



NUM information

JOURNAL FÜR CNC-GESAMTLÖSUNGEN

- 04 **Flexium⁺ CNC:** Spindelprogrammierung und andere neue Funktionen und Verbesserungen
- 14 **Purdue University** übernimmt CNC-Technologie von NUM für Maschinenbaulehrgang
- 18 **Weingärtner Maschinenbau:** Flexium steuert Werkzeugmaschinen für die Fertigung von Komponenten für Bohrlochsohlenmotoren
- 20 **Perndorfer Maschinenbau:** Präzisions-CNC für 3D-Wasserstrahlschneidesystem mit 5 Achsen
- 22 **ORT/MICO und Cadei:** ein grosser Fortschritt bei der Gewinderollen-Automatisierung
- 24 **SOMAB und NUM:** Flexium steigert Leistung von Multifunktions-Drehzentrum „Genymab“
- 26 **Fiat Powertrain:** umfangreiche CNC-Aufrüstung verlängert Lebensdauer von Werkzeugmaschinen in Motorenfertigungswerk
- 30 **KLENK:** Mehrbenutzer-Datenbank NUMROTO unterstützt die schnelle Fertigung von Spezialbohrern und Fräswerkzeugen
- 32 **Neue NUMgear/Flexium⁺ Lösung:** ermöglicht vollständige Automatisierung von Wälzschleifen
- 34 **Bourn & Koch:** Migration der populären Zahnradfräsmaschinen 25H – 400H Series II zu Flexium CNC
- 37 **Feng Chia University:** NUM Taiwan stiftet CNC Steuerung im Wert von über 1,2 Millionen NT\$

Editorial

Peter von Rüti, CEO NUM Group



Liebe Leserinnen, lieber Leser

Für NUM ist die IMTS sowie auch die anderen Messen weltweit an denen wir aktiv teilnehmen, eine einzigartige Möglichkeit, spannende Neuentwicklungen im Bereich der CNC-Werkzeugmaschinen-Hardware- und -Softwaretechnik vorzuführen. Zu den diesjährigen Highlights gehören ein äusserst kosteneffizienter Zweikanal-CNC-Kernel für Konstrukteure kleiner und mittelgrosser Maschinen mit bis zu fünf Achsen, eine funktionale, einfach für Maschinen aller Art skalierbare Sicherheitsarchitektur sowie neue Schleifsoftware für Werkzeuge mit komplexer Geometrie.

Die jüngste Ergänzung der auf dem Markt führenden Flexium⁺-CNC-Plattform von NUM, der Zweikanal-CNC-Kernel Flexium⁺ 8, bietet ein aussergewöhnlich hohes Mass an Steuerungsflexibilität. Jeder CNC-Kanal kann jederzeit dazu verwendet werden, einen Spindelmotor und vier gleichzeitig interpolierte Achsen zu steuern, und die Steuerung kann im laufenden Betrieb von einem Kanal auf den anderen wechseln. Dadurch wird die Kon-

struktion von komplexen Maschinen mit zahlreichen Synchronisierungsanforderungen wie Gewindeschneidern und Zahnradfräsern vereinfacht, und vielfach entfällt der Bedarf nach einem zweiten CNC-Kernel.

NUM ist nicht nur bestrebt selber viel in F&E zu investieren um unseren Kunden immer einen Marktvorsprung durch Technik zu gewährleisten, NUM

Mit Hilfe von Flexium und Flexium⁺ können die Studierenden und graduierten Wissenschaftler/-innen CNC-Techniken jetzt sehr detailliert untersuchen. Alle Einstellungen und Programmierungen von CNC, Servoantrieb, I/O und PLC erfolgen mit Hilfe eines einheitlichen Software-Toolsets, um dazu beizutragen, die Lernkurve zu verkürzen, die Produktivität und die Zufriedenheit am Arbeitsplatz zu

„Für NUM ist die aktive Messeteilnahme weltweit, eine einzigartige Möglichkeit, spannende Neuentwicklungen im Bereich der CNC-Werkzeugmaschinen-Hardware- und -Softwaretechnik vorzuführen.“

(Peter von Rüti, CEO NUM Group)

ist auch bemüht bereits in der Ausbildung von Nachwuchskräften aktiv mit zu helfen. Wie Sie in dieser NUMinformation Ausgabe lesen können, können sich nun die Studierenden an der renommierten Purdue Universität in den USA und an der Feng Chia Universität in Taiwan auf NUM CNC Steuerungen ihr Fachwissen aneignen.

steigern sowie gemeinschaftliche Anstrengungen zu fördern. Die systeminhärente offene NUM CNC Architektur hat zahlreiche Vorteile. Mit Industriestandard-Editoren und -Sprachen wie HTML, JavaScript, Visual Basic, Delphi, C oder C++ lassen sich einfach anwendungsspezifische HMIs (Mensch-Maschine-Schnittstellen) erstellen oder ändern. Die 3D-Grafiksimulationsmöglichkeiten mit Flexium⁺, werden die Flexibilität bei der Arbeit signifikant steigern.

Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen dieser NUMinformation und hoffe Sie an der IMTS persönlich begrüßen zu dürfen.

Peter von Rüti
CEO NUM Group

Impressum

Herausgeber NUM AG
Battenhusstrasse 16
CH-9053 Teufen
Phone +41 71 335 04 11
Fax +41 71 333 35 87
sales.ch@num.com
www.num.com

Redaktion & Realisation Marco Martinaglia
Dimitry Schneider

Die Kundenzeitschrift NUMinformation erscheint rund zweimal jährlich in deutsch, französisch, italienisch, englisch und chinesisches.

© Copyright by NUM AG © Coverpicture: NUM / NOSE Design
Weiterverwendung mit Quellenangabe gestattet, Belegexemplar erwünscht.

NUM weltweit auf Messen präsent

Um auch zukünftig näher bei unseren Kunden zu sein, baut NUM sein globales Messeprogramm weiter aus. 2014 nimmt NUM an insgesamt 13 internationalen Fachmessen von Nordamerika bis Asien teil. Auch 2015 sind Teilnahmen an neuen Ausstellungen geplant.

Es ist für NUM von grosser Bedeutung, seinen Kunden auf dem heimischen Markt entgegenzutreten zu können. Zu den Highlights wird 2014 sicherlich die Teilnahme an der IMTS in Chicago zählen (8. bis 13. September), der grössten Fachmesse für Fertigungstechnologien in Nordamerika, an der wir erstmalig mit unserer Messewand Flexium⁺ 6 / Flexium⁺ 8 vor Ort sein werden.

Kurz nach der IMTS werden wir erstmals an der AsiaMetal in Guangzhou teilnehmen. Auf folgenden Messen war, bzw. ist, NUM in 2014 vertreten:

Feb. 2014	CCMT Shanghai, China
März 2014	Grindtec Augsburg, Deutschland
März 2014	Industrie Paris, Frankreich
April 2014	SIMTOS Seoul, Südkorea
Mai 2014	SIAMS Moutier, Schweiz
Mai 2014	SPS Parma, Italien
Juni 2014	BIEMH Bilbao, Spanien
Juni 2014	CIMES Peking, China
Sep. 2014	IMTS Chicago, USA
Sep. 2014	AsiaMetal Guangzhou, China
Sep. 2014	BI-MU Mailand, Italien
Nov. 2014	EMAF Porto, Portugal
Nov. 2014	SPS Nürnberg, Deutschland



NUM Messekalender



IMTS

Vom 8. – 13. September 2014 in Chicago, USA
Stand Nr. 5135, East Building



AsiaMetal

Vom 15. – 17. September 2014 in Guangzhou, China
Stand Nr. N12, Halle 2.1



Bi-Mu

Vom 30. September – 4. Oktober 2014 in Mailand, Italien
Stand Nr. G35, Halle 11



EMAF

19. – 22. November 2014 in Porto, Portugal



sps ipc drives

25. – 27. November 2014 in Nürnberg, Deutschland
Stand Nr. 3-668, Halle 3

Flexium+ Spindelprogrammierung und andere neue Funktionen



Ein Überblick über die neuen Funktionen in Flexium+

In diesem Artikel erhalten Sie einen Überblick über die neuen Funktionen unserer aktuellen CNC-Plattform Flexium+. Die Flexium+, welche auf dem ausserordentlichen Erfolg von Flexium mit seinen weit über 10.000 Installationen weltweit beruht, hebt die CNC-Steuerung auf eine vollkommen neue Ebene. Sie verfügt über neue Hochleistungs-Firmware, -Software und -Hardware, ohne dabei auf die Leistungsfähigkeit, Flexibilität und Anwenderfreundlichkeit zu verzichten, für die Produkte von NUM bekannt sind.

Ein wichtiger Aspekt von Flexium+ ist die Skalierbarkeit der Plattform. Werkzeugmaschinenhersteller können die gleiche CNC-Architektur für zahlreiche Anwendungen verwenden, unabhängig von der Grösse und Komplexität. Eine Auswahl von drei CNC-Kernen ermöglicht die Erstellung von kostengünstigen und leistungsoptimierten Lösungen für unterschiedliche Anwendungen. Der grösste CNC-Kern, Flexium+ 68, kann bis zu 32 Antriebe steuern. Die innovative Spindelverwal-

tung ermöglicht es jedem angeschlossenen Gerät, als Achse oder Spindel zu fungieren, wobei die Steuerungszuordnung im Betrieb geändert werden kann. Dies gestaltet die Spindel/C-Achsen-Umschaltung noch einfacher, wodurch eine hervorragende Grundlage für Anwendungen mit mehreren Spindeln gegeben ist, beispielsweise grosse Transfermaschinen. Die logische Adressierung ermöglicht eine einfache Programmierung. Ein Beispiel dafür finden Sie weiter unten in diesem Artikel.

Flexium+ verfügt zudem über eine modulare, systemweite Sicherheitsarchitektur. Eine Sicherheits-SPS unter Verwendung von verteilten E/A-Sicherheitsmodulen und die Funktion zur Überwachung der sicheren Bewegung unserer neuen NUMDrive X-Servoantriebe überwachen alle kritischen Systemoperationen. Maschinenentwickler können hochintegrierte Sicherheitsfunktionen mit einer minimalen Anzahl an zusätzlichen Komponenten implementieren. Und bei Verwendung unserer neuen Einzelkabel-Servomo-

toren (siehe weiter unten) mit diesen Antrieben lassen sich zudem die Verkabelungskosten verringern und die Maschinenzuverlässigkeit erhöhen. NUMDrive X-Servoantriebe bieten zudem neue Optionen für Tandemanwendungen, die eine Vereinfachung der Konstruktion von Achsen mit sehr hohem Drehmoment ermöglichen.

Die Bedienoberfläche von Flexium+ wurde noch einmal vereinfacht und unterstützt neue Peripheriegeräte wie den in diesem Artikel beschriebenen grossen Querformat-Touchscreen. Die neue grafische FXCAM-Software unterstützt Maschinenbediener bei der Programmierung am Produktionsort, und der leistungsfähige Flexium+ 3D-Simulator verwendet den vom CNC-Interpolator verarbeiteten NC-Code, um ein Echtzeitbild der Maschinenoperation bereitzustellen. Auf den folgenden Seiten werden die Unterstützung des Simulators für erweiterte Bearbeitungen in fünf Achsen erläutert sowie die Verwendung der CNC-Oszilloskopfunktion gezeigt, um die Genauigkeit der Online-Visualisierung noch weiter zu verbessern.

Warum verdient die neue Erweiterung der Flexium Produktfamilie ein + ?

Möglicherweise aufgrund der neuen Funktionen

Wie sein berühmter und erfolgreicher Vorgänger ist Flexium+ in drei Konfigurationen erhältlich: Flexium+ 6, Flexium+ 8 und Flexium+ 68. Alle verfügen über die gleichen Achs- und Optionsstrukturen wie ihre jeweiligen Flexium-Vorgänger, sie besitzen jedoch ein noch mal erweitertes Leistungsspektrum. Auch wenn es nicht auf den ersten Blick erkennbar ist, ist die vollständig neu entwickelte Firmware jedoch von allergrösster Wichtigkeit. Diese ermöglicht die Erstellung neuer Steuerungsmethoden, um den neuesten Entwicklungen der Werkzeugmaschinenbranche gerecht zu werden. Einige dieser Funktionen stehen bereits zur Verfügung. Beispielsweise die neuen Tandemantriebskonfigurationen, die über eine Wick-

lungsduplizierungsfunktion zur Verwendung mit extrem leistungsfähigen Spindelmotoren verfügen. Auch die volumetrische Fehlerkompensation (VEComp) steht bereits zur Verfügung – und weitere Funktionen werden folgen. Die neue Firmware ermöglicht zudem die Überwindung bestehender Drehzahl- und Verfahrweggrenzen. Ab sofort sind Achsenverfahrwege von 1 km mit einer Interpolation im Sub-Nano-Bereich vorstellbar – bei einer Verdopplung der ursprünglichen Maximalgeschwindigkeit und noch präziserer Beschleunigungssteuerung. Offensichtlicher ist der neue Digitalbus DISC NT+, der eine optimale Steuerung unserer neuen Servoantriebs-Produktfamilie NUMDrive X ermöglicht. Diese bietet eine schnellere Kommunikation, grössere Präzision und höhere Leistung sowie grossartige neue Lösungen wie Motoranschlüsse über ein einziges Kabel.

Oder liegt es an der weiterentwickelten Spindelverwaltung?

Eine wichtige Verbesserung betrifft die Spindelverwaltung. Flexium+ ist in der Lage, bis zu 32 Spindeln zu verwalten. Eine Hauptspindel und bis zu drei Hilfsspindeln können pro Kanal programmiert und gesteuert werden (weitere Informationen finden Sie weiter unten in diesem Artikel). Die Konzeption von Achse bzw. Spindel wurde verallgemeinert, sodass sich der Modus jederzeit schnell wechseln lässt. Auf diese Weise werden zahlreiche Anwendungen ermöglicht, von angetriebenen Werkzeugen bis zu den anspruchsvollsten Transfermaschinen. Und entsprechend der Tradition von NUM wird dies ohne Abstriche bei der Kompatibilität mit gegenwärtigen Maschinen erreicht.

Liegt es an der neuen Sicherheitsarchitektur?

Basierend auf dem FSoE-Protokoll (Fail Safe over EtherCAT) bietet Flexium+ eine umfassende und modulare Sicherheitslösung mit verteilten E/A-Modulen und Antrieben mit integriertem NUM-STOX-Modul für die STO-Funktion (Safe Torque Off) oder ein NUM-SAMX-Modul für den vollständigen Funktionsumfang (Sicherer Betriebs halt (SOS), Sicher reduzierte Geschwindigkeit (SLS), sichere Richtung usw.). Der Anschluss erfolgt über standardmässige Ethernet-Kabel. Es sind keine exotischen Softwareanwendungen erforderlich, da die Programmierung und Wartung über Flexium Tools erfolgt.

Oder liegt es möglicherweise an den Bedieneroberflächen?

Flexium+ ist mit neuen Peripheriegeräten ausgestattet. Das augenfälligste ist das querformatige Bedienfeld FS192L. Dieser 19-Zoll-Touchscreen unterstützt duale Berührungsgesten und kann die neu entwickelte Bedienoberfläche von Flexium+ gleichzeitig mit mehreren virtuellen Bedienfeldern anzeigen: einer vollständigen Tastatur, einer ISO-Programmiertastatur oder einem vollständig anpassbaren Maschinenbedienfeld. Zusammen mit dem angeschlossenen Bedienfeld MPO5 ermöglicht Letzteres eine effiziente und ergonomische Maschinensteuerung. Das kostengünstige nPad bietet eine bequeme Lösung für die ferngesteuerte Maschinensteuerung. Es steht als kabelgebundene und sicherheitszertifizierte drahtlose Version zur Verfügung. Weitere Peripheriegeräte werden an anderer Stelle dieser Ausgabe von NUMInformation vorgestellt.

Jetzt wollen wir jedoch über die Bedienoberfläche von Flexium+ sprechen: diese basiert zur Aufrechterhaltung der Bedienerfreundlichkeit auf der Bedienoberfläche von Flexium. Sie verfügt jedoch über unterschiedliche Kontexte, die im Hinblick auf ein zeitgemässes Erscheinungsbild vollständig neu gestaltet wurden. Dank neu gestalteter Seiten mit neuen Schriftarten und neuen Farbschemata lässt sich noch einfacher auf Daten zugreifen. Beispielsweise liefert die Diagnoseseite mithilfe von Meldungserweiterungen zur Erläuterung der Fehlerursache jetzt mehr Informationen. Bei Fehlermeldungen stehen weiterhin Hilfsfunktionen zur Verfügung, sodass zur Unterstützung bei der Fehlerbehebung Grafiken, Ausschnitte aus Anleitungen oder der Zugang zu einer Online-Wissensdatenbank bereitgestellt werden kann.

Könnte es an den mit einem Kabel angeschlossenen Motoren liegen?

Die Entwicklung von Flexium+ und der NUMDrive X-Servoantriebe ermöglicht uns die Vorstellung von zwei neuen Servomotor-Produktfamilien – SHX und SPX. Diese verfügen über eine Anschlussmöglichkeit mit einem einzigen Kabel, sowohl für die Energieversorgung als auch für den zertifizierten Digitalsensor. Ein integriertes innovatives digitales Schnittstellensystem ermöglicht die Weiterleitung der Feedbackdaten zu Drehgeberleistung und Position gemeinsam mit Diagnoseinformationen sowie thermischen Daten aus dem Temperatursensor des Motors auf nur zwei abgeschirmten Adern innerhalb des Netzkabels des Motors. Neben niedrigeren Verkabelungskosten und kleineren/leichteren Kabelketten wird durch die geringere Anzahl von Verbindungen die Zuverlässigkeit und die Störfestigkeit gegenüber elektromagnetischen Interferenzen erhöht. Für eine typische Hochleistungs-CNC-Maschinenanlage mit einer Kabellänge von 20 Metern lassen sich durch diese neue Technologie die Gesamtkosten der Motorverkabelung um schätzungsweise 20 Prozent pro Achse senken.

Oder liegt es an der leistungsfähigen Funktion zur Programmierung am Produktionsort?

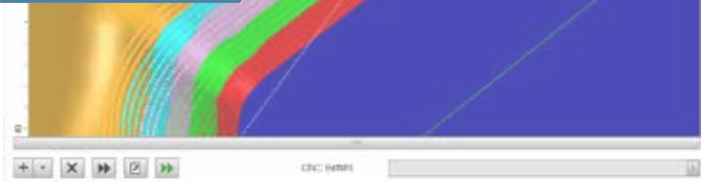
Ungeachtet der zahlreichen anderen Funktionen von Flexium+ stellt die Programmierung am Produktionsort für manche Anwender weiterhin eine wichtige Notwendigkeit dar. Mit Flexium+ wird daher FXCAM vorgestellt, das Grafiken verwendet, um Maschinenbediener von Anfang an durch den Prozess der Erstellung und Ausführung eines Programms zu führen. Wichtig dabei ist, dass der Bediener immer geführt wird, er jedoch gleichzeitig maximale Wahlfreiheit besitzt. Das erstellte Programm kann anschliessend auf einem beliebigen Flexium+ System ausgeführt werden. Als Bestandteil der Bedienoberfläche von Flexium+ steht FXCAM bereits für anspruchsvolle Prozesse wie die Zahnradbearbeitung zur Verfügung. Das ist jedoch noch nicht alles. Zur Unterscheidung ihrer Produkte von denjenigen ihrer Mitbewerber können Maschinenhersteller mithilfe von FXCAM Designer auf einfache Weise ihre eigene Programmierschnittstelle erstellen oder eine vorhandene übernehmen. Dieses leistungsfähige auf einem Computer ausgeführte Werkzeug erstellt, sobald der Bearbeitungsprozess definiert wurde, automatisch alle für FXCAM erforderlichen Dateien. Textübersetzungen in andere Sprachen erfordern keinen zusätzlichen Entwurfsaufwand.

Es ist schwer, zu entscheiden, welches die grossartigste Funktion dieses neuen CNC-Systems ist. Aber, für welches Sie sich auch entscheiden, Sie werden sicherlich zustimmen, dass das + vollkommen berechtigt ist. Zögern Sie nicht, sich mit unseren Vertriebsmitarbeitern in Verbindung zu setzen, sodass Sie erfahren können, wie Flexium+ Sie beim Bau leistungsfähigerer Maschinen und bei der Sicherung Ihres Wettbewerbsvorteils unterstützen kann.

Flexium+

Flexium⁺

Neue Funktionen und Verbesserungen



Flexium⁺ Spindeln

Übersicht

Eine der wichtigsten neuen Funktionen von Flexium⁺ ist die erweiterte Spindelverwaltung. Dank des verbesserten Digitalbusses DISC NT⁺ besitzt Flexium⁺ die Fähigkeit, bis zu 32 Antriebe zu steuern, die jeweils einer Achse oder einer Spindel zugeordnet sein können – und die Steuerungszuordnung kann im Betrieb geändert werden. Daher sind Einheiten mit bis zu 32 Spindeln vorstellbar. Natürlich werden in den meisten Fällen nicht so viele Spindeln vorhanden sein, aber zusammen mit der Leistungsfähigkeit und der Flexibilität unserer CNC und Antriebe eröffnet es neue Möglichkeiten für ein grosses Feld von Anwendungen – von angetriebenen Werkzeugen bis zu Transfermaschinen.

Programmierung

Es ist zwar gut, derart fortschrittliche Funktionen zur Verfügung zu haben, doch sind diese jedoch noch ein Vorteil, wenn sie schwer zu programmieren sind? NUM hat diesem Problem grosse Aufmerksamkeit gewidmet, und das Unternehmen ist bekannt für seine Bemühungen um Softwarekompatibilität und Anwenderfreundlichkeit. Die Hauptspindel wird mithilfe der üblichen Funktionen M3, M4, ... und S für die Drehzahl programmiert, sodass frühere Programme vollständig kompatibel auf Maschinen sind, die bereits mit einer Spindel pro Kanal ausgestattet sind. Da diese ein neues Konzept darstellen, wurde im Fall von Hilfsspindeln natürlich eine neue Programmierungsstrategie erforderlich. Wir haben daher das Konzept der logischen Adressen eingeführt. Jeder Spindel wird eine eindeutige Zahl zugeordnet (1 bis 32), die nur für die Programmierung verwendet wird. Wenn diese Zahl als Suffix verwendet wird, ermöglicht sie die individuelle Adressierung jeder Spindel. Beispiel:

S2500:4 Festlegung der Spindel Nr. 4 auf 2500 U/min

Alternativ kann der Bediener auf die Spindeln auch entsprechend ihres Rangs im Kanal zugreifen (Hauptspindel, Hilfsspindel):

M19#2 Indizierung der zweiten Hilfsspindel

Zusätzlich kann jeder Spindel zur weiteren Unterstützung des Maschinenbedieners ein symbolischer Name zugeordnet werden wie „Bohrereinheit“ oder „Abrichtscheibe“.

Zur Erhöhung der Flexibilität kann der Spindelrang während des Betriebs geändert werden, und Spindeln können von einem Kanal zu einem anderen verschoben werden, vorausgesetzt, dies wird von dem „übergebenden“ Kanal unterstützt. Dies wird mithilfe von drei spezifischen Kommandos ausgeführt:

M61 Freigeben der Spindel, um sie für einen anderen Kanal verfügbar zu machen

M62 Deklaration einer Spindel als Haupt- oder Hilfsspindel mit dem Suffix #

M66 Verwendung einer Spindel als Referenz für den Vorschub pro Umdrehung

Jeder dieser Kommandos kann auf eine logische Adresse oder einen bestimmten Spindelrang angewendet werden.

Leistung

Dank des schnelleren Digitalbusses DISC NT⁺ besitzen die einzelnen Spindeln höhere Leistungsmöglichkeiten.

Drehzahl: 0,01 U/min bis über ... 600.000 U/min

Auflösung: über 8M Inkremente pro Umdrehung entsprechend der maximalen Drehzahl

Dank Flexium⁺ wird NUM seinem erklärten Ziel jetzt noch stärker gerecht als jemals zuvor: Bereitstellung von fortschrittlichen und flexiblen Lösungen für Maschinenhersteller, die einen echten Wettbewerbsvorteil darstellen.

Kontinuierliche Weiterentwicklung des Flexium⁺ 3D-Simulators

Die Flexium⁺ 3D-Simulationssoftware von NUM vereint Werkstücksimulation und Kollisionsüberwachung/-erkennung mit weiteren leistungsstarken Funktionen. Auf diese Weise können Maschinenhersteller Werkzeuge und NC-Programme optimieren, um sie mithilfe virtueller Prototypverfahren der Kinematik einer bestimmten Maschine anzupassen. Dadurch lässt sich der gesamte Prozess der Maschinenteileproduktion zur Verringerung von Werkzeugverschleiss und zur Erhöhung

der Effizienz ohne die Erzeugung von Ausschuss optimieren. Der Simulator visualisiert die Werkzeuge, die kinematischen Eigenschaften der Maschine und den Werkstückrohling im 3D-Format. Das Materialvolumen wird vom Werkstück abgetragen, während sich das Werkzeug entlang der vom CNC-Programm vorgegebenen Bearbeitungsbahn bewegt, wobei das gleiche Volumen kontinuierlich vom Rohling subtrahiert wird.

Im Unterschied zu vielen CAD/CAM-Visualisierungsprogrammen von Mitbewerbern verwendet der Flexium+ 3D-Simulator den vom NUM CNC-Interpolator verarbeiteten NC-Code – im Offline-Modus –, um ein Echtzeitbild der Maschinenoperation bereitzustellen, wodurch die Verbesserung des Gesamtprozesses unterstützt wird. Flexium+ 3D verarbeitet die Teileprogrammierung für in ISO-Code (DIN66025 mit NUM-Dialekt) geschriebene Fräs-, Dreh- und Wasserstrahlschneidanwendungen. Dabei hat der Bediener die Wahl zwischen Werkstück-, Maschinen- und geteilten Ansichten.

Die Flexium+ 3D-Simulationssoftware ist in zwei unterschiedlichen Versionen verfügbar:

- Office-Version: Flexium+ 3D als eigenständige Simulationssoftware zur Verwendung in der Produktionsplanung ohne CNC
- Maschinenversion: Flexium+ 3D als Bestandteil der Bedienoberflächensoftware von Flexium+, zur Verwendung für
 - > Vorsimulation von Teileprogrammen; unterschiedliche Teileprogramme können gleichzeitig zur Programmausführung auf der CNC simuliert werden
 - > Online-Simulation mit gleichzeitiger Ausführung des Teileprogramms in der CNC (Simulation der Achsenpositionen)

Während der Simulation des TCP (Tool Center Point, Werkzeugmittelpunkt) wird der Weg visualisiert (Abb. 1b), der Materialabtrag auf dem Werkstück simuliert (Abb. 1a), und Prüfungen auf Kollisionen zwischen Werkzeug und Maschinenkomponenten werden ausgeführt.

Abb. 1a

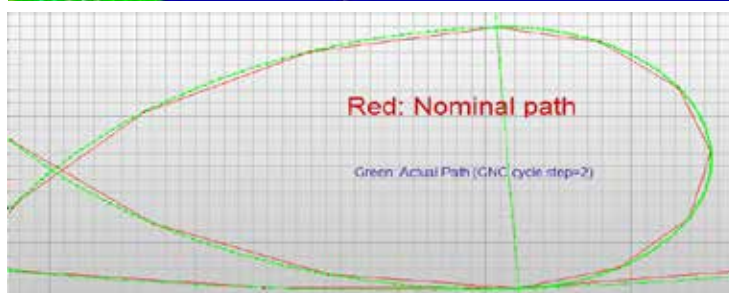
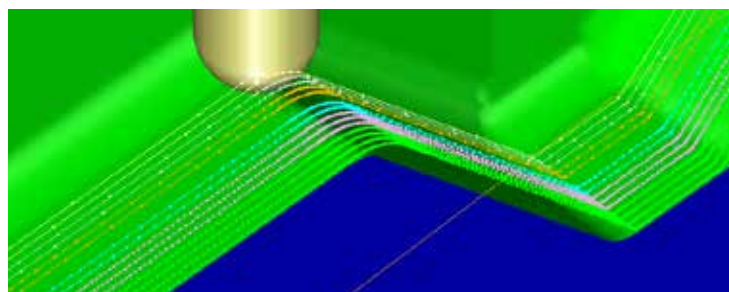


Abb. 1b



3D-Online-Simulation mit CNC-Oszilloskopfunktion

Wie weiter oben erwähnt, ermöglicht die Flexium+ 3D-Online-Simulation die Visualisierung der Achsenbewegung während der Ausführung des CNC-Teileprogramms, während gleichzeitig der Materialabtrag mit den verwendeten Werkzeugen veranschaulicht wird. Die Integration einer CNC-Oszilloskopfunktion ermöglicht eine wesentliche Verbesserung des Verhaltens und der Genauigkeit der Flexium+ 3D-Online-Simulation. Die CNC-Oszilloskopfunktion ermöglicht einen konfigurierbaren Zugriff zum Aufzeichnen, Lesen und Visualisieren von Position und Spindelraten von der Flexium+ CNC, synchron mit ihrem Echtzeittaktgeber. Das System überträgt diese aufgezeichneten Positionsdaten zusammen



mit werkzeugspezifischen Daten (Werkzeug und Werkzeug-Schnittnummer) zur gleichzeitigen Visualisierung zum Flexium+ 3D-Simulator. Diese Informationen, zusammen mit den tatsächlichen Positionsdaten, ergeben den tatsächlichen Werkzeugweg und Materialabtrag.

Diese Verbesserung der Online-Simulation ermöglicht dem Anwender die Analyse kritischer Geometrien (Kanten, kleine Radien, Ecken usw.) oder die Visualisierung des Verhaltens von Achsen im Hinblick auf Geschwindigkeitsprognosen, Beschleunigung und Genauigkeit sowie unerwartete Positionszitterungen. Sie ermöglicht zudem die Untersuchung von Unterschieden zwischen dem Nominal- und dem tatsächlichen Weg (teilweise vergrößerte überlagerte Online-Simulation).

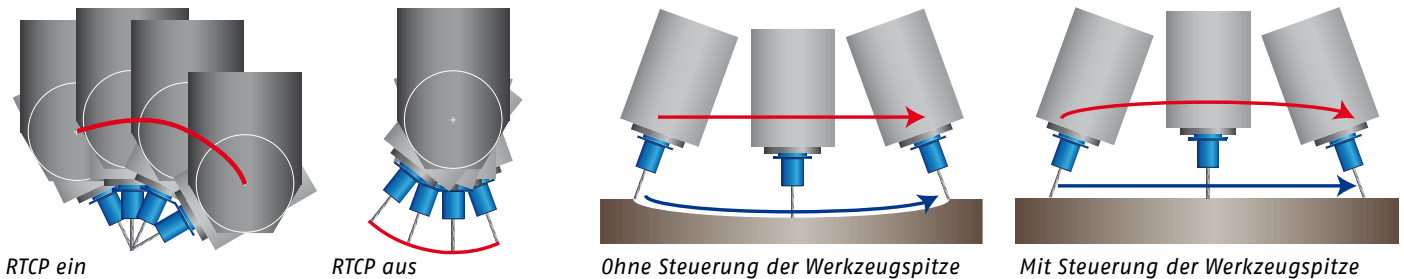
Flexium+

Verbesserungen von Flexium+ 3D-Simulator



Der 3D-Simulator unterstützt erweiterte 5-Achsen-Bearbeitung

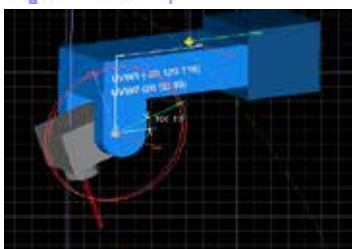
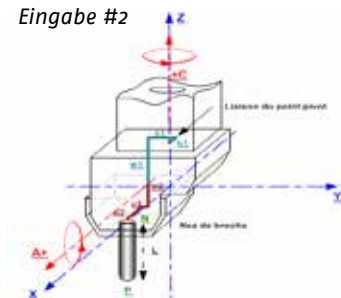
Seit vielen Jahren beinhaltet die CNC-Firmware jeder neuen Generation von NUM CNC integrierte Funktionen für RTCP (Rotate Tool Center Point) sowie für schiefe Ebene. Die RTCP-Funktion wird für Maschinenkinematik mit zusätzlichen drehenden Achsen (A, B oder C) verwendet, um die Werkzeugausrichtung zu ändern, ohne den Kontaktpunkt auf dem Weg zwischen Werkzeug und Teil zu verlassen. Die Funktion ermöglicht eine automatische Kompensation des durch die Bewegung der drehenden Achse verursachten Versatzes der linearen Hauptbearbeitungsachse. Mittlerweile werden 16 standardmäßige sowie spezifische 4- und 5-Achsen-Kinematikmodi definiert und unterstützt. Wenn in dem von den ursprünglichen Koordinaten referenzierten Raum eine schiefe Ebene definiert ist, kann ein neues logisches Koordinatensystem für die Programmierung und Ausführung von geometrischen Formen verwendet werden.



Um Teileprogramme für diese Kinematik analysieren und simulieren zu können, sind die komplexen Koordinaten-Transformationsfunktionen jetzt in die Flexium+ 3D-Software integriert. Die wichtigsten kinematischen Strukturen, die für diese Überlegungen zu RTCP/schiefe Ebene in Betracht gezogen wurden, sind unten dargestellt. Andere Kinematikmodi werden von den drei Hauptkinematikmodi abgeleitet.

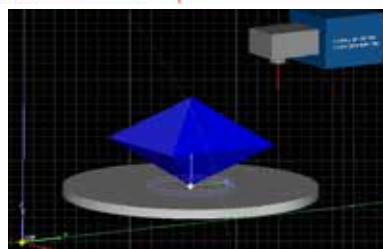
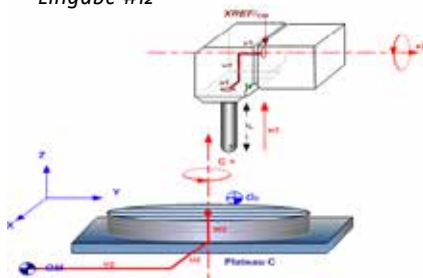
- In zwei Achsen drehbarer Werkzeugkopf
Eingabe #2

Theoretisches Modell

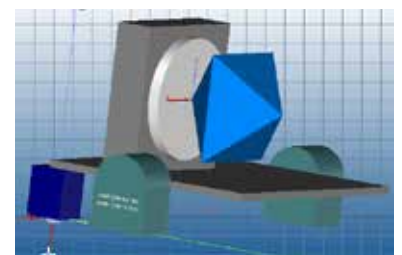
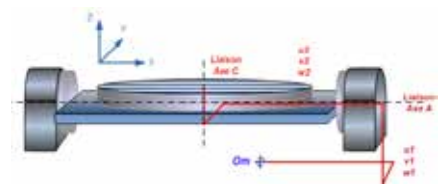


Simuliertes Modell

- In einer Achse drehbarer Werkzeugkopf mit einem einfachen Werkstücktisch
Eingabe #12



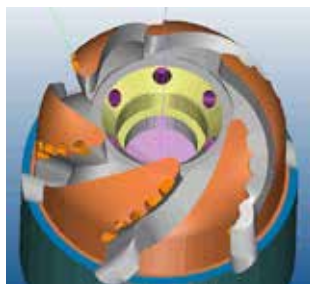
- Werkstücktisch, in zwei Ebenen schwenkbar
Eingabe #15



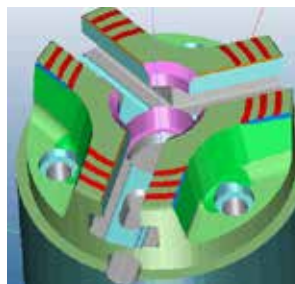
Mit diesen Kinematikmodellen ist die Offline-Simulation des Teileprogramms möglich, ohne die spezifischen Achsen der 5-Achsen-Maschine zu bewegen. Während der Koordinatentransformationen ist auch die Analyse und Bewertung des Teileprogramms sowie die Kollisionserkennung für Maschinenkomponenten wie Tisch, Werkzeug und Teilehalter möglich.

Die Abbildungen unten zeigen zwei simulierte Teile sowie die beiden tatsächlich bearbeiteten Werkstücke, die auf einer kombinierten Fräs- und Drehmaschine mit 5 Achsen (C Drehachse im Teil und B Drehachse im Werkzeug) gefertigt wurden. Beachten Sie die hervorragende Übereinstimmung zwischen den simulierten und den tatsächlichen Teilen.

RTCP-Verarbeitung (5-Achsen):
offline simuliertes Werkstück und Fertigteil



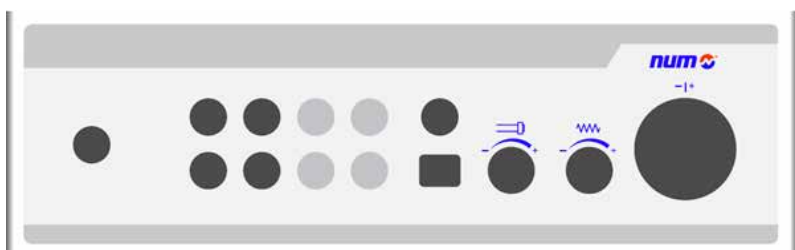
Schiefe Ebene und RTCP-Verarbeitung (5-Achsen):
offline simuliertes Werkstück und Fertigteil



Berührungsempfindliches Bedienfeld im Querformat FS192



Als NUM 2012 seinen hochformatigen PCAP-19-Zoll-Touchscreen (projektiv kapazitiv) vorstellte, wurde damit ein neuer Standard für Bedienfelder in der Werkzeugmaschinenbranche gesetzt. Auf besonderen Kundenwunsch hat NUM jetzt eine Version im Querformat entwickelt. Das neue Bedienfeld FS192L-TS besitzt das gleiche moderne und ergonomische Design wie die Hochformatversion, und es verfügt über dieselbe IP65-Einstufung für den Vorderseitenschutz und IP20-Einstufung für den Rückseitenschutz. Mit dem MPO5L steht auch eine neue passende Version des Maschinenbedienfelds zu Verfügung.



Flexium+

Flexium+ – Der Querformat-Touchscreen FS192 und Verbesserungen der Bedienoberfläche



Der Querformat-Touchscreen FS192 und Verbesserungen der Bedienoberfläche

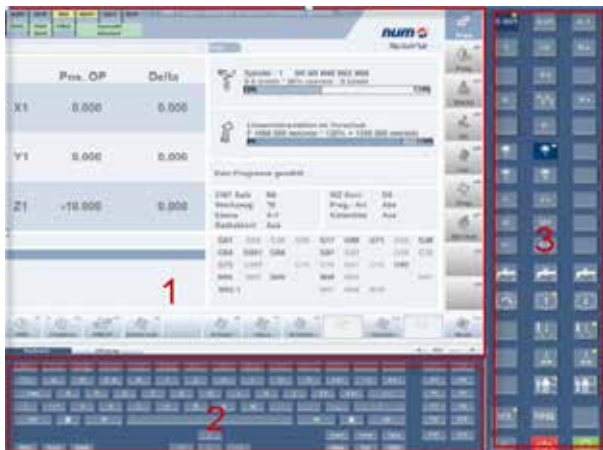
Der neue Touchscreen FS192L-TS im Querformat von NUM besitzt denselben sichtbaren Bildschirmbereich wie der FS192i, er ist jedoch um 90 Grad gedreht und bietet einen symmetrischen horizontalen und vertikalen Sichtwinkel von ca. 170 Grad. Der Bildschirm wird durch 4 mm starkes nicht reflektierendes gehärtetes Hochqualitätsglas geschützt. Glas und Multi-touch-Sensor sind durch schmale Rahmen aus gebürstetem Aluminium mit abgerundeten Kanten vollständig geschützt.

Produktcode	FXPC19LCNNNNNo0 (FS192L-TS)	Details
Display	19 Zoll TFT PCAP	(projektiver kapazitiver Touchscreen)
Auflösung	SXGA	1280 x 1024 (Seitenverhältnis 5:4)
Sichtwinkel	170° horizontal und vertikal	
Kommunikation	3 x USB 2.0 Rückseite 1 x USB Rückseite (PC) 1 x DVI (<= 50 m)	Typ A, 1,5/12/480 MB Typ B Integrierter USB-Hub mit 4 Anschlüssen

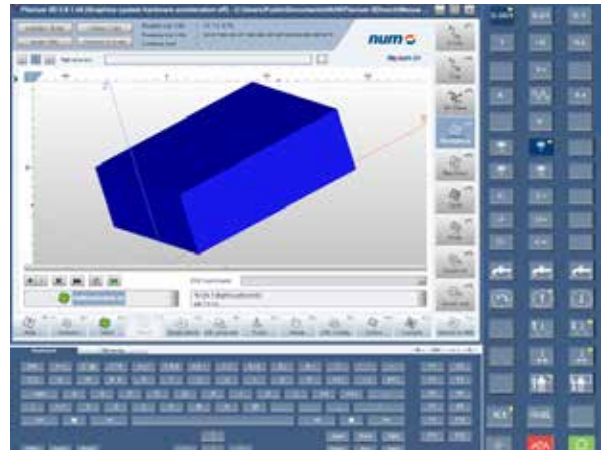
Aus diesem modifizierten Design ergeben sich neue Anforderungen für die Software der Bedienoberfläche, der virtuellen Tastatur und des virtuellen Maschinenbedienfelds sowie für kundenspezifische Anwendungen.

Der Bildschirm ist in drei Bereiche unterteilt, die jeweils spezifische Softwarekomponenten enthalten:

1. Flexium-Bedienoberfläche (oder andere Anwendungen wie Flexium+ Tools, Flexium+ 3D, NUMROTO, NUMROTO 3D oder kundenspezifische Bedienoberflächenlösung), optimierte Auflösung von 1024 x 768
2. Virtuelle Tastatur (vollständige QWERTY-Tastatur, ISO-Programmiertastatur), Auflösung von 1024 x 256
3. Virtuelles Maschinenbedienfeld (CODESYS-Targetvisualisierung oder Bereich für kundenspezifische Anwendungsleiste), Auflösung von 256 x 1024



Aufgeteilte Bedienoberfläche



Aufgeteilte Bedienoberfläche

Visualisierungs- und Tastaturkonfigurations-Fenster steuern Position, Grösse und Verhalten der Bereiche 2 und 3. Diese flexiblen Konfigurationsmöglichkeiten gestatten die Anzeige von Anwendungen im Vollbildmodus oder als strukturierten Teilbereich des 19-Zoll-Monitors. Alle Anwendungsbereiche können mit der Maus oder der Tastatur sowie mit einzelnen Berührungsgesten bedient werden. Duale Gesten der Bedienoberfläche von Flexium+ und Flexium+ 3D können ebenfalls verwendet werden, wenn auf dem Computer der Bedienoberfläche Windows 7/8 als Betriebssystem ausgeführt wird.

Aufgrund des 19-Zoll-Bildschirms und des Sensorrahmens weist das neue Bedienfeld FS192L-TS andere Abmessungen als die bekannte Produktfamilie der FS152-Bedienfelder von NUM auf. Die Gesamtabmessungen sind jedoch mit denjenigen des FS192i/FS192 identisch. Das neue Bedienfeld lässt sich von Maschinenherstellern sehr leicht durch einen einfachen Gehäuseausschnitt integrieren. Das zusammen mit dem Maschinenbedienfeld MP05L verwendete Bedienfeld FS192L-TS bietet modernste Bedienergonomie, sodass Maschinenherstellern ein klares Unterscheidungsmerkmal im Vergleich zu ihren Mitbewerbern zur Verfügung steht.

Tandem-Anwendungen mit MDLUX-Antrieben

Zunächst möchten wir erläutern, was NUM unter „Tandemanwendung“ versteht: dabei handelt es sich um mindestens zwei Antriebe, die unter Verwendung eines anderen Kommunikationsbusses als dem von der CNC verwendeten Standardbus DISC NT+ untereinander Informationen austauschen (in Bezug auf Referenzen oder unterschiedliche Arten von Feedback). In einer NUM-Tandemanwendung gibt es üblicherweise einen Antrieb, der als „Master-Antrieb“ bezeichnet und direkt von der NCK gesteuert wird und einen oder mehrere „Slave-Antriebe“, die ihre Befehlsreferenzen direkt vom Master-Antrieb erhalten. Ein bekanntes Beispiel dafür ist die Spielausgleichanwendung der MDLU2- und MDLU3-Antriebe.

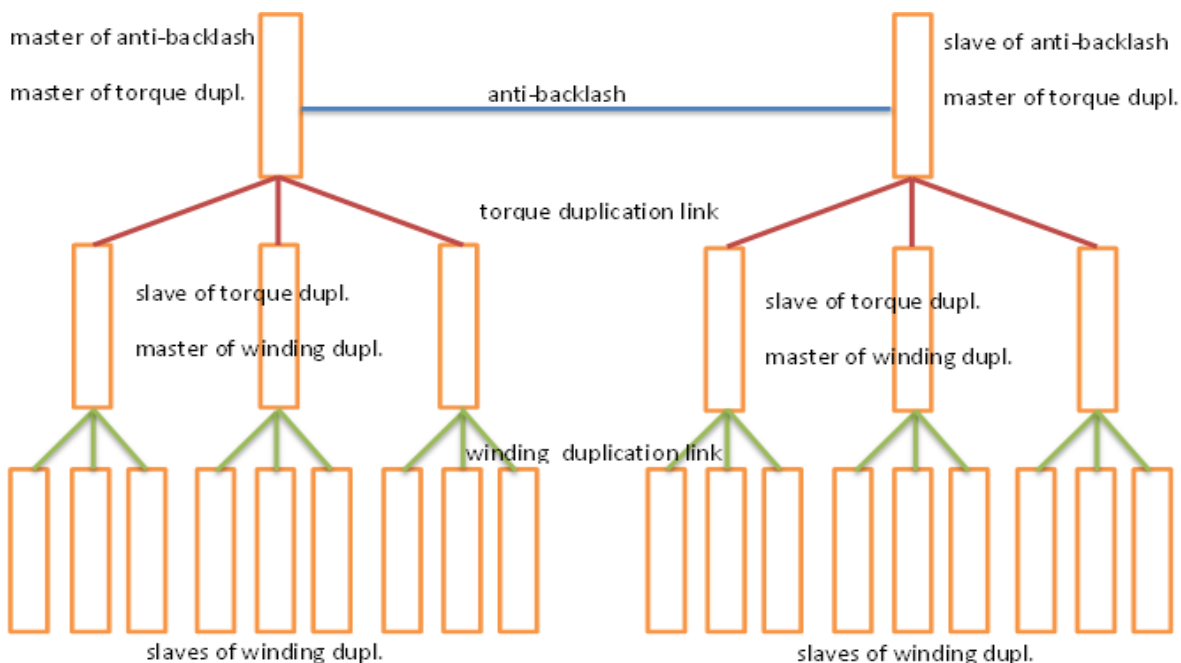
Im Vergleich zu MDLU3-Antrieben sind MDLUX-Antriebe mit zahlreicheren Tandemanwendungen ausgestattet:

- Spielausgleichanwendung
- Drehmomentduplizierungs-Anwendung
- Wicklungsduplizierungs-Anwendung
- Mechatronikanwendungen, die die neue Funktion Drive Embedded Macro verwenden

Darüber hinaus besteht mit MDLUX-Antrieben die Möglichkeit der Erstellung sehr leistungsfähiger hierarchischer Strukturen von Tandemanwendungen. Beispielsweise könnte mit MDLUX-Antrieben eine Tandemanwendung mit 26 Antrieben erstellt werden, die mit der folgenden hierarchischen Struktur organisiert werden:

- Ein Paar von Antrieben für Spielausgleich (Master/Slave)
- wobei sowohl Master als auch Slave Master eine Gruppe von vier Antrieben mit Drehmomentduplizierung sind
- Anschliessend ist jeder Slave-Antrieb mit Drehmomentduplizierung selbst Master einer Gruppe von vier Antrieben mit Wicklungsduplizierung

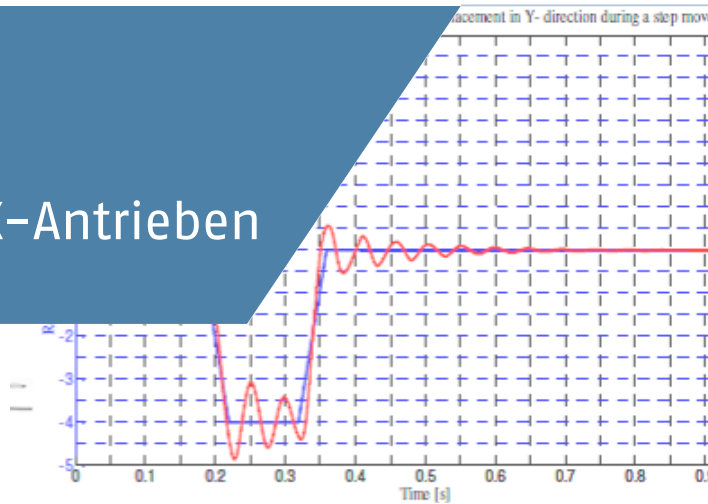
Die Abbildung veranschaulicht die vollständige hierarchische Struktur:



Der einzige Antrieb, der Befehle von der CNC erhält, ist der Spielausgleich-Master, während alle anderen Antriebe ihre Befehle von ihrem eigenen direkten Master der Tandemanwendung erhalten. Daher wird der Positionierungsbefehl von der CNC nur an den Spielausgleich-Master gesendet. Dieser Antrieb gibt den Befehl anschliessend über alle Slaves durch die hierarchische Tandemstruktur weiter. Anschliessend erklären wir die Funktionsweise der einzelnen Tandemanwendungen.

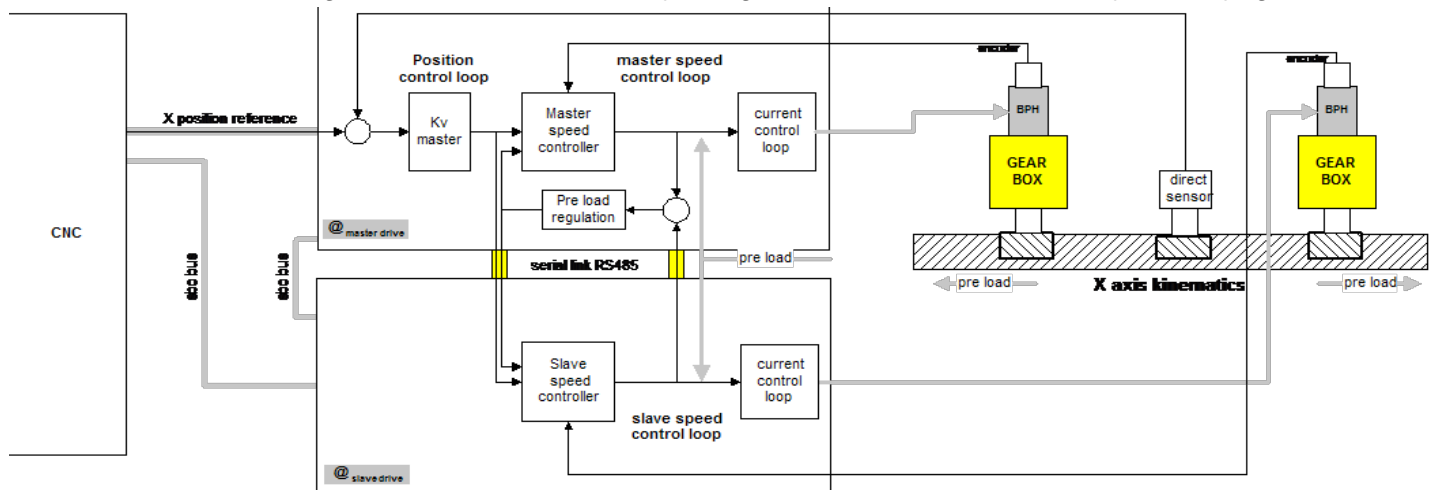
Flexium+

Tandem-Anwendungen mit MDLUX-Antrieben

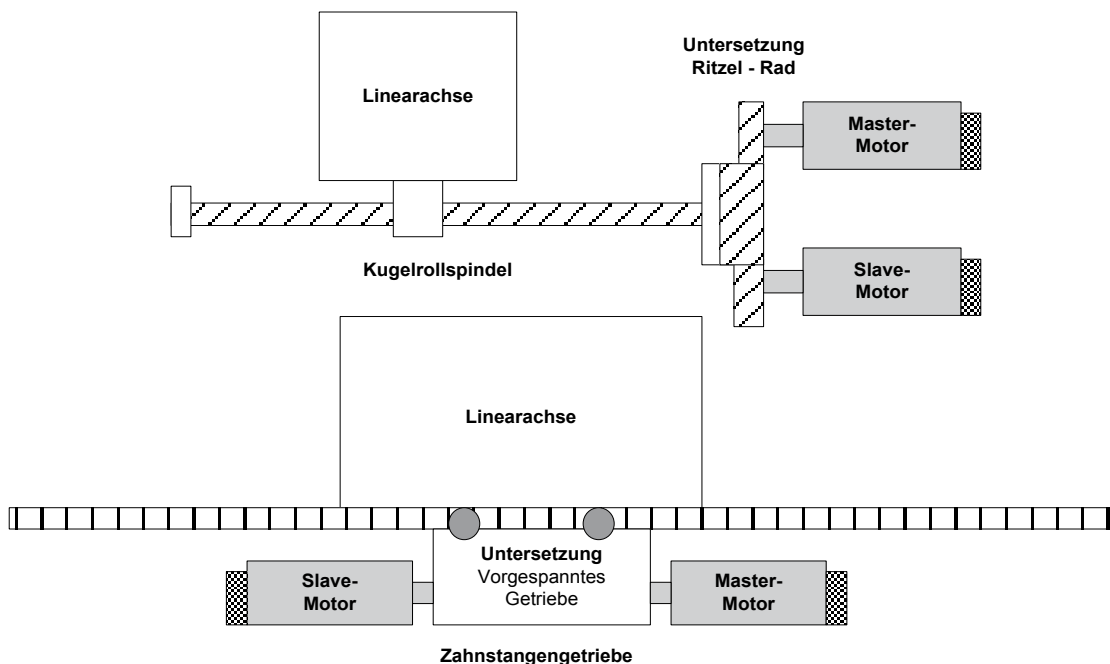


Spielausgleich

Für diese Tandemanwendung werden zwei Antriebe verwendet: ein Master und ein Slave. Das Ziel ist die Implementierung einer elektronischen Getriebe-Vorspannung auf einer Zahnstangengetriebe-Kupplung, sodass jeglicher Spieleffekt beseitigt wird. Der Master versucht, den Drehmomentunterschied zwischen Master und Slave während der Bewegung der Achse so konstant wie möglich zu halten (wobei die Vorspannung des Zahnstangengetriebes konstant gehalten wird). Dies ermöglicht der Achse, der CNC-Positionsreferenz ohne Spiel zu folgen. In derartigen Anwendungen sendet die CNC ihre Positionsreferenz an den Master, der wiederum eine ordnungsgemäße Drehzahlreferenz an seinen Slave-Partner sendet. Der Umfang der elektronischen Getriebevorspannung ist selbstverständlich über Antriebsparameter programmierbar.



Elektronisch vorgespannter Zahnstangenantrieb mit zwei gekoppelten Motoren



Drehmomentduplizierung

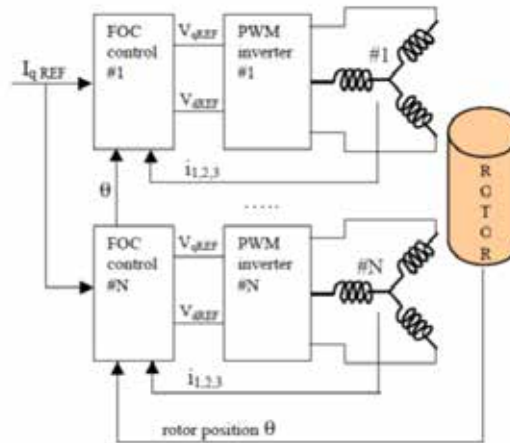
Bei dieser Tandemanwendung werden bis zu vier Antriebe verwendet: ein Master und bis zu drei Slaves. Das Ziel ist die Erhöhung des bereitgestellten Drehmoments bzw. der bereitgestellten Kraft der Achse, indem mindestens zwei (bis zu vier) Motoren parallel auf denselben Achsenwagen einwirken. Eine derartige Anwendung könnte selbst bei fehlender Umkehrbarkeit der mechanischen Kupplung zwischen Motor und Achse verwendet werden. In diesem Fall sendet die CNC ihre Positionsreferenz an den Master, der anschliessend die Referenz des Drehmomentstroms an alle seine Slave-Partner weiterleitet. Jeder beteiligte Antrieb steuert seinen eigenen Motor. Alle Motoren bewegen die Achse parallel (sie wenden ihr Drehmoment auf einen einzigen Achsenwagen an).

Wicklungsduplizierung

Bei dieser Tandemanwendung werden ebenfalls bis zu vier Antriebe verwendet: ein Master und bis zu drei Slaves. Das Ziel ist die Erhöhung des für einen einzelnen Motor bereitgestellten Antriebsstroms, indem mindestens zwei (bis zu vier) Statorwicklungen parallel auf demselben Motor wirken.

In einer derartigen Anwendung steuert jeder beteiligte Antrieb seine eigene Statorwicklung. Der Strom aller Statorwicklungen ist synchron an der Erzeugung eines adäquaten Drehmoments an einem einzigen Rotor des Motors beteiligt.

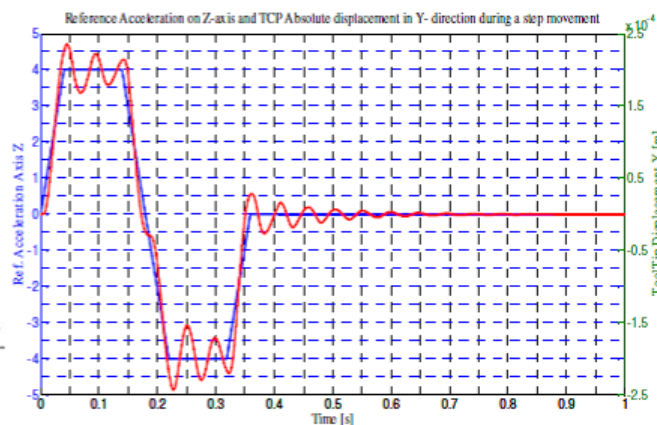
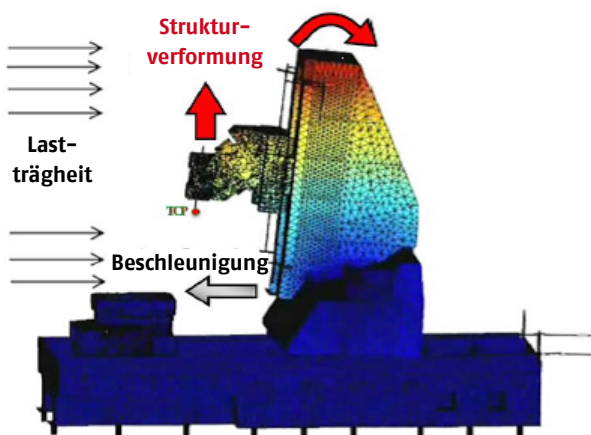
Nur der Master-Antrieb empfängt Feedbackdaten von einem Geberpositionssensor. Alle Slaves sind „sensorlose“ Antriebe. Die NCK sendet ihre Positionsreferenz an den Master, und dieser leitet die dreiphasige Spannungsreferenz an alle seine Slave-Partner weiter.



Dank der Wicklungsduplizierungs-Anwendung war NUM in der Lage, die Achse einer speziellen Maschine zu steuern, die einen Drehmomentstrom von 1000 A effekt. (1400 A max.) benötigte. Der Motor wurde unter Verwendung von einem Rotor und vier separierten Statorwicklungen gebaut, von denen jeder bis zu 250 A effekt. aufnahm. Auch wenn der grösste Antrieb von NUM eine Nennstromstärke von 280 A effekt. besitzt, waren wir mithilfe dieser Funktion in der Lage, die vier Motorwicklungen „parallel zu schalten“ und einen „virtuellen“ Antrieb zu implementieren, der einen Drehmomentstrom von bis zu 1000 A effekt. liefern kann.

Mechatronische Anwendung

In dieser Tandemanwendung werden zwei MDLUX-Antriebe verwendet, ein Master und ein Slave sowie die Funktion Embedded Macro (DEM-X). Das Ziel der Anwendung ist das „Experimentieren“ und die Implementierung neuer mechatronischer Achsenfunktionen wie die unten dargestellte. Dies könnte hilfreich sein bei der Beseitigung von Achsenvibrationen aufgrund der Bewegung anderer Achsen.



Kippeffekt: Strukturverformung durch Lastträgheit bei Beschleunigung in Z und Vibrationen der Werkzeuspitze in Y

In diesem Beispiel versucht die neue mechatronische Funktion, die durch die Beschleunigung der Z-Achse entstandene Oszillation der Y-Achse zu beseitigen. Dies geschieht mithilfe eines adäquaten Kompensationsdrehmoments an der Y-Achse, das mithilfe der Funktion „Drive Embedded Macro“ auf der Grundlage der über die Tandemanwendung empfangenen Informationen zur Z-Achsenbeschleunigung berechnet wurde.

Beide Antriebe werden direkt von der CNC gesteuert, somit folgen beide Achsen ihren eigenen Positionsreferenzen, da beide wie üblich eine Interpolation ausführen müssen. Die mechatronische Tandemanwendung fungiert lediglich als zusätzlicher „Kompensator“, der in die Regelkreise beider Antriebe eingefügt wurde.

Dies veranschaulicht die enorme Leistungsfähigkeit von MDLUX-Antrieben!

Führende Universität setzt CNC- und 3D-Simulationssoftware von NUM für Maschinenbau-Lehrveranstaltungen ein



mit offener Architektur



Das renommierte College of Engineering der Purdue University hat beschlossen, eines seiner wichtigsten Lernlabors mit CNC-Systemen und 3D-Simulationssoftware mit offener Architektur von NUM auszustatten. Durch diese Ausrüstung erhalten die Studierenden CNC-Programmiererfahrung aus erster Hand, und sie können sich mit den Betriebs- und Steuertechniken moderner CNC-Werkzeugmaschinen vertraut machen. Dabei kommt eine leistungsfähige Verbindung aus virtuellen Maschinen und physisch vorhandenen Hochleistungs-CNC-Demonstratorsystemen zum Einsatz.

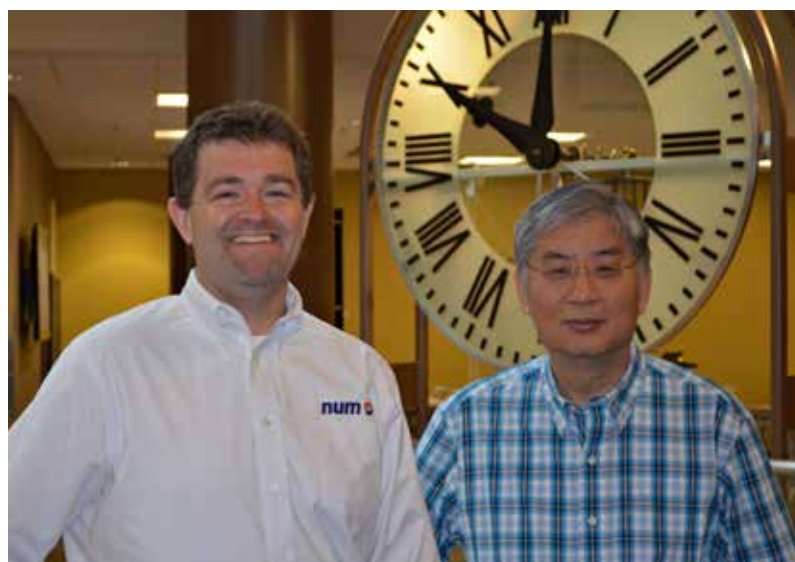
Die Purdue University ist eine der führenden universitären Forschungseinrichtungen der USA und beherbergt eine der grössten ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten des Landes. Das dortige College of Engineering umfasst 14 Schulen und Institute, die jeweils auf eine bestimmte Fachrichtung der Ingenieurwissenschaften spezialisiert sind, und expandiert derzeit stark weiter. Im Rahmen des Ausbaus rüstet die Purdue University das Maschinenbaulabor auf dem Hauptcampus der Universität auf. Das Labor wird hauptsächlich verwendet, um den Studierenden die Grundlagen der CNC-Steuerung und -Programmierung zu vermitteln und ihnen eine Einführung in maschinenbasierte Produktionsverfahren und -techniken zu bieten. Derzeit ist es mit mehreren zweiachsigen CNC-Demonstratoren auf der Grundlage von NUM 760 und CNC-Systemen der Serie 10xx sowie einem 2D-Simulator von NUM ausgestattet.

Professor Yung C. Shin, der für den gesamten CNC-Forschungs- und Lehrbetrieb an der Schule für Maschinenbau verantwortlich ist, erklärt: „Als wir in den 1990er-Jahren das Maschinenbaulabor einrichteten, haben wir uns die CNC-Systeme zahlreicher Hersteller angese-

hen. Die meisten Systeme waren jedoch wie eine Blackbox, sodass ihr Betrieb schwer nachvollziehbar war. Das ist alles andere als ideal, wenn man wie wir die Grundlagen der CNC-Steuerung vermitteln will. Daher haben wir beschlossen, unsere Lehrplattform auf der Grundlage von CNC-Systemen von NUM aufzubauen, vor allem aufgrund der offenen Architektur und der Tatsache, dass NUM uns mit Begeisterung dabei unterstützt hat, ihre Produkte zu diesem Zweck einzusetzen. Die Offenheit der CNC-Systeme, insbesondere in Bezug auf den NC-Code und die I/O-Anlagen, ermöglicht uns, den Datenaustausch zwischen PLC, CNC und Antriebelektronik deutlich zu zeigen, und vereinfacht die Integration mit den anderen Laborgeräten. Da viele CNC-

Maschinen, die wir in unseren Produktionsforschungslabors verwenden, auf CNC-Systemen von NUM basieren, gibt es ausserdem viele Übereinstimmungen bei der Codierung.“

NUM fungiert seit etwa 24 Jahren als CNC-Partner der Schule für Maschinenbau. Steven Schilling, Geschäftsführer der NUM Corporation in Naperville, Illinois, betont, wie wichtig eine so langfristige Unterstützung für Bildungseinrichtungen ist: „Das Personal der Purdue University kann jederzeit auf unseren technischen Support zählen und bekommt immer Hilfe von unseren Ingenieuren, wenn die CNC-Systeme für neue Projekte umkonfiguriert oder neu programmiert werden müssen. Durch diese enge Zu-



Rechts: Steven Schilling (links), Geschäftsführer der NUM Corporation, und Yung Shin C (rechts), Professor für Maschinenbau an der Purdue Universität. Beide stehen vor der historischen Uhr der Heavilon Halle der Universität Purdue

Bildung



Die Purdue Universität hat sich entschieden, eines ihrer wichtigsten Ausbildungslabore mit einer offener CNC Architektur, also einem NUM CNC-System mit 3D-Simulationssoftware auszustatten

sammenarbeit wird gewährleistet, dass die CNC-Laboraausstattung der Purdue University über die neuesten Funktionen und Werkzeuge verfügt, um den Studierenden dabei zu helfen, neue Bearbeitungstechnologien zu entwickeln."

Die jüngste Aufrüstung der CNC-Ausstattung des Maschinenbaulabors ist umfangreich. NUM hat zwei für Fräsanwendungen konfigurierte Flexium-68-CNC-Systeme mit je einem NCK (numerischer Steuerungskern), PLC und HMI sowie mit 3D-Simulatorhardware und -software und zusätzlich Simulator-Dongles für vier PCs geliefert. Flexium



68 bietet eine sehr vielseitige Grundlage für Lehr- und Forschungsanwendungen wie diese, bei denen sich Maschinentyp und Steuerungsansatz im Laufe der Zeit ändern. Der NCK bringt serienmässig bis zu 5 Achsen/Spindeln mit vollständiger Interpolation auf 4 Achsen auf einem einzigen Kanal unter. Durch einzelne NCK-Optionen kann dies auf bis zu 32 Achsen/Spindeln auf bis zu 8 Kanälen mit bis zu 9 interpolierten Achsen pro Kanal ausgebaut werden. Konfigurationen mit mehreren NCK können sogar mit über 200 Achsen umgehen.

Zur Verbesserung der Ergonomie verfügt das Labor über zwei Desktopkonsolen für die Interaktion von Mensch und Maschine. Jede Konsole ist mit einem FS152i-Bedienfeld von NUM und einem MP04-Maschinenfeld mit CAN-Schnittstellen ausgestattet. Die Bedienfelder verfügen über 15-Zoll-LCD-Bildschirme und integrierte Industrie-PCs mit Solid-State-Laufwerken, die mit einer eingebetteten Windows-Version betrieben werden und an das Ethernet-Netzwerk der Universität angeschlossen sind. Jede Konsole kann zur Simulation oder zur Steuerung der CNC-Demonstratoren im Labor verwendet werden. Darüber hinaus hat NUM alle Motoren, Antriebe, Stromversorgungsse-

lemente und sonstige Hardware für zwei weitere zweiachsige Demonstratoren geliefert. Beide verbinden die biaxialen Servoantriebe NUMDrive C der jüngsten Generation mit bürstenlosen BPH-Servomotoren. Eine dieser Maschinen verfügt über die Hochleistungsversion des Antriebs mit Hochleistungsregelkreisen, um die Erforschung von Anwendungen mit sehr schneller oder genauer Kinematik zu ermöglichen.

Mit Hilfe von Flexium können die Studierenden und graduierten Wissenschaftler/-innen der Purdue University CNC-Techniken jetzt sehr detailliert untersuchen. Alle Einstellungen und Programmierungen von CNC, Servoantrieb, I/O und PLC erfolgen mit Hilfe eines einheitlichen Software-Toolsets, um dazu beizutragen, die Lernkurve zu verkürzen, die Produktivität und die Zufriedenheit am Arbeitsplatz zu steigern sowie gemeinschaftliche Anstrengungen zu fördern. Die systeminhärente offene Architektur hat zahlreiche Vorteile. Mit Industriestandard-Editoren und -Sprachen wie HTML, JavaScript, Visual Basic, Delphi, C oder C++ lassen sich einfach anwendungsspezifische HMIs (Mensch-Maschine-Schnittstellen) erstellen oder ändern. Das PLC hingegen lässt sich mit jeder IEC-61131-3-kompatiblen objektorientierten Grafik- oder Textsprache programmieren. Darüber hinaus können Studierende, die eine NCK-Steuerung auf niedriger Ebene benötigen – etwa für Achsentransformationen in Echtzeit –, dynamische Operatoren im Code verwenden, während Techniken wie Echtzeitausgleich durch in die Servoantriebe eingebettete Regelkreismakros entwickelt werden können. Die 3D-Grafiksimulationsmöglichkeiten mit Flexium, die die Purdue University im Maschinenbaulabor schafft, werden die Flexibilität bei der Arbeit signifikant steigern. Bisher





Viele der CNC-Maschinen im Herstellungsforschungslabor laufen auf NUM CNC-Systemen, wie zum Beispiel das lasergestützte Bearbeitungssystem für keramische Materialien. Das neue Labor wird sechs Computerarbeitsplätze haben, die jeweils in der Lage sind, Echtzeit 3D-Werkstücksimulation durchzuführen, ohne dass ein direkter Zugang zu einem CNC-System notwendig ist

war die Simulationssoftware auf eine physische Verbindung zum CNC-System angewiesen, sodass sie jeweils nur von einer Studentin bzw. einem Studenten genutzt werden konnte. Ausserdem war sie auf die grundlegende 2D-Simulation von Pfadzeilen beschränkt. Jetzt verfügt das Labor über sechs separate Simulatoren – zwei an den Desktopkonsolen und vier an Einzel-PCs –, die alle einzeln zur echten 3D-Simulation von Werkstücken fähig sind, ohne auf ein CNC-System zugreifen zu müssen. Zudem werden sechs weitere Netzwerk-PCs installiert, sodass die Studierenden die Simulationen an verschiedenen Standorten durchführen können. Die

Studierenden sind nun in der Lage, jedes ISO-Code-Teilprogramm, das sie geschrieben haben, zu simulieren und zu optimieren und dabei den Mittelpunkt des Werkzeugs sowie den Materialabtrag vom Werkstück vollständig zu visualisieren. Dabei werden sie durch eine automatische Prüfung auf Kollisionen zwischen Maschinenbestandteilen, Werkzeug und Werkstück unterstützt. Die Simulationssoftware unterstützt derzeit das Drehen auf drei bis fünf Achsen und das Fräsen/Bohren sowie das Wasserstrahl- und Plasmakonturschneiden. Dabei kann sehr einfach zwischen den Anwendungen gewechselt werden. Die Software erstellt ein dynamisches

Farbbild und stellt das Werkstück als 3D-Volumen dar, das gedreht und aus jeder Perspektive betrachtet werden kann.

Die Purdue University plant, den Studierenden die neue CNC-Ausstattung ab Herbst zur Verfügung zu stellen. Professor Shin erläutert: „Wir müssen so schnell wie möglich in der Lage sein, mehr Studierenden Erfahrungen aus erster Hand bei der CNC-Programmierung und -Visualisierung zu bieten. Der inländische Automationstechnikmarkt befindet sich dank Verfahren wie der Herstellung von Additiven wieder im Aufschwung, und CNC-Programmierkenntnisse sind wieder sehr gefragt. Die Studierenden sind von der CNC-Programmierung begeistert, weil sie die Ergebnisse ihrer Bemühungen sehen können – sei es am Simulator, am CNC-Demonstrator oder an der Werkzeugmaschine. Deshalb ist unsere neue Anlage ein so wichtiges Ausbildungswerkzeug. Etwa 65 Prozent unserer Absolventen schlagen eine Karriere in der Produktion ein, und viele sind mittlerweile selbst Professoren geworden. Der Gedanke gefällt mir, dass sie sich bei der Einrichtung ihrer eigenen Labors an die Grundlagen erinnern, die wir ihnen vermittelt haben.“



Zukunftsorientierter Maschinenbauer aus Österreich weltweit erfolgreich tätig



Die 1965 gegründete Weingärtner Maschinenbau GmbH ist ein international operierendes Unternehmen und im Bereich der Fertigung von Werkzeugmaschinen für den Energiesektor tätig. Seit über 35 Jahren werden Bearbeitungsmaschinen für die Ölbohrindustrie, den Kunststoffsektor sowie kombinierte Dreh/Fräszentren zur Komplettbearbeitung von schweren, komplexen Teilen, gefertigt. Seit über 20 Jahren arbeiten Weingärtner und NUM von der Projektierung über die Umsetzung bis hin zur Inbetriebnahme eng zusammen.

Weingärtner setzt NUM Steuerungen vor allem bei Maschinen, welche zur Herstellung von Maschinenteilen, wie z.B. Pumpen oder Kernteile für Bohrantriebe, die in der Erdöl- und Gasindustrie verwendet werden, ein. Diese Maschinenteile werden sowohl für die Bohrungen als auch für die anschließende Förderung der flüssigen Rohstoffe, aber auch in anderen Industrien, zum Pumpen von diversen flüssigen Medien sowie Dickstoffen, etc. wo Exzentrerschnecken-Pumpen zum Einsatz kommen, verwendet. Ebenfalls werden die Kernteile für den Bohrantrieb auf den Weingärtner Maschinen mit NUM Steuerungen hergestellt. Die Maschinen bieten die Möglichkeit zum Umfangsfräsen und

Schälen von Statorröten sowie ein- und mehrgängigen Rotoren, die bei Industrie- und Petrochemie Pumpen sowie in den „Mud-Motoren“ eingesetzt werden. Bei der Bearbeitung ist hier sehr wichtig, dass die Werkzeugdrehzahl mit der Werkstückdrehzahl genau synchronisiert und zusätzlich das Drehzahlverhältnis durch den Interpolator beeinflusst werden kann. Dies wurde früher mechanisch gemacht. Heute wird diese Funktion elektronisch durch die NUM CNC Steuerung übernommen und gewährleistet somit höchste Präzision.

In den aktuellen Maschinen von Weingärtner, wie in diesem Beispiel auf einer Vario, welche unten auf

dem Bild zu sehen ist, kommt eine Flexium CNC Steuerung von NUM mit spezieller Synchronisationssoftware zum Einsatz. Diese steuert je nach Maschinentyp bis zu 8 Achsen plus 2 Spindeln mit einem Leistungsbereich von 22 – 90 kW.

„Für Weingärtner Maschinenbau ist die grosse Flexibilität der NUM CNC Steuerungen, aber auch die der Firma NUM insgesamt ein grosses Plus“ sagt Klaus Geissler, Vertriebsleiter Werkzeugmaschinen von Weingärtner. So werden in enger partnerschaftlicher Zusammenarbeit Sonderlösungen gemeinsam erarbeitet und umgesetzt. Es ist nicht eine reine Kunden – Lieferanten Beziehung, sondern eine

Unten: Fertigungsmaschine Typ Vario der Weingärtner Maschinenbau GmbH mit einer Flexium CNC Steuerung von NUM



Rechts: Endkontrolle der Vario Fertigungsmaschine von Weingärtner Maschinenbau, mit einer Flexium CNC Steuerung von NUM

Unten: Exzentrerschnecken wie sie in Pumpen der Öl- und Gasindustrie eingesetzt werden

Unten rechts: Klaus Geissler, Vertriebsleiter Werkzeugmaschinen der Weingärtner Maschinenbau GmbH (links) und Andreas Lumesberger, Verkaufsleiter NUM Österreich (rechts)



echte Zusammenarbeit zwischen zwei Systempartnern, was schlussendlich den Erfolg von Weingärtner aber auch von NUM ausmacht

Die Hauptkunden für Weingärtner sind in der Ausrüstungsindustrie von Öl und Gas Explorationen. Daher ist Weingärtner weltweit tätig, dabei bilden Amerika, die EU und Russland sowie der Asiatische Raum die Hauptabsatzmärkte der Weingärtner Maschinen.

Gleich wie NUM bietet auch Weingärtner eine Gesamtlösung für seine Kunden an. Diese Gesamtlösung bestehend aus Maschine, Werkzeugen, Verfahrenstechnik und CAD/CAM-Software, findet nicht nur Anwendung in der Herstellung von Exzentrerschnecken für Pumpen, sondern auch in der Herstellung von Grosskurbelwellen, Turbinen- und Generatorwellen für Kraftwerke oder auch in der Walzenbearbeitung der Papier- und Stahlindustrie. Das Weingärtner Maschinenprogramm umfasst somit



eine Vielzahl an leistungsstarken Werkzeugmaschinen für die metallverarbeitende Industrie. Vor allem das durchgängige Konzept basierend auf einer robusten Maschine, der Verfahrens- und Bearbeitungstechnologie sowie der völlig integrierten Software zeichnen diese hochwertigen Anlagen aus.

Als vergleichsweise kleine Firmen auf dem Weltmarkt heben sich Weingärtner und NUM durch die kontinuierliche Weiterentwicklung, durch innovative, partnerschaftliche Lösungen, einem starken Team aus hochqualifizierten Mitarbeitern und einem weltweiten guten Servicenetz, von den grösseren Mitbewerbern ab. Dies ist auch die Basis auf welcher der Erfolg der beiden Unternehmen beruht.



Fortschrittlich

3D Wasserstrahlschneiden – Präzision für höchste Qualität



Das weltweit tätige Unternehmen, die Perndorfer Maschinenbau KG, hat sich auf Wasserstrahlschneiden, Wasserstrahlschneidanlagen und Wasserstrahlschneidmaschinen spezialisiert. Zu den Produkten der Firma Perndorfer zählen das CNC gesteuerte 2D und 3D Wasserstrahlschneiden im Hochtechnologiebereich. Zusammen mit NUM wurde nun eine 5-Achs-Wasserstrahlschneidanlage gebaut, welche grosse Werkstücke von bis zu 9000 x 4000 mm Aussenmasse effizient und hoch präzise bearbeiten kann.

1985 von Inhaber Franz Perndorfer gegründet, gehört die Firma Perndorfer mittlerweile zu einem der innovativsten Betriebe in der Branche. Mit rund 60 qualifizierten Mitarbeitern agiert Perndorfer dauerhaft und erfolgreich auf dem internationalen Markt und beweist durch Innovation, Präzision und Qualität eine kontinuierliche Wettbewerbsfähigkeit. Die Zusammenarbeit mit NUM begann bereits vor rund 20 Jahren und ist stetig gewachsen.



Die seit Jahrzehnten angesammelte Erfahrung in Konzeption, Entwicklung und Fertigung von CNC gesteuerten Wasserstrahlschneidanlagen sowie im Sondermaschinenbau gestatten es Perndorfer eine breite Palette in diesen Bereichen und in den damit verbundenen Technologien und Dienstleistungen anzubieten. Spezifische Kundenanforderungen werden in enger Zusammenarbeit mit NUM flexibel und kompetent umgesetzt. Dies geschieht vom Prototypenbau über Gesamtlösungskonzepte und individuell angepasste Anlagen bis hin zu Schulungen, spezifischen Beratungen vor Ort und dem 24 h-Service.

Bei der hier gezeigten Maschine handelt es sich um eine 5-Achs-Wasserstrahlschneidanlage, welche mit einem Wasserstrahl von 4.000 bar, und der Beimischung von

Oben: Bedienpanel Flexium CNC-Steuerung von NUM mit spezifischem HMI von Perndorfer

Unten: Gesamtansicht 5-Achs-Wasserstrahlschneidmaschine von Perndorfer mit aufgelegtem Werkstück



Rechts: Peter Asböck, Projektleiter Wasserstrahlschneiden, Perndorfer Maschinenbau, Johann Humer, Verkaufsleiter, Perndorfer Maschinenbau und Andreas Lumesberger, Verkaufsleiter NUM Österreich

Unten: Der 5-Achs-Wasserstrahlschneidkopf beim Schneiden eines 6 mm dicken Klöpperboden



Abrasiv, Stahlstücke von bis zu 140 mm und Aluminium von bis zu 180 mm Dicke effizient schneiden kann. Der unter anderem hier abgebildete Klöpperboden, welcher aus 6 mm dickem Stahl besteht, kann mit 330 mm Vorschub pro Minute präzise geschnitten werden. Dabei kann jeder gewünschte Winkel des Schnittes programmiert werden. Es ist also möglich, Fassetten zu schneiden, welche bereits für das anschließende Anschweißen von weiteren Werkstücken wie zum Beispiel Flansche, Rohre, Wärmetauscher, etc. vorbereitet sind. Somit ist ein speditiver Arbeitsablauf garantiert.

Es können auf dieser Maschine Werkstücke mit den maximalen Ausmassen von 9000 x 4000 mm seitlicher Länge und bis zu 500 mm in der Höhe geschnitten werden. Je nach Kundenanforderung kann diese beliebig gewählt werden, indem ein entsprechend hohes Portal, an welchem die Z-Achse samt 3D-Schneidkopf montiert ist, bei der Konzeption der Maschine gewählt wird.

Diese Maschine eignet sich also für das 2D Plattenschneiden jeglicher Art oder für das 3D Schneiden von diversen Werkstücken, wie zum Beispiel Rohre, Behälter oder Abdeckungen für Drucktanks, wie diese Klöpperböden, welche hier auf den Bildern zu sehen sind.

Diese Maschine ist so konzipiert, dass diese auch mit einem 5-Achs-Schweisskopf bestückt werden kann und somit auch als Schweissmaschine genutzt werden kann.

Die auf den Tisch aufgelegten Werkstücke können mit dem CNC gesteuerten 5-Achs-Schneidkopf von allen Seiten her optimal bearbeitet werden. Diese Wasserstrahlschneid-

maschine ist mit einer Flexium CNC Steuerung von NUM mit 6 Achsen, Gantry-Funktion, Wasserstrahl- und 5-Achs-Technologie ausgestattet. Wie für Perndorfer ist es auch für NUM wichtig, eine Gesamtlösung zu implementieren. Nur so kann die Qualität durch alle Arbeitsschritte hindurch garantiert werden und zu einem hochpräzisen und qualitativ hohen Endergebnis führen. Die Zusammenarbeit von Perndorfer und NUM erfolgt im engen Dialog bereits vom Anfang eines Projektes, also bei der Konzeption, bis hin zur Abnahme und Inbetriebnahme der Maschine beim Kunden. Es versteht sich von selbst, dass nach der Abnahme der Maschine dem Endkunden über viele Jahre ein kompetenter und gut funktionierender Service geboten wird.

Das präzise und qualitativ hohe Endprodukt, welches dem Kunden durch eine Perndorfer Maschine mit NUM CNC Steuerung geboten wird, garantiert dem Endkunden einen Wettbewerbsvorteil auf seinem Markt. Dieser Wettbewerbsvorteil des Kunden ist sowohl das Ziel als auch die Motivation von Perndorfer und NUM.



Wichtige Weiterentwicklung bei der Automatisierung des Gewindewalzens aus Italien



In Zusammenarbeit mit NUM hat das italienische Maschinenbauunternehmen ORT, das sich heute im Besitz von MICO S.r.l befindet, zusammen mit dem für Endkunden tätigen Ingenieurbüro Cadei eine fortschrittliche Maschine für das Gewindewalzen entwickelt. Die neue Maschine ermöglicht eine verbesserte Steuerung und Genauigkeit des Prozesses zum Steuern der Gewindeeindringtiefe. Dank der Verwendung eines NUM Flexium CNC-Systems ist die Maschine auch sehr einfach zu bedienen – die notwendigen Fähigkeiten können äusserst einfach und schnell erlernt werden. Fast jeder Mitarbeiter beherrscht jetzt den Produktionsprozess, was zu Kostenverringerungen beiträgt und Cadei einen einzigartigen Wettbewerbsvorteil verschafft.

Das Ingenieurbüro Cadei S.n.c. wurde 1972 durch Giacomo Cadei gegründet. Seit 2005 wird das Unternehmen durch seine Kinder Massimo, Cristian und Michela geführt, die jeweils mehr als 20 Jahre Branchenerfahrung haben. Cadei spezialisiert sich in erster Linie auf die Herstellung von Teilen für hydraulische Pressen. Aufgrund seines technischen Fachwissens ist das Unternehmen jedoch in der Lage, seinen Kunden eine vielfältige Produktpalette anzubieten, darunter Komponententeile für Biegemaschinen, Achsen für Eisenbahn-Rollmaterial und verschiedene Arten von pneumatischen und hydraulischen Maschinen. Die Grösse spielt keine Rolle, und die Teile können einen Durchmesser von bis zu 650 mm und eine Länge von bis zu 9000 mm aufweisen. Cadei hat umfassende Investitionen in Maschinenwerkzeug-Technologie auf dem neuesten Stand der Technik getätigt, was hochwertige CNC-Drehmaschinen einschliesst, die durch NUM-Geräte gesteuert werden. Dadurch kann das Unternehmen sicherstellen, dass seine Produkte mit höchster Präzision und Zuverlässigkeit maschinell bearbeitet werden. In den letzten Jahren hat das Unternehmen auch spezielles Fachwissen für das Tieflochbohren von zylindrischen und anderen Querschnitten mit einem Durchmesser von 6 mm bis 150 mm erworben. Bei der Übernahme von ORT Italia hat MICO S.r.l



auch die Rechte am gesamten geistigen Eigentum des Unternehmens bei den angebotenen Gewindewalzmaschinen erworben (einschliesslich der Maschinenzeichnungen, Definitionen der vertriebenen Komponenten, elektrischen/hydraulischen Schaltbilder, Software und Marktbezüge). MICO produziert jetzt diese Maschinen und die zugehörigen Ersatzteile unter dem Handelsnamen ORT Italia und stellt den Endbenutzern zudem technischen Support zur Verfügung.

Allerdings geht die Philosophie von MICO über die einfache Produktion der ursprünglichen Maschinen von ORT und das Bereitstellen von Support hinaus. Das Unternehmen traf die Entscheidung, in die Automatisierung der Maschinen zu investieren, um deren Präzision und Produktivität weiter zu

Oben: Rohstahlteil auf der linken Seite und gepresstes Gewinde für eine Hydraulikpresse als Endprodukt auf der rechten Seite

Links: Die Gewindewalzmaschine in der Produktionshalle von Cadei



Oben rechts: Die Gewindewalzmaschine von der Rückseite, an der 3 NUM Motoren zu erkennen sind

Unten rechts: Die Gewindewalzmaschine von vorn mit einem montierten Werkstück. Darunter: Die Gewindewalzmaschine im Betrieb

Unten: Von links nach rechts, Simone Farina, technischer Leiter von ORT, Cristian Cadei, Direktor von Cadei S.n.c., und Marco Battistotti, Direktor von NUM Italien



verbessern und deren Betrieb zu vereinfachen, um von der Erfahrung der Bediener nicht mehr so abhängig zu sein. MICO ging auch die Gesamtstruktur der Maschinen und mechanischen Bauteile nochmals durch, um diese noch robuster und zuverlässiger zu machen. Einer der wichtigsten Vorteile der neuen Maschinen besteht darin, dass die Präzision bei der dynamischen Kontrolle der Gewindeeindringtiefe im gesamten Gewindewalzprozess verbessert werden konnte. Das neue Automatisierungssystem ermöglicht eine präzisere Festlegung und Steuerung der mechanischen Kraft, die durch die Gewindewalzbacken auf das Werkstück ausgeübt wird, was auch zu einer längeren Lebensdauer der Walzbacken beiträgt. Die Kipp- und Verschiebungswinkel der Walzbacken werden automatisch berechnet (es sind weniger als fünf Minuten erforderlich, um die richtige Phase festzulegen, ohne dass jegliches Material am Werkstück verloren geht), und die Bewegung der Walzbacken in ihre Position erfolgt vollständig automatisch.

Alle automatisch abgeleiteten Parameter in Verbindung mit den angeforderten Bearbeitungszyklen für ein spezifisches Gewinde (unter Berücksichtigung von Abmessungen und Material) können online überwacht werden. Alle erforderlichen Schritte für eine bestimmte Herstellungssequenz können vollständig automatisch ausgeführt werden. Es wurde besonders auf die Entwicklung einer flexiblen Schnittstelle geachtet, damit alle Arten von geeigneten Ladesystemen oder speziellen Zusatzausrüstungen auf einfache Weise in die Hauptmaschine integriert werden können.



Mit dieser neuen Gewindewalzmaschine hat sich Cadei einen Vorsprung vor seinen Konkurrenten gesichert. Dies ist nicht nur auf die präzisen Ergebnisse zurückzuführen, die mit dieser innovativen Maschine erzielt werden können, sondern basiert auch auf der Tatsache, dass die Steuerung durch ein NUM CNC-System erfolgt, was die Bedienung stark vereinfacht. Tatsächlich wurde die Steuerung so einfach, dass Cadei jetzt beliebige Mitarbeiter für den Umgang mit der Maschine einsetzen kann. Diese einfache Bedienung bringt grosse Vorteile bei der Produktivität mit sich: Wenn ein Angestellter nicht anwesend ist, kann seine Arbeit durch andere Mitarbeiter übernommen werden, sodass Ausfallzeiten in der Produktion vermieden werden. „Ausserdem können wir dem Kunden jederzeit ein Endprodukt mit gleich bleibend hoher Qualität anbieten“, so Cristian Cadei, Direktor von Cadei S.n.c. „Durch die enge Kooperation mit NUM konnten wir eine hochgradig präzise und benutzerfreundliche Maschine herstellen, die dem Kunden einen Wettbewerbsvorteil bringt“, so Simone Farina, technischer Leiter von ORT.



Kraftvoll

SOMAB und NUM: seit langem gemeinsam erfolgreich



Maschinelles Bearbeiten auf fünf Achsen, Drehen auf drei Achsen, Schneiden, Richten, Stossen und noch viel mehr: Als SOMAB sein Aushängeschild unter den Maschinen, die Genymab, ausstatten wollte, hat sich das Unternehmen ganz selbstverständlich an die Firma NUM gewandt, die seit jeher sein Partner ist. Die 1985 gegründete SOciété de Mécanique et d'Automatismes du Bourbonnais hat ihr Fachwissen von Ernault Somua geerbt, dessen Maschinen weltweit bekannt sind.

Die Genymab basiert auf einem einfachen Konzept: Es erfolgt ein direkter Übergang vom Rohteil zum Fertigteil, unabhängig davon, welche Vorgänge ausgeführt werden müssen. Um dies zu erreichen, werden die klassischen Achsen X, Z und C durch zwei zusätzliche Achsen Y und B unterstützt. Zahlreiche Optionen ermöglichen die Anpassung dieser Maschine an besondere Anforderungen: Anzahl der Werkzeuge im Lager, verschiedene Fühler, zweiter Schlitten oder Bearbeitungstisch, um nur einige der Optionen zu nennen. Dieses Spindelgetriebe ist auf einer Bank aus Granitgranulat montiert, die auf natürliche Weise die Vibrationen dämpft, deren Grenzen dank Variatoren der Serie NUMDrive C mit fortschrittlichen und leistungsfähigen Algorithmen noch

weiter hinaus geschoben werden. Grossartige Lösungen zeichnen sich häufig durch einfache Benutzung aus. Die Genymab ist da keine Ausnahme. Die Maschine ist ursprünglich mit Axiom Power ausgestattet, wurde jedoch zu Flexium umgebaut, um noch fortschrittlichere Funktionen nutzen zu können. Der Spindeldurchlass in der C-Achse vom Drehen zum Fräsen und umgekehrt sowie die Überprüfung einer geeigneten Ebene erfolgen mittels eines einfachen G-Codes, der die Berücksichtigung der Strukturänderungen validiert und die entsprechenden Funktionen freigibt.

Wir wollen jetzt das Zuschneiden näher betrachten. NUM hat in seine Standard-Software ein „elektronisches Getriebe“



Der Arbeitsbereich der Genymab mit der Zentrierspitze und dem Frästisch auf der rechten Seite

integriert, mit dem die Synchronisierung zwischen einer Walzfräse und dem Teil ermöglicht wird, das zugeschnitten werden soll. Dabei werden zahlreiche Parameter berücksichtigt, um gerades ebenso wie spiralförmiges Schneiden zu ermöglichen, wobei verschiedene Shifting-Optionen zur Verfügung stehen. Die Festigkeit des Werkzeughaltekopfs basiert auf der zugrunde liegenden Konzeption und ermöglicht die Ausführung dieser Vorgänge mit der gewünschten Bearbeitungsqualität. Auch Sicherheitsaspekte werden nicht vergessen, da die Synchronisierungsleistung dauerhaft überwacht wird, um eine Notfall-Freigabe zu gewährleisten, falls unvorhergesehene Ereignisse auftreten sollten. Die Variatoren verfügen über ausreichend Reserveenergie, um selbst bei einem Ausfall des Stromnetzes eine Bewegung in Gang zu bringen. Diese Maschine, die nicht den klassischen Aufbau einer Schneidemaschine auf-



Von links nach rechts: Roland Vesvres, Sales Manager SOMAB, und Bernard Jacquard, Direktor von SOMAB, sowie Elia Barsanti, Direktor von NUM Frankreich

Unten: Beispiel eines Teils, das komplett auf der Genymab realisiert wurde: Drehen + Fräsen + Schneiden

Ganz unten: Das Kontrollpult der Genymab, bestehend aus dem Industriepult FS152i und dem Maschinenpult MPO4



weist, bietet alle nötigen Vorzüge, um jegliche Arten von Profilen umsetzen zu können. Das Teil, das im Allgemeinen durch eine spezifische Achse transportiert wird, wird hier durch die Hauptdrehspindel transportiert, die Achsen X (Spanabnahme) und Y (Shifting) sind vertauscht. Es war ausreichend, die Parametrierung des Algorithmus anzupassen, um diese Besonderheit zu berücksichtigen. Die Programmierung

eines Schneidevorgangs erfolgt in einer einzigen Zeile, die neben der Anzahl der auszuschneidenden Zähne auch die Anzahl der Gewindegänge in der Walzfräse und den eventuellen Drallwinkel festlegt. Daraufhin ermöglichen verschiedene Eintauchzyklen die Herstellung des gewünschten Teils.

Die erhöhte Leistung von Flexium ermöglicht eine weitere Performancesteigerung, was unter anderem auf eine verkürzte Dauer der Probenentnahme und einen leistungsfähigeren Automatismus zurückzuführen ist. Dabei wird die vollständige Kompatibilität der Programmierung beibehalten, natürlich abgesehen von den neuen Funktionen. Die Anpassungsmöglichkeiten der Benutzeroberfläche insbesondere bei der Grafik vereinfachen die Maschinenführung. Mit der FX3D-Simulation kann das herzustellende Teil unter allen Winkeln dargestellt werden (die Ansicht des Schnitts wird gerade entwickelt). Noch interessanter ist aber vielleicht Folgendes: Auf mögliche Kollisionen, die man sich manchmal auf einer komplexen Struktur schwer vorstellen kann, wird hingewiesen, bevor sie schwer wiegende Konsequenzen haben können. Die Programmierung direkt an der Maschine wurde nicht vergessen: Die Genymab verfügt über eine spezifische Ergonomie für die Programmierung, die durch das Werkzeug FXCAM unterstützt werden kann.

Aber selbst das beste System wäre ohne die Betreuung durch Menschen wenig wert. Dies ist ein weiterer Aspekt des Angebots von NUM, mit dem die beste

Lösung für jedes Projekt erzielt werden kann. Dies basiert auf drei verschiedenen Punkten.

- Die aktive Teilnahme: NUM bringt sein gesamtes Know-how bei der Automatisierung ein und bietet die nötige technische Unterstützung mit wertvollen Ratschlägen.
- Die aktive Zusammenarbeit: Bündelung der Kompetenzen mit den Teams des Kunden und gemeinsame Realisierung.
- Die globale Lösung: NUM übernimmt die globale Leitung als Generalunternehmer vom Lastenheft bis hin zu Inbetriebnahme, Ausbildung und Wartung.

Im vorliegenden Fall wurden Beteiligung und Zusammenarbeit realisiert, um SOMAB bei der Übernahme dieser neuen Ausrüstung zu unterstützen, aber auch, um schneller die neuen Funktionen wie die Simulation und das Schneiden zu begreifen. Diese Zusammenarbeit hat sich als wirklich effektiv erwiesen, was auch in der Äusserung von Herrn Jacquard, dem Direktor von SOMAB, zum Ausdruck kommt: „Bei der Genymab handelt es sich um eine Maschine, die (fast) alles kann, wenn sie mit einer leistungsfähigen digitalen Steuerung verknüpft wird. SOMAB hat in NUM einen Lieferanten gefunden, der diese Art von Maschine auf effiziente Weise steuern konnte. So wurde die Integration der Verzahnungsfunktion schnell und problemlos realisiert.“

Und wieder einmal trifft das Motto von NUM perfekt zu: Unseren Partnern fortschrittliche Digitalisierungslösungen bieten, um einen Wettbewerbsvorteil im Interesse aller zu entwickeln.



Effizienz

Grosses CNC-Upgrade-Programm ermöglicht Motorenhersteller wichtiger Fertigungsanlagen zu verlängern



ern, die Lebensdauer



Massgeschneiderte Bausätze und sorgfältige Planung sorgen dafür, dass wichtige Maschinen in weniger als vier Tagen aufgerüstet werden können. Fiat Powertrain führt bei 20 wichtigen Werkzeugmaschinen, die bei der Kurbelwellen- und Zylinderblockproduktion in ihrem Motorenwerk in Campo Largo, Brasilien, verwendet werden, ein Upgrade der CNC-Systeme durch. Das Ziel ist es, die Lebensdauer der Maschinen zu verlängern und künftige Stillstandzeiten zu Wartungszwecken zu minimieren. Für jede Maschine ist ein von NUM eigens konstruierter, massgeschneiderter Bausatz aus einer Hochleistungs-CNC-Einheit sowie Servoantrieben und -motoren erforderlich, um die schnelle Installation zu ermöglichen und für bessere Diagnostik sowie einfacheren Umgang mit Ersatzteilen zu sorgen.

Fiat Powertrain, ein Unternehmen des Fiat-Chrysler-Konzerns, betreibt an strategischen Standorten in aller Welt Produktionsanlagen, darunter vier in Südamerika. Das Werk Campo Largo vor den Toren der brasilianischen Stadt Curitiba ist spezialisiert auf die Herstellung von 1,6-Liter- und 1,8-Liter-„E.torQ“-Flexfuel-Motoren für Mittelklassefahrzeuge, die mit Benzin oder Ethanol betrieben werden können. Das ursprünglich von Chrysler erbaute und 2008 von Fiat erworbene Werk gehört zu den modernsten in Südamerika und spielt für die Marktführerschaft auf dem brasilianischen Automobilmarkt, die Fiat seit 12 Jahren erfolgreich verteidigt, eine wichtige Rolle. Derzeit werden im Werk Campo Largo etwa 230 000 Motoren pro Jahr produziert.

Im Werk Campo Largo kommen im gesamten Herstellungsbetrieb zahlreiche mehrachsige CNC-Transfermaschinen, Bearbeitungszentren und spezielle Werkzeugmaschinen zum Einsatz. Dazu gehört eine Vielzahl von Cinetic-Landis-Kurbelwellenschleifmaschinen, Heller-Maschinen zum äusseren Fräsen und Schleifen von Kurbelwellen sowie Transfermaschinen der Marke Comau – einem Tochterunternehmen von Fiat – zur Motorblockbearbeitung. Insgesamt ver-

Links: Einblick in Fiat's Motorenwerk in Campo Largo, Brasilien

Rechts: Der Haupteingang des Motorenwerks in Campo Largo, Brasilien

fügen die Kurbelwellen- und Zylinderblock-Fertigungsanlagen im Werk über 20 wichtige CNC-Maschinen, die mit über 120 Zufuhrachsen ausgestattet sind. Jede dieser Maschinen wurde ursprünglich über eine CNC-Einheit der Baureihe NUM 1050 mit NUM MDL01 Servoantrieben sowie Servomotoren der Baureihe NUM BMH gesteuert.

Als die CNC-Systeme langsam in die Jahre kamen, befürchtete Fiat Powertrain zunehmend längerer Standzeiten. Es bestand die Gefahr, dass die Fehlersuche und Beschaffung von Ersatzteilen sowie die Durchführung allgemeiner Wartungsarbeiten an den Maschinen zu lange dauern und die Produktion beeinträchtigen könnte. Da die Maschinen mechanisch noch einwandfrei in Ordnung waren, traf das Unternehmen 2012 die strategische Entscheidung, die Lebensdauer der Fertigungsstrecken durch eine Aufrüstung aller 20 Maschinen mit modernen CNC-Steuergeräten, Antrieben

und Motoren zu verlängern. Nach Prüfung der Produkte und Dienstleistungen diverser CNC-Hersteller kam Fiat Powertrain zu dem Schluss, dass NUM für die spezifischen Bedürfnisse der Anlage die beste Upgrade-Lösung bot. Dies vor allem deshalb, weil es sich bei NUM auch um den CNC-Erstausrüster der bestehenden Maschinen handelte und dieser eine sehr schnell umsetzbare Lösung mit dem besten Kosten-Nutzen-Verhältnis anbieten konnte. Tarcisio Cruz Filho, Technical Support Manager im Werk Campo Largo, erläutert: „Die Tatsache, dass wir Maschinen aufrüsten, die täglich für die Produktion gebraucht werden, sorgt für sehr anspruchsvolle Bedingungen. Wir brauchten einen CNC-Zulieferer mit der nötigen Erfahrung und den Ressourcen, um uns bei der Konstruktion und Montage der Systeme hier in Brasilien professionell zu unterstützen. Die Systeme an sich mussten zudem über genau dieselbe Funktionalität wie die bestehende CNC-Ausstattung verfügen. Wir sind



CNC Upgrade



wirklich beeindruckt vom Engagement, mit dem sich das Managementteam von NUM von der Schweiz aus für das Projekt einsetzt. Ebenso sehr schätzen wir die Qualität der technischen Unterstützung durch die Niederlassung in den USA – einschliesslich der Besuche hier vor Ort. Wenn man bedenkt, dass der Markt für diese CNC-Baureihe in Brasilien nicht gerade gross ist, fühlt man sich da wirklich gut betreut.“

Die Austausch-CNC-Systeme mussten auf eine Weise konstruiert sein, die eine schnelle Durchführung des Upgrades ermöglichte – eine überaus wichtige Voraussetzung, um die Produktionsunterbrechungen so minimal wie möglich zu halten. Im Rahmen von Videokonfe-

renzen stellten die Technikerteams von Fiat Powertrain und NUM schnell fest, dass die Axiom-CNC-Plattform von NUM die minimalinvasive Upgrade-Lösung für die Maschinen darstellte, weil sie auf derselben robusten Architektur aufbaut wie die CNC-Geräte der Baureihe 1050 aus der früheren Generation. Auf diese Weise konnten Änderungen an Verkabelung und Software möglichst gering gehalten werden.

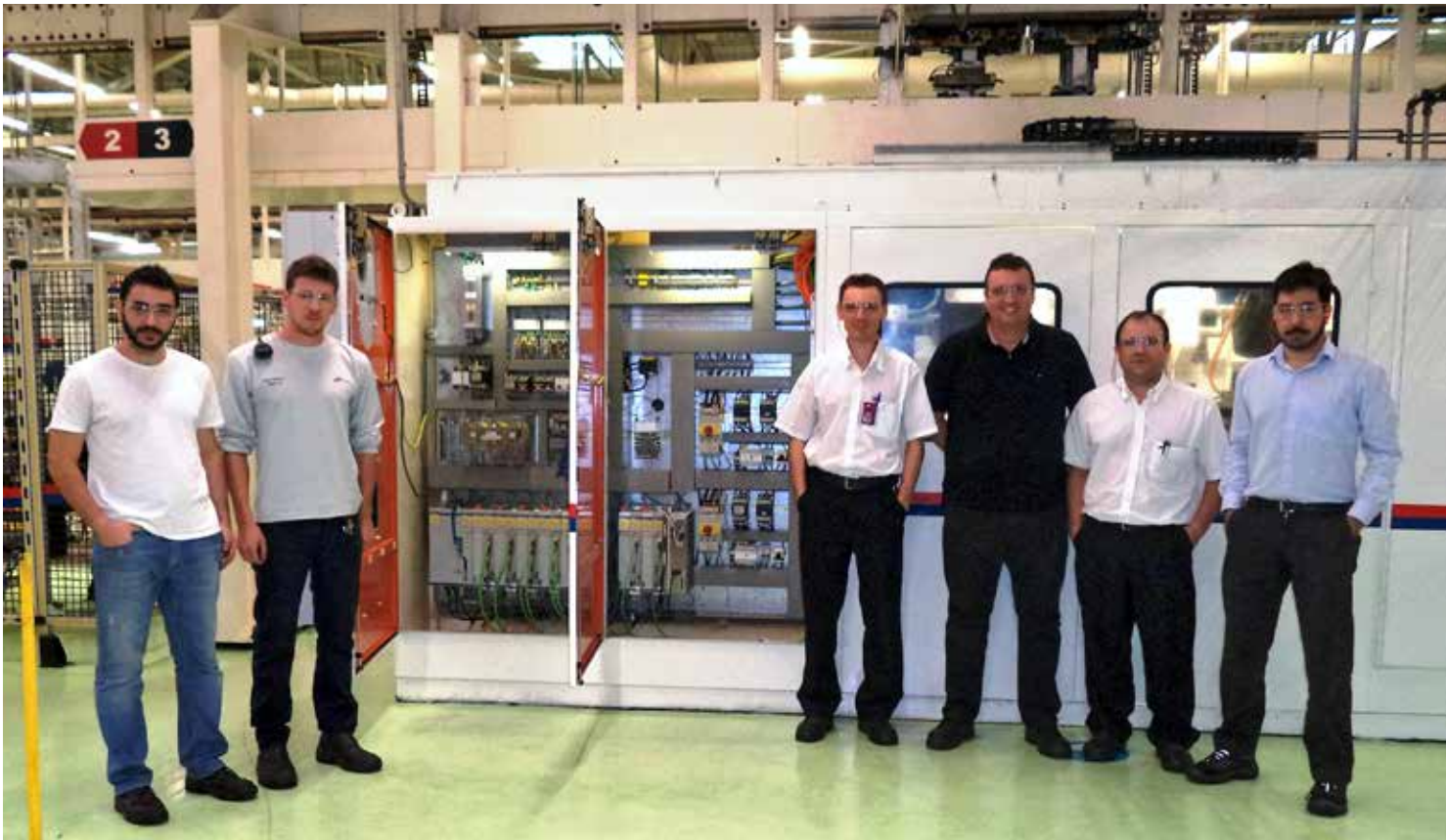
Im Rahmen der CNC-Aufrüstung werden die Servoantriebe an allen Maschinen durch Modelle aus der neuesten Produktpalette NUMDrive C von NUM ersetzt, die zu den effizientesten Antrieben mit der höchsten Leistungsdichte auf dem Markt gehören. Dadurch wird

Oben: vor dem Upgrade basierten die Maschinensteuergeräte auf CNC-Geräten der früheren Generation, nämlich der Baureihe 1050 von NUM

Mitte: die neuen Steuergeräte für die Maschinen basieren auf Axiom-CNC-Geräten von NUM und den modernsten NUMDrive-C-Servoantrieben

Unten: die Kurbelwellen-Produktionslinie in Fiat's Motorenwerk Campo Largo macht umfangreichen Gebrauch von CNC-Maschinen





Von links nach rechts: Wilson Netto, Controls Engineer, Frederico Ferrarini, Maintenance Technician, Everton Stroparo, Maintenance Supervisor, Alexandre Machado, Engineering Coordinator, Mauricio Lopes, Controls Engineer and Tarcísio Cruz Filho, Plant Technical Support Manager of Fiat Powertrain, in Campo Largo, Brasilien

die Montage weiter vereinfacht, weil der Bedarf für komplexe Schrankkühlungsvorrichtungen wegfällt.

Im Rahmen des Aufrüstprogramms war es auch erforderlich, die Motoren an allen Zufuhrachsen der Maschinen auszutauschen. Diese waren ursprünglich mit bürstenlosen Servomotoren der Baureihe NUM BMH ausgestattet. Dabei handelt es sich um robuste Konstruktionen mit mittlerer Trägheit, die bei Werkzeugmaschinenherstellern wegen ihrer diversen Stellenwendungen beliebt waren. Sie wurden jedoch mittlerweile von Motoren der Baureihe BPH von NUM abgelöst, die bessere Leistung und mehr Umweltschutz bieten. Die neuen BPH-Motoren verfügen über physisch identische Wellenenden, Zentrierdurchmesser und Vierkantflansche wie die Geräte der vorigen Generation, sodass sich der Austausch ganz einfach gestaltet. Die Ausrichtung der Strom- und Sensoranschlüsse kann bei der Montage an die Konfiguration der Maschine angepasst werden. NUM bietet auch kurze Adapterkabel an, sodass die bestehende Motorverkabelung nicht geändert werden muss – eine weitere wesentliche Zeitersparnis.

Tarcísio Cruz Filho betont, dass die Aufrüstgeschwindigkeit für den Produktionsplan von Fiat Powertrain wesentlich ist. «Wir haben für jede CNC-Maschinen an unseren Kurbelwellen- und Zylinderblock-Fertigungsstrecken höchstens vier Tage Standzeit zugelassen. Die meisten Maschinen an diesen Fertigungsstrecken wurden mittlerweile aufrüstet und in jedem Fall – selbst bei komplexen Maschinen mit sieben gesteuerten Achsen zuzüglich Spindeln – hat es weniger lang gedauert als geplant. Das sagt viel aus über die Planung und die Konstruktion der CNC-Anlagen aus. Die Diagnostik der Maschinen ist jetzt viel besser und ermöglicht uns wirkungsvollere präventive Wartungsmassnahmen. Unsere Techniker sind mittlerweile auch mit den CNC-Systemen vertraut. Das alles trägt dazu bei, Standzeiten in der Produktion künftig zu verringern. Unser Vorhaben, die Aufrüstung bis zum Jahresende abzuschliessen, verläuft planmässig.»

Die Zusammenarbeit beim Wissenstransfer hat sich als weiterer wichtiger Punkt der Partnerschaft erwiesen. Claudio Rocha, Manufacturing Engineering Director für das Lateinamerika-Geschäft von Fiat Powertrain, erklärt: „Der Informations-

austausch und die Schulung unseres Wartungspersonals durch NUM während der Aufrüstung waren wichtig. Wir schätzen diese offene Herangehensweise und das vom Zulieferer im Rahmen des Programms gezeigte Engagement.“

Steven Schilling, Geschäftsführer der NUM Corporation in Naperville, Illinois, erklärt: „Unsere Ingenieure verfügen über beträchtliche Erfahrung mit sehr speziellen CNC-Maschinen, wie sie in der Automobilindustrie verwendet werden. Seit Langem sind wir auch für den Service der <Grossen Drei> der Autoindustrie in Detroit, Kanada und Mexiko zuständig. In diesem Fall war Fiat an jeder Phase der Aufrüstung in vollem Umfang beteiligt und unter der Anleitung von NUM tätig. Dadurch haben sich die Fiat-Steuerungstechniker im Werk Campo Largo viel Know-how in Bezug auf das NUM-System angeeignet. Dies wird zur Erreichung des Gesamtziels des Projekts beitragen – also die Maximierung der Lebensdauer der Fertigungsstrecken. Dies ist ein hervorragendes Beispiel für die Fähigkeit von NUM, Kunden mit Komplettlösungen zu versorgen – und Fiat bleibt der Konkurrenz einen Schritt voraus.“

CNC Upgrade

Über 50 Jahre Erfahrung und Know-how



Oben links: Hochleistungs-Stufenbohrsenker mit Innenkühlung für Anwendungen in der Luftfahrt

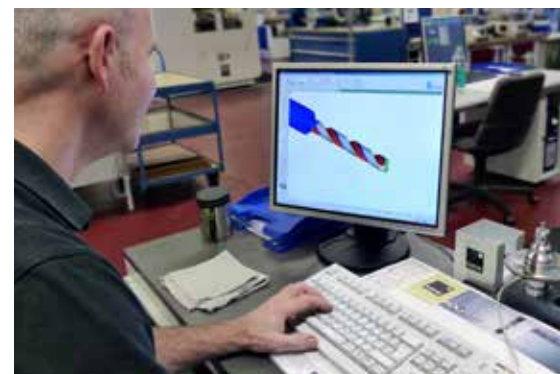
Oben rechts: Stufenbohrsenker mit Diamant-Schicht für die Bearbeitung von CFK



Diese Aussage trifft auf beide Unternehmen, KLENK und NUM mit NUMROTO, gleichermassen zu. Die jahrzehntelange Erfahrung und Forschungsarbeit, die partnerschaftliche Zusammenarbeit, wie in diesem Fall zwischen KLENK und NUM, sowie Anwendern und führenden Forschungseinrichtungen sind der Garant für erfolgreiche und hochwertige Bohr- und Fräswerkzeuge. Diese werden hauptsächlich in High-Tech-Branchen wie z. B. in der Luftfahrt- und Automobilindustrie oder der Medizintechnik eingesetzt.

Das Familienunternehmen KLENK wurde im Jahr 1959 im baden-württembergischen Balzheim gegründet und beschäftigt sich seit über 50 Jahren mit der Entwicklung, Herstellung, Anwendung und dem Verkauf von hochwertigen Hartmetall-Zerspanungswerkzeugen fürs Bohren, Senken, Reiben und Fräsen. KLENK beschäftigt heute über 100 gut geschulte Fachkräfte, die mehrheitlich bereits ihre Ausbildung im Unternehmen absolviert hatten. So stellt KLENK sicher, dass das Wissen und Know-how über die Fertigung von VHM-Sonderwerkzeugen, welche rund 85% des Umsatzes von KLENK ausmachen, in den besten Händen ist. Darüber hinaus ist die persönliche, kompetente und technische Beratung und Projektplanung mit Kunden und Partnern besonders wichtig. Hier knüpft NUM nahtlos an: die über 15 jährige gute Zusammenarbeit mit KLENK fundiert auf einer ehrlichen und fachorientierten

Partnerschaft, ein Ziel zu verfolgen und gemeinsam zu verwirklichen, ganz getreu dem Leitspruch „NUM-CNC-Lösungen verhelfen Maschinenbauern und Anwendern zu einem Wettbewerbsvorteil.“ KLENK sichert sein Know-how aber auch digital ab, indem eine Multiuser-Datenbank von NUMROTO verwendet wird. Damit kann KLENK seinem hohen Anspruch an eine einwandfreie Reproduzierbarkeit der Werkzeuge bei Wiederholaufträgen auch dank der NUMROTO Datenstruktur gerecht werden. Dadurch, dass alle Maschinen von KLENK an der Multiuser-Datenbank angeschlossen sind, kann innerhalb von identisch konfigurierten Maschinengruppen flexibel agiert werden. Dies ermöglicht kurze Reaktionszeiten und eine optimale Ausnutzung der Kapazitäten. Zudem kann jeder Mitarbeiter praktisch auf jeder Maschine arbeiten, da alle Maschinen mit der selben NUMROTO Steuerung versehen sind.



Von links nach rechts: Herr Jörg Federer, Leiter Applikation NUMROTO, der NUM AG, Herr Horst Klenk, Inhaber und Geschäftsführer der Firma KLENK und Herr Klaus Kohlhepp, Bereichsleiter Produktion der Firma KLENK

Unten: Stufenbohrsenker mit S-Ausspitzung und AF-Beschichtung – für ein hohes Mass an Prozess- und Planungssicherheit



Dank der engen Bindung zu Kunden und Lieferanten ist es KLENK möglich sich von der Masse abzuheben und für den Kunden das perfekte, auf ihn zugeschnittene Werkzeug zu entwickeln. Die Bilder auf dieser Seite sind Beispiele für Ergebnisse solcher Entwicklungen. Dabei spielt die Flexibilität von der NUMROTO Softwarelösung im gesamten Prozess eine wichtige Rolle und vereinfacht den Ablauf erheblich. Von der Planung, über die Simulation und natürlich der Produktion, bis hin zur Dokumentation und dem anschließenden Verwalten und Sichern der Daten, kann alles mit NUMROTO erledigt werden.

Werkzeuge für die Flugzeugindustrie

Mit der Flugzeugindustrie arbeitet die Firma Klenk schon lange erfolgreich zusammen. In dieser Branche sind Hochleistungs-Werkzeuge für die Bearbeitung von Aluminium, Titan und Verbundwerkstoffen gefragt. Bei Fräswerkzeugen ist die Nutraumgestaltung und die Zahngeometrie im Bereich des Eckradius sehr entscheidend für die resultierende Oberflächenqualität beim Fräsen sowie für die Standzeit des Fräasers. Dank Messen im Prozess kann eine hohe Genauigkeit auch über grosse Serien garantiert werden.

CFK – Kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff: der Trend-Werkstoff der Zukunft!

Vor allem sehr stark im Trend ist der Werkstoff CFK. Für dieses Material entwickelt KLENK laufend neue Werkzeuggeometrien. Mit CFK kann ein belastbares und widerstandsfähiges Bauteil mit relativ geringem Gewicht konstruiert werden. Im Flugzeugbau wird CFK häufig in Kombination mit anderen Materialien wie Titan oder Aluminium verwendet. Dadurch ergeben sich Verbindungsstellen, an denen gleichzeitig durch zwei oder mehr verschiedene Materialien gebohrt wird. Die verwendeten Stoffe haben grösstenteils spezifische, einander entgegen wirkende Eigenschaften, die die Zerspanung im Materialpaket zu einer Herausforderung machen. CFK hat neben seinen unbestrittenen positiven Eigenschaften auch einen entscheidenden Nachteil: wird das Material gebohrt oder gefräst wirkt das Material extrem abrasiv und verursacht in kurzer Zeit starken Verschleiss am Werkzeug. Das ist vor allem deshalb problematisch, weil die Zerspanergebnisse in den Anwendungsbereichen von CFK allerhöchste Qualitätsanforderung erfüllen müssen. Dazu gehören erstklassige Oberflächengüten, Einhalten von Durchmesser-toleranzen, Vermeiden von Delaminationen und Faserüberständen. Die Spezialwerkzeuge von KLENK meistern auch diese Anforderungen.

Erfahrung



Neue CNC Lösung verbessert automatisiertes Wälzschleifen auf Verzahnungsmaschinen

flexium+

NUM
CNC HighEnd Applications



Diese Lösung macht das Einfädeln deutlich schneller und verbessert das Schleifergebnis auf DIN 3! NUM hat heute eine CNC Hochleistungslösung für Zahnradmaschinen angekündigt, die Wälzschleifen voll automatisiert. Das neue CNC-System enthält eine einzigartige Messtechnologie, von der man glaubt, sie sei eine Größenordnung schneller als vergleichbare Lösungen. Sie reduziert damit die Zeit für das Einfädeln der Schleifschnecke in das Zahnrad und erhöht den Durchsatz erheblich. Diese umfangreiche neue Lösung ist ideal geeignet für Maschinenhersteller, die die Leistung ihrer Zahnradmaschinen verbessern wollen. Sie hilft aber auch Herstellern, ihre Technologien im Verzahnungsbereich um das Wälzschleifen zu erweitern.

Basierend auf NUMs neuester Flexium+ CNC-Plattform, wird die Lösung zum Wälzschleifen nun Teil des Programmpakets NUMgear für die Zahnradherstellung. Ursprünglich für das Wälzfräsen entwickelt, wurde NUMgear kontinuierlich ausgebaut und enthält nun Lösungen für eine grosse Palette von Fertigungsverfahren,

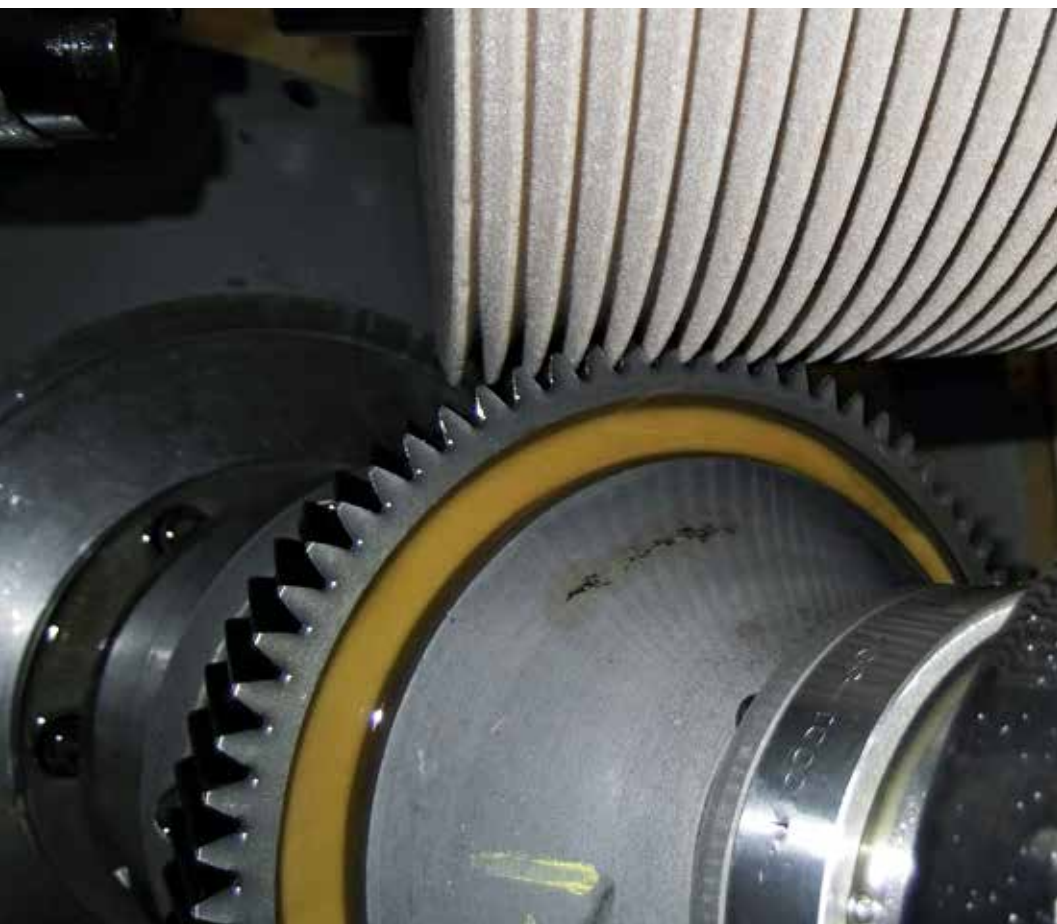
darunter Stossen, Schleifen und Honen. NUMgear wird von einigen der weltweit führenden Hersteller von Zahnradmaschinen eingesetzt.

NUM hat diese neueste Ergänzung des Portfolios von NUMgear entwickelt, als man einem Kunden in Asien behilflich war, die Leistung eines Pro-

totypen einer Wälzschleifmaschine zu steigern. Um die Bearbeitungszeit gegenüber dem aktuellen Stand entscheidend verbessern zu können, hat sich NUM entschieden, spezielle Software zu entwickeln. Hauptziele waren es, die Zeit zu reduzieren, die nötig ist um die Position der Zähne des gehärteten Werkstücks zu ermitteln und die Genauigkeit des Schleifprozesses zu erhöhen.

NUMs neues Produkt bietet eine umfassende Gesamtlösung für Maschinen zur Zahnradherstellung. Das Herz des Systems besteht aus einem elektronischen Hochleistungsgetriebe, das es erlaubt, alle beteiligten Achsen – so etwa die Werkstückdrehachse, X-, Y- und Z-Achse sowie die Werkzeugspindel – voll zu synchronisieren. Im Zuge der Entwicklungsarbeit am neuen Wälzschleifen hat NUM die Leistungsfähigkeit dieses Getriebes erweitert. Es ist nun in der Lage, die Beschleunigung von Achsen und ihre Geschwindigkeit vorherzusagen, und reduziert so die Synchronisierungszeit.

Bei der Herstellung von Verzahnungen erfordert das „Einfädeln“ der Schleifschnecke in die Verzahnung ein kontinuierliches Anpassen der Position der Schleifschnecke in Bezug auf das Werkstück. Ein ähnlicher Vorgang läuft ab, wenn das Abrichtrad in die Wälzschnecke eingefädelt wird. Dabei wird meistens ein Akustiksensord



verwendet, um die Signatur eines Meisterrads zu erfassen und dann die Positionierung im Automatikbetrieb zu steuern. NUMs neue Funktion für die schnelle Zahnradpositionierung macht dies vollkommen überflüssig. So erfordert das Positionieren eines schrägverzahnten Werkstücks mit 180 mm Durchmesser und 71 Zähnen 0,5 Sekunden und ist so genau, dass manuelles Nachjustieren oder akustisches Positionieren überflüssig werden.

Ein weiteres Ziel der Entwicklung von NUM war es, die Zahnräder so präzise wie möglich zu schleifen. Die Schleifmaschine bei NUMs asiatischem Kunden war in der Lage, Zahnräder mit einem Zahnprofil im Bereich DIN 7 zu schleifen. Während der Entwicklung wurde NUM klar, dass die Abrichtscheibe nicht der Spezifikation entsprach. Um dieses Problem in den Griff zu bekommen, ohne Kosten für neues Werkzeug zu verursachen, entschied sich NUM, den Kunden zu unterstützen, indem man die Technologie verbesserte. Das positive Ergebnis überstieg alle Erwartungen und NUMs



Lösung konnte diese Zahnräder konsistent auf 3,5 Mikrometer genau schleifen und mit DIN 3 das Ergebnis um vier DIN Klassen verbessern.

Diese neue Entwicklung im Zahnrad-schleifen ist ein Beispiel für einen der wesentlichsten Grundsätze, die NUMs Geschäftsphilosophie zu Grunde liegen, nämlich die Bereitschaft, die CNC Technologie für Maschinenhersteller anzupassen. NUM unterstützt das mit einer dezentralen F&E Struktur, die Entwicklungsingenieure überall auf der Welt so verteilt, dass sie eng mit den Maschinenbauern zusammen arbeiten können. In diesem Fall wurde die neue Wälzschleiflösung gemeinsam entwickelt von NUMs Zentrale in der Schweiz und dem Technologiezentrum in Chanzhou, China, das sich in der Nähe zu vielen grösseren Zahnradmaschinenherstellern befindet und derzeit massiv ausgebaut wird.

„NUM ist bestrebt, seinen Kunden durch gute Partnerschaft zu helfen, marktführende Maschinen zu entwickeln“ so Peter von Rüti, der CEO der NUM Gruppe. „Unsere Präsenz vor Ort und unsere Bereitschaft, direkt mit dem Kunden zusammen zu arbeiten um technische Fragen sehr schnell zu beantworten, gibt uns beiden einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil.“

NUM ist auf dem CNC Markt einer der ältesten Teilnehmer und hat seine erste numerische Steuerung 1961 angeboten. Die Expansion in Asien ist für NUM vielversprechend geworden, da die Hersteller Leistungsfähigkeit und Qualität ihrer Maschinen immer schneller gesteigert haben. Um diese Entwicklung zu unterstützen, investiert NUM beträchtlich in die Infrastruktur in Asien. Dazu gehören die Eröffnung eines neuen regionalen Unterstützungszentrums in Seoul, Südkorea, und die Erweiterung des Technologiezentrums in Changzhou, China, das 2010 eröffnet worden war.

Peter von Rüti weist darauf hin, dass auch der europäische Markt für NUM und seine Partner vielversprechend sei. „NUMs Fähigkeit, individuelle Lösungen für unterschiedliche Maschinen zu erstellen, bietet mittelgrossen Firmen einen gewaltigen Wettbewerbsvorteil. Unsere offenen und flexiblen Produkte und unsere dezentrale Entwicklungsstruktur in Kombination mit dem Know-how unserer Kunden ergeben einzigartige Chancen am Markt. Wir begrüßen die Möglichkeit, an neuen Projekten mitzuarbeiten.“



Präzision

Fortschrittliche CNC-Systeme unterstützen einen Hersteller von beim Ausbau seines Wettbewerbsvorteils



Fortschrittliche CNC-Systeme von NUM zur Herstellung von Zahnrädern (Verzahnungen) unterstützen Bourn & Koch, Inc., einen Hersteller von Werkzeugmaschinen aus den USA, beim Ausbau seines Wettbewerbsvorteils durch die Verwendung von Software zur Maschinensteuerung auf dem neuesten Stand der Technik. Nach einem äußerst erfolgreichen Projekt zur Migration der Steuerung von leistungsfähigen 7-achsigen horizontalen Walzfräsmaschinen zur CNC-Plattform NUM Flexium nimmt das Unternehmen jetzt eine Standardisierung auf diese Steuerungstechnologie für ein umfassendes Spektrum seiner Zahnrad-Produktionsmaschinen vor.

Bourn & Koch entschied sich, die Zahnrad-Abwalzfräsmaschinen 25H - 400H Series II auf Flexium CNC von NUM zu aktualisieren, wobei die 400H den Anfang machte. Aufgrund ihrer Geschwindigkeit und Leistung kann diese Maschine nicht weniger als sieben Zahnrad-Produktionsmaschinen älterer Bauart ersetzen. Daher findet diese Maschine bei vielen Firmen Verwendung, die grosse Präzisionskomponenten wie Zentralräder und Vorgelegeblöcke, Gewinde, Wellen, Keilwellen und Ritzel maschinell bearbeiten. Die 400H unterstützt die Bearbeitung von Werkstücken mit einem Durchmesser von bis zu 400 mm (16 Zoll) und verfügt standardmässig über einen Arbeitsweg der Achsen von 1.168 mm (4,6 Zoll), der für die Produktion von noch längeren Teilen angepasst werden kann. Bei den Kunden handelt es sich typischerweise um Haupt- und Unterauftragnehmer, die mechanische Antriebsstrangkomponenten und Systeme für Branchen wie Verteidigung und Luftfahrt, Bohrmaschinen für die Öl- und Gasindustrie, Bergbau, Schwermaschinen und Energieerzeugung produzieren.



Bourn & Koch arbeitet seit über 25 Jahren mit der NUM Corporation zusammen und verwendet heute die CNC-Systeme von NUM in vielen seiner Maschinen zur Zahnradformung, zum Walzfräsen und Schleifen. Die CNC-Systeme finden darüber hinaus in verschiedenen weiteren Typen von Abspannmaschinen und bei zahlreichen Projekten zum Upgrade auf CNC-Steuerungen und zur Maschinennachrüstung Verwendung. Sowohl die Unternehmen als auch deren Kunden profitieren von dieser Zusammenarbeit. Die gemeinsam entwickelte Dialogsoftware wurde von einer Reihe von Kunden von Bourn & Koch als wichtiger Faktor für ihre Kaufentscheidung bei Maschinen genannt.

Die Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI) der Zahnrad-Walzfräsmaschine 400H nutzt die Fähigkeiten der Software in vollem Umfang aus. Zu diesem Zweck wird ein Dialog im herkömmlichen Stil mit leistungsstarken Grafiken kombiniert, sodass der Maschinenbediener ISO-Sprachen weder verwenden noch kennen muss. Um ein Teil herzustellen, gibt der Bediener einfach Informationen zur Maschinenkonfiguration wie Schneidgeschwindigkeiten sowie Werkstück- und Werkzeuggeometrie ein. Zu diesem Zweck stehen einfache Menüs zur Verfügung, in denen die leeren Stellen ausgefüllt werden müssen. Bei diesem Vorgang wird der Bediener durch klare und eindeutige Abbildungen des Abwalzfräswerkzeugs und



n Werkzeugmaschinen aus den USA

Bourn & Koch bietet jetzt Flexium CNC von NUM auf seiner leistungs-fähigen 7-achsigen horizontalen Zahnrad-Abwalzfräsmaschine 400H Series II an und plant für viele vorhandene und neue Konstruktionen die Standardisierung auf diese Steuertechnologie



des resultierenden Zahnradteils unterstützt. Alle Berechnungen, die für das Erstellen des Maschinensteuerprogramms für ein bestimmtes Teil erforderlich sind, werden vollständig automatisch ausgeführt.

Das Unternehmen entschied sich daher selbstverständlich für die Migration des Designs zur NUM Flexium CNC-Plattform. Tim Helle, Präsident von Bourn & Koch, erläutert die Entscheidung: „Wir bieten den Kunden eine Auswahlmöglichkeit bei der verwendeten CNC-Technologie, wobei NUM die Standardlösung bei den meisten unserer Zahnrad-Walzfräsmaschinen ist. Unsere Firmenpolitik besteht darin, die aktuellste Technologie zu verwenden, um die Leistung und Rentabilität unserer Maschinen zu optimieren. Dieser Ansatz führt auch zu ständigen Vereinfachungen bei der Bedienung der Maschinen, was weniger Schulungsaufwand erfordert. Zudem sind Ersatzteile schnell verfügbar, was die Betriebszeiten der Maschine verlängert und die Supportkosten der Kunden verringert.“ In dieser Hinsicht hatte



der Wechsel zu NUM Flexium CNC auch technische Vorteile: Aufgrund der schnelleren Blockverarbeitung und Schleifenaktualisierung des Systems ergab sich die Möglichkeit, die Zykluszeit der Maschine zu verringern und deren Präzision weiter zu verbessern. Flexium verfügt auch über mehr NC-Speicher onboard, ein viel breiteres und vereinheitlichtes Spektrum an PLC-Software-Entwicklungswerkzeugen und bietet den OEMs mehr Freiheit beim Erstellen von anwendungsspezifischen Mensch-Maschine-Schnittstellen (HMI). Diese Flexibilität hinsichtlich Steuerung und HMI-Anpassung ermöglichte es Bourn & Koch, verschiedene Betriebsaspekte der Zahnrad-Walzfräsmaschine zu verbessern.

Wenn die aktuellste Zahnrad-Walzfräsmaschine 400H Series II mit NUM CNC angeboten wird, basiert die gesamte Maschine auf der Technologie zur Bewegungssteuerung von NUM. Die einzige Ausnahme ist der Werkstück-Spindelmotor (C-Achse), bei dem es sich um eine spezielle Direktantriebseinheit mit Flüssigkeitskühlung handelt, die ein Drehmoment von 560 Nm bei 110 U/Min. erzeugen kann. Zusätzlich zu einem Flexium 68 NCK (Numerical Control Kernel) – dem leistungsfähigsten Modell von NUM, das bis zu 32 vollständig interpolierte Achsen oder Spindeln steuern kann – und der zugehörigen programmierbaren Steuerung (PLC) liefert NUM die gesamten I/O-Komponenten sowie alle Antriebe und Servomotoren, die an der Maschine verwendet werden.

Tim Helle äussert sich wie folgt dazu: „Wir haben technischen Support von der NUM Corporation erhalten, um den Übergang von Axiom zu Flexium CNC-Systemen erfolgreich zu bewältigen. Dadurch konnten wir bereits mit dem Einsatz dieser CNC-Plattform in unserem Angebot an Zahnrad-Walzfräsmaschinen beginnen.

Längerfristig beabsichtigen wir, die NUM Flexium CNC-Technologie für alle unseren neuen Zahnrad-Walzfräsmaschinen anzubieten.“

Alle sieben Achsen der Zahnrad-Walzfräsmaschine einschliesslich des Werkstück-Spindelmotors werden durch Flexium 68 CNC und NUMDrive C-Servoantriebe gesteuert. Die radialen (X) und axialen (Z) Zufuhrachsen sowie die Achsen für Walzfräskopf (Y), Walzfräsneigung (A) und Reitstock (W) sind allesamt programmierbar und werden durch die Servomotoren der NUM BPH-Serie mit mittlerem Massenträgheitsmoment angetrieben. Die Kraft, die durch den Reitstock-Servoantrieb ausgeübt wird, kann im laufenden Betrieb während des Maschinenzyklus geändert werden, um die sich ändernde Masse des Teils zu berücksichtigen und das Auftreten von Nachlauf Fehlern zu vermeiden. Der Wälzfräser (B-Achse) wird durch einen asynchronen NUM AMS-Motor angetrieben, an dem ein Multiturn-Drehgeber mit hoher Auflösung angebracht ist, der wiederum durch einen NUMDrive C-Servoantrieb gesteuert wird. Ein weiteres NUMDrive C-Modul steuert den Werkstück-Spindelmotor mit Direktantrieb.

Aus Gründen der Einfachheit und Benutzerfreundlichkeit ist die Zahnrad-Walzfräsmaschine 400H mit einem Bedienfeld NUM FS152i mit Tastatur ausgestattet, das auf der Vorderseite der Maschine auf einem ergonomischen Schwingarm angebracht wurde. Auf der Bedientafel wird ein 15-Zoll-Touchscreen mit einem Industrie-PC kombiniert, auf dem das Betriebssystem Windows Embedded ausgeführt wird. Der PC verfügt über eine SSD und einen Dual-Core-Prozessor, um eine schnell ansprechende Mensch-Maschine-Schnittstelle zu ermöglichen. Eine Reihe von Maschi-

Wettbewerbsvorteil



Die Zahnrad-Abwalzfräsmaschine 400H Series II verwendet die kompletten Fähigkeiten des vierachsigen elektronischen Getriebes von NUMgear, der verbreiteten Lösung für das Zahnrad-Abwalzfräsen von NUM, um die Produktion von komplexen Zahnradteilen zu beschleunigen

nenfunktionen wie positiver/negativer Versatz und manuelles Übersteuern der Geschwindigkeit von ausgewählten Achsen sowie die Notfall-Ausschaltung können auch per Fernbedienung mithilfe eines tragbaren und über Kabel verbundenen Handrads gesteuert werden.


Die Maschine verwendet die kompletten Fähigkeiten des vierachsigen elektronischen Getriebes von NUMgear, der verbreiteten Lösung für das Walzfräsen von NUM, um dadurch die Produktion von komplexen Zahnradteilen zu beschleunigen. In Verbindung mit den integrierten Hochgeschwindigkeits-Synchronisationseinrichtungen ermöglicht dies die Anpassung der axialen und radialen Zufuhr und der Wälzfräskopf-Shiftachse an die Werkstückspindel. Die Verwendung des elektronischen Getriebes erfolgt vollständig automatisch. Der Maschinenbediener muss lediglich die grundlegenden Daten für die Zahnradherstellung wie die Anzahl der Zähne und der Gänge des Fräasers sowie das Zahnradmodul – die 400H unterstützt ein Zahnradmodul von 6,4 – und den Steigungswinkel eingeben, um eine spezifische elektronische Verzahnungsfunktion zu definieren und zu aktivieren.

Auf das Management des Werkzeugverschleisses wurde besonderer Wert gelegt. Die Software überwacht kontinuierlich den Zustand des Wälzfräswerkzeugs und verwendet eine vorprogrammierte tangentielle Wälzfräs-Schaltsequenz, um sicherzustellen, dass während der Zahnradproduktion stets eine effiziente Schneidekante eingekuppelt ist. Dabei handelt es sich um einen komplett automatischen Prozess, der sogar während eines Maschinenzyklus aufgerufen werden kann. Ausserdem wird der Bediener immer darauf hingewiesen, wenn es an der Zeit ist, die Wälzfräse zu überprüfen oder zu ersetzen. Unbeschädigte Walzfräsen können viele Male neu geschliffen oder beschichtet werden, bevor sie endgültig abgenutzt sind, was einen wichtigen Beitrag zur Minimierung der Werkzeugkosten leistet. Die Synchronisation des Walzfräskopfs wird während des gesamten Schaltprozesses beibehalten, um die Häufigkeit des Auskuppelns und erneuten Einkuppelns zu minimieren und Schäden an Werkzeug oder Werkstück zu vermeiden.

Bourn & Koch nutzt auch die Funktion der Software zur kontaktfreien automatischen Ausrichtung, um den Durchsatz durch die 400H zu verbessern. Dies erfolgt durch die automatische Synchronisation eines Werkstücks, an dem bereits Zähne vorhanden sind, mit den Bohrgewinden der Schneidevorrichtung an der Wälzfräse. Dies wird in erster Linie für Zahnräder verwendet, die neu geschnitten werden, oder für das erneute Walzfräsen (oder Walzschälen) von Schräg- oder Geradstirnrädern nach der Wärmebehandlung, um Verwindungsfehler zu verringern.

Steven Schilling, Geschäftsführer der NUM Corporation in Naperville, Illinois (USA), bringt es auf den Punkt: „Bourn & Koch ist ein wichtiger Geschäftspartner und einer der Kunden, die wir am meisten schätzen. Das Unternehmen verfügt über eine grosse Kundenbasis mit Maschinen, die mit den CNC-Systemen von NUM ausgestattet sind. Für viele dieser Kunden ist wiederum Benutzerfreundlichkeit ein zentrales Unterscheidungsmerkmal bei Maschinenwerkzeugen. Die Entscheidung des Unternehmens, Flexium als CNC-Plattform für alle NUM-basierten Angebote zu übernehmen, ist sowohl in technischer als auch wirtschaftlicher Hinsicht eine bemerkenswerte Auszeichnung. Wir erhöhen gerade den Umfang der fundierten Produktschulungen für die Teams, die für technische Entwicklung, Inbetriebnahme der Maschine und Kundensupport zuständig sind, um diese Initiative zu unterstützen.“

Steven Schilling, Geschäftsführer der NUM Corporation in Naperville, Illinois (USA), bringt es auf den Punkt: „Bourn & Koch ist ein wichtiger Geschäftspartner und einer der Kunden, die wir am meisten schätzen. Das Unternehmen verfügt über eine grosse Kundenbasis mit Maschinen, die mit den CNC-Systemen von NUM ausgestattet sind. Für viele dieser Kunden ist wiederum Benutzerfreundlichkeit ein zentrales Unterscheidungsmerkmal bei Maschinenwerkzeugen. Die Entscheidung des Unternehmens, Flexium als CNC-Plattform für alle NUM-basierten Angebote zu übernehmen, ist sowohl in technischer als auch wirtschaftlicher Hinsicht eine bemerkenswerte Auszeichnung. Wir erhöhen gerade den Umfang der fundierten Produktschulungen für die Teams, die für technische Entwicklung, Inbetriebnahme der Maschine und Kundensupport zuständig sind, um diese Initiative zu unterstützen.“



NUM investiert in Taiwans künftige CNC-Arbeitskräfte



Zu den Leitsätzen von NUM gehört, Maschinenbauern einen Wettbewerbsvorteil zu verschaffen. Um diesen Wettbewerbsvorteil auch langfristig zu sichern, ist es wichtig, die Maschinenbauer von morgen aktiv zu unterstützen.

Zur Stärkung der Beziehungen zwischen Industrie und Hochschule sowie zur Förderung der industriellen Entwicklung hat NUM Taiwan Ltd. der Feng Chia University (FCU) in Taichung, Taiwan, CNC-Controller im Wert von über TWD 1,2 Millionen gestiftet. Diese sollen für fünfschichtige Zahnradfräsmaschinen eingesetzt werden. Der Rektor der Universität, Dr. Lee, der Global Business Director von NUM, Jan Koch, sowie der Generaldirektor von NUM Taiwan, Adrian Kiener, un-

terzeichneten am 29. April 2014 eine Zusammenarbeitserklärung, die auch alle Details bezüglich der Stiftung regelt. Von der Zusammenarbeit profitieren sowohl die Studierenden als auch die Dozierenden.

Dr. Lee zufolge ist der Werkzeugmaschinenbau der wichtigste Industriesektor in Zentraltaiwan. Die Zusammenarbeit zwischen Industrie und Hochschule ermöglicht es der Universität, ihren Lehrplan und ihre

Ausbildung noch stärker an den Bedürfnissen der Industrie zu orientieren. So wird sichergestellt, dass Studierende die Kernkompetenzen und das Fachwissen erlangen, die für eine erfolgreiche Karriere in der Maschinenindustrie der Zukunft erforderlich sind.



NUM für Sie...

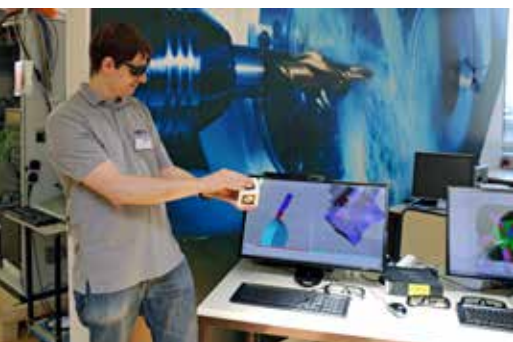
NUM ist für Sie da
Ihr verlässlicher Partner

NUM eröffnet neues Service- und Logistikzentrum

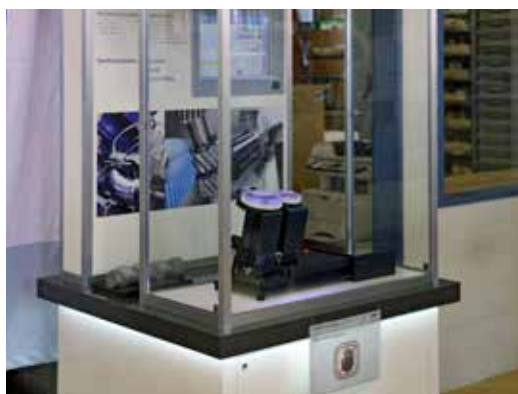
Das in der NUMinformation Nr.54 angekündigte, neue Service- und Logistikzentrum am Hauptsitz von NUM wurde per Ende 2013 planmässig fertiggestellt. Der Umzug der betroffenen Abteilungen von Bühler nach Teufen konnte noch im alten Jahr durchgeführt werden, was einen engagierten Start ins Jahr 2014 ermöglichte.



Das neue Service- und Logistikzentrum verfügt über eine Nutzfläche von Total 2'525 m², verteilt auf drei Vollstockwerke (je 800 m²) sowie einem Untergeschoss für die Erschliessung mit 125 m². Nebst diversen Lagerräumen konnte in der obersten Etage auch eine Kantine mit wunderschönem Fernblick untergebracht werden. Der Minergie-Bau bezieht die Energie für die Heizung aus neun Erdsonden mit einer Tiefe von je 170 m. Rund zwei Drittel des Strombedarfs des Standorts Teufen wird durch die um 12° geneigte, 447 m² grosse Photovoltaik-Anlage auf dem Dach des Neubaus produziert. Deren Leistungsausbeute liegt bei ca. 74 kWp. Das Investitionsvolumen des Neubaus beträgt CHF 8 Mio.



Der Neubau wurde am 17. Mai mit den Einwohnern der Standortgemeinde Teufen sowie den Angehörigen der Mitarbeitenden an einem Tag der offenen Tür feierlich eingeweiht. Bei angenehmen Wetterbedingungen besuchten rund 400 Personen die NUM AG und erhielten auf einem Rundgang durch beide Gebäude einen kleinen Einblick in das Geschäftsfeld. Fachkundige Mitarbeiter demonstrierten den Besuchern an einigen Stationen Highlights aus dem Produktbereich von NUM. So konnten interessierte beispielsweise mittels 3D-Brille und einem mit Glyphen versehenen Würfel ein Werkstück auf einem Bildschirm drehen und betrachten.





NUM Technologiezentrum Deutschland

Nach rund einjähriger Bauzeit wurde das neue Technologiezentrum an der Zeller Strasse 18 in Holzmaden, Deutschland, fertiggestellt. Mit der Vollendung des Innenausbaus konnte der Umzug Ende Juli durchgeführt werden. Kunden und Mitarbeiter erwarten nun grosszügige, moderne und lichtdurchflutete Räumlichkeiten.

Der Neubau verfügt auf 800 m² über Büro- und Arbeitsräume auf zwei Etagen. An das Bürogebäude anschliessend wurde eine 200 m² grosse Lagerhalle gebaut. Das Investitionsvolumen beträgt rund € 2 Mio.

Das Gebäude ist nach den neusten Erkenntnissen des energiesparenden Bauens erstellt und mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe beheizt, die zur Spitzenlastabdeckung von einer Gastherme unterstützt wird.

Die Arbeitsabläufe werden durch kürzere Wege und die optische Verbindung der Büros durch Glaswände wesentlich verbessert. Hierzu wer-

den die Büros um eine zentrale Kommunikationszone herum angeordnet, die Drucker, Fax sowie auch eine Kaffeeküche enthält.

Die Büros sind nach Abteilungen unterteilt und an diese Kommunikationszone mit Glaswänden angebunden. Somit ist auch ein wesentliches Augenmerk auf die Schaffung von Kommunikationsmöglichkeiten und die Festigung des Zusammengehörigkeitsgefühls gelegt.

Es gibt zwei Schulungs-/Besprechungszimmer, die für interne und externe Veranstaltungen zu einem grossen Raum geöffnet werden kön-

nen. Auch die Anzahl der verfügbaren Parkplätze erlaubt problemlos grössere Veranstaltungen mit unseren Kunden.

Da sich das neue Firmengebäude nur wenige 100 m vom bisherigen Standort befindet, bleibt die hervorragende Verkehrsanbindung unseres Standortes Holzmaden, erhalten.



NUM für Sie...

CNC Gesamtlösungen Weltweit



Die Lösungen und Systeme von NUM kommen weltweit zum Einsatz.

Unser globales Netzwerk an Verkaufs- und Servicestellen garantiert eine umfassende, professionelle Betreuung vom Projektbeginn über die Realisierung und die gesamte Lebensdauer der Maschine.

Eine aktuelle Liste unserer Verkaufs- und Servicestellen finden Sie auf unserer Website.

www.num.com



Folgen Sie uns auf Facebook und Twitter für die neusten Infos und News zu NUM CNC Applikationen.



<http://www.facebook.com/NUM.CNC.Applications>



[@NUM_CNC](http://www.twitter.com/NUM_CNC)