfach prämiert. Hierzu gehören das Kollisionsvermeidungssystem CAS (Collision Avoidance System), das Thermo-Friendly Concept (TFC), das den Einfluss von Temperaturschwankungen auf das Bearbeitungsergebnis eliminiert, das Machining-Navi – eine Entwicklung, mit der Anwender stets die perfekte Spindeldrehzahl für eine vibrationsfreie Bearbeitung finden – oder das 5-Axis Auto Tuning System, mit dem Anwender die Prozessgenauigkeiten von 5-Achs-BAZ erhöhen, in dem die Ist-Genauigkeiten automatisch gemessen und Abweichungen davon kompensiert werden.

### Zukunftssichere Entwicklung

Die Intelligent Technology der OSP findet ihre konsequente Fortsetzung und

Ergänzung in Okuma-eigenen IT-Produkten, von denen hier der 3D-Virtual-Monitor erwähnt sei. Im Gegensatz zu CAM-Systemen von Fremdanbietern nutzt die PC-Software zur Simulation und Kollisionsüberprüfung von NC-Programmen für Okuma-Maschinen die originalen Modelldaten der jeweiligen Maschine.

Diese „echte“ virtuelle Maschine auf dem PC bildet das Bindeglied zum Kollisionsvermeidungssystem CAS auf der Okuma-Steuerung. Durch den Abgleich der Maschinendaten wie Encoder-Werte, Nullpunkte, Korrekturen und Parameter ist eine exakte Kollisionskontrolle auf dem PC möglich. Das Simulations-System 3D-Virtual-Monitor mit Modellierfunktion wird zum virtuellen Einrichten und Einfahren der Maschine eingesetzt und liefert zudem realistische Stückzeitenberechnungen.

Die extern auf Kollision geprüften Programme sind unmittelbar an der Maschine im Automatikbetrieb lauffähig – also ohne weiteren Prüflauf, respektive Programmtest. Mit dem Echtzeit-Kollisions-Vermeidungssystem CAS sind Anwender deutlich sicherer und schneller wieder am Start. CAS simuliert nicht nur die virtuelle Bearbeitungssituation vor der Fertigung, CAS ermöglicht erstmals die Echtzeit-Prüfung während der Bearbeitung des ersten Teiles – und zwar stets unter Berücksichtigung des Restmaterials. Zudem wirkt CAS auch im manuellen Betrieb. So wird das manuelle Verfahren der Schlitten in der Simulation zu jeder Zeit korrekt dargestellt. Wenn z. B. die Spindel in Futternähe wegen drohender „Kollision mit Backe“ nicht indexiert, lässt sich das Futter per Handrad in der C-Achse drehen, bzw. die Backe aus der Kollisionszone →



verfahren. CAS verrechnet und prüft 0-Punkte, Werkzeug-Korrekturdaten und Programmbefehle stets einige 100stel Sekunden vor der aktuellen Verfahrbewegung. Verursacht ein NC-Satz möglicherweise eine Kollision, wird die Ausführung unmittelbar gestoppt bzw. die Verfahrbewegung angehalten. Zur schnellen Analyse des aufgespürten Kollisionsproblems werden die kritischen Elemente am Bildschirm rot eingefärbt. Damit CAS funktioniert, müssen natürlich die notwendigen maschinenbezogenen Daten der Baugruppen wie Revolver, Reitstock, Gegenspindel, Futter, Backen, Werkzeughalter, Schneidwerkzeuge, Klemmhalter und Wendeplatten im System hinterlegt sein. Daten des jeweiligen Maschinenmodells sowie diverses Standard-Zubehör stehen bei Okuma respektive deren Händler „ab Werk“ zur Verfügung. Anwenderindividuelle Ausrüstungsmerkmale müssen hingegen in CAS eingegeben werden. Hierbei unterstützt die neue Okuma-CNC durch eine integrierte „Modeling-Funktion“. Der Datenimport im STL-Format ist ebenfalls möglich.

**Thermo-Friendly Concept**

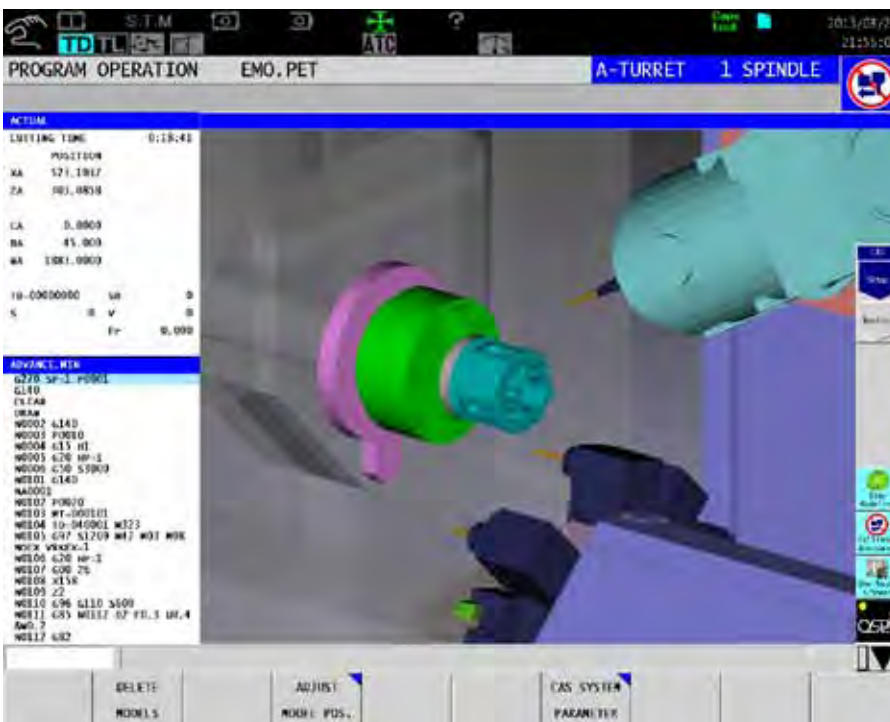
Temperaturschwankungen in der Werkhalle und die Wärmeentwicklung durch Antriebe sowie die Zerspanung selbst beeinflussen die Bearbeitungs-genauigkeit. Vor allem im automatisierten Mehrschichtbetrieb wird die thermische Stabilität der eingesetzten Maschinen schnell zum Zünglein an der Waage. Thermisch bedingte Abweichungen von der Sollgeometrie lassen sich zwar manuell korrigieren – die regelmäßigen Kontrollen und Bedieneingriffe erfordern jedoch Personal und kosten Produktivität. Die alternative Investition in klimatisierte Hallen ist nur in Ausnahmefällen wirtschaftlich darstellbar. Das Thermo-Friendly Concept sichert Anwendern selbst bei größeren Schwankungen der Umgebungstemperatur automatisch konstant hohe Bearbeitungs-genauigkeiten sowie hohe Produktivität. Basis des TFC ist eine thermisch optimierte Konstruktion. Im Rahmen des Thermo-Friendly Concepts achten die Okuma-Ingenieure auf eine gleichmäßige Temperaturverteilung und eine gute

„Isolierung“ des Gussaufbaus. Um den Einfluss der Umgebungstemperatur auf die Maschinenkinematik minimal zu halten, wird z. B. die Maschinenverkleidung mit Abstand montiert und der Wärmeaustausch gegebenenfalls durch Ventilatoren unterstützt. Wärmequellen wie etwa Schaltschränke werden außerhalb der Maschinenumhausung platziert. Okuma ermittelt das thermisch beeinflusste Wachstumsverhalten von Maschinenbetten, Ständern und sonstigen Anbaugruppen unter realen Bedingungen. Die Daten sind die Basis für eine präzise Kompensation von Wärmewachstum. Trotz der konstruktiven Maßnahmen unterliegt jede Maschinengeometrie natürlich auch äußeren, thermischen Einflüssen. Beim TFC ermittelt bis zu ein Dutzend in den Spindeln und im Aufbau platzierte Sensoren ständig die Ist-Temperatur.

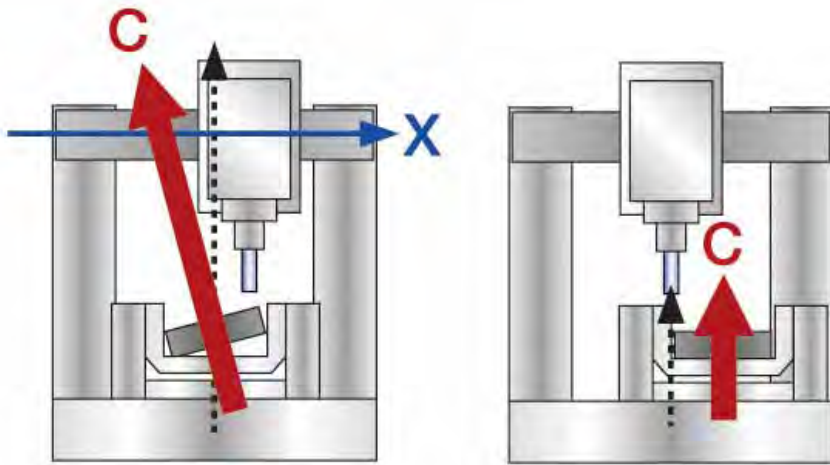
Da Okuma für jede Neukonstruktion ein thermisches Profil erstellt und somit die Ausdehnungscharakteristik der Maschinenbaugruppen bekannt sind, kann die Okuma-Steuerung negative Temperatureinflüsse in Echtzeit kompensieren. Die Korrekturen erfolgen in 0,1 µm Schritten. Der Prozess läuft vom Bediener unbemerkt im Hintergrund simultan zur Bearbeitung ab und hat keinen Einfluss auf die Bearbeitungsdauer der Werkstücke. Laut Okuma lässt sich in normaler Werkstatsumgebung, selbst bei Temperaturschwankungen von bis zu 10° C, im Dauerbetrieb eine Fertigungspräzision erzielen, die je nach Maschinenmodell zwischen 4 µm und 8 µm beträgt – und zwar an der Werkzeugspitze gemessen.

**Mit dem Navi zielgenau**

Mit der Intelligent Technology Machining-Navi zerspanen Anwender laut Okuma immer mit der optimalen Drehzahl für perfekte Schnittbedingungen. Die Softwarelösung analysiert den Klang der Bearbeitung. Auf Basis der Körperschallsignale wird die Spindel-drehzahl von der Steuerung entweder automatisch optimal angepasst oder die Drehzahlempfehlung am Touch-



Mithilfe des innovativen Kollisionsvermeidungssystems CAS können insbesondere Anwender von Mehrachsen-Maschinen ihre Rüst- und Einfahrzeiten drastisch reduzieren.



Bei 5-Achs-Bearbeitungszentren liegt das größte Fehlerpotenzial in der kippenden Drehachse. Die geometrische Überprüfung ist ungleich aufwendiger. Steht z. B. die „C-Achse außerhalb Mitte X“, betrachtet von der C-Achse aus, dann ist die Positionierung der X-Achse versetzt und die Auswirkung dieses Fehlers ändert sich in Abhängigkeit davon, ob eine 3- oder 5-Achsen Bearbeitung durchgeführt wird.

screen angezeigt und vom Bediener bestätigt. Die Technologie ist komplett, d. h. ohne zusätzliche Hard- und Software von Fremdanbietern direkt in die OSP-Steuerung integriert. Analyse, Visualisierung und Bedienung integrieren sich nahtlos in die Bedienoberfläche der Okuma-CNC. Das automatisch arbeitende Machining Navi M-i empfängt seine Auswertesignale von maschinenintegrierten Körperschallsensoren. Das manuelle Machining Navi M-g erfasst den Zerspanungs-sound mittels Mikrophon. Während die sensorintegrierte Lösung nur für Neumaschinen erhältlich ist, kann das Machining Navi M-g bei allen Okuma-Maschinen mit OSP-P200 Steuerung nachgerüstet werden.

### Geometrische Fehler schnell ermitteln und neutralisieren

Das Machining Navi ist ebenso ein weiterer Schritt auf dem Weg zu einer intelligenten CNC wie das neue 5-Axis Auto Tuning System. Je mehr Maschinenachsen interagieren, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich nano-kleine Toleranzen respektive hauchzarte Fehlstellungen der Bewegungsachsen als  $\mu\text{m}$ -große Fehler in den gefrästen Geometrien und Oberflächen zeigen. Überdies verändert jede Maschine mit der Zeit ihre Geometrie. Stahl und Guss sind wie lebende Organismen – ihr Gefüge verändert sich. Der Transport vom Hersteller zum

Anwender kann geometrische Fehler implizieren, die sich im Betrieb dann verstärken. Auch Faktoren wie Temperaturschwankungen, oder instabile, unebene oder durch Fremdschwingungen angeregte Böden können der geometrischen Genauigkeit zusetzen.

Während bei Standardmaschinen mit 3 Linearachsen 5 geometrische Fehler potenziell möglich sind, erhöht sich die Zahl der Fehlereinflüsse bei einem 5-achsigen BAZ mit Dreh-Schwenkbrücke bereits auf dreizehn. Bei 5-Achs-Bearbeitungszentren liegt das größte Fehlerpotenzial in der kippenden Drehachse. Die geometrische Überprüfung und Kalibrierung kosten Zeit und Geld, verlangen Profiwissen, Erfahrung und spezielles Equipment – nicht selten den Support vom Hersteller. Mit dem 5-Axis Auto Tuning System von Okuma kann jeder Anwender eines Okuma 5-Achs-Bearbeitungszentrums die geometrischen Fehler seiner Maschine innerhalb weniger Minuten ermitteln und neutralisieren.

### Die Schritte der Messung

Hierzu nutzt das 5-Axis Auto Tuning System eine auf dem Tisch befestigte Referenzkugel und einen Messtaster. Zuerst wird die Referenzkugel auf dem Tisch installiert und der Berührungssensor manuell darüber positioniert. Nach dem Start des speziellen Messprogramms durch den Bediener an der

CNC ermittelt das 5-Axis Auto Tuning System die Tischlage in verschiedenen Winkeln. Aus den Messwerten ermittelt die Analysesoftware automatisch die geometrischen Fehler, errechnet die Korrekturparameter und speichert diese in der CNC. Das ist alles. Die Diagnose dauert in Abhängigkeit von der Anzahl der geometrischen Fehler nur 5 bis 10 Minuten.

Die Korrekturen nach dem Tuning sind unabhängig von der Betriebsart (manuell/MDI/automatisch) wirksam. Für die Bediener an der Maschine und die NC-Programmierer ändert sich nichts. Jeder eingewiesene Maschinenbediener kann das Tuning jederzeit durchführen, selbst wenn ein Werkstück oder eine Aufspannvorrichtung positioniert ist. Das 5-Axis Auto Tuning System verbessert die Genauigkeiten für die 5-Achsbearbeitung signifikant, da es 11 mögliche geometrische Fehler an der Hauptachse ermittelt und berücksichtigt. Durch die Kalibrierung rückt das Genauigkeitsniveau von 5-achsigen Okuma Bearbeitungszentren immer näher an das von Präzisions-BAZ mit nur 3-Achsen.

precisa  
CNC-Werkzeugmaschinen GmbH

Slamastraße 29, A-1230 Wien  
Tel. +43 1-6174777-0  
www.precisa.at