

NUM information

JOURNAL FÜR CNC-GESAMTLÖSUNGEN

- 02 NUM Produkte – Worte von unserem CTO
- 04 Flexium+ CNC-System – Sicherheit, Flexibilität & Produktivität
- 08 Aero Race Wheels – Fortschrittliche CNC-Lösung beschleunigt NASCAR Radproduktion
- 10 RICHTER – Gigantische Dimensionen Genauigkeit im μ -Bereich
- 12 Sicmat – NUM baut seine Präsenz in der Automobil- und Automobilzulieferindustrie aus
- 14 EuropTec – Hochpräzision aus der Schweiz
- 16 Meccanica Ponte Chiese – 25-jährige Zusammenarbeit bringt kontinuierlichen Erfolg
- 18 TTB – CNC-Hochpräzisions-Schleifzentrum
- 20 NUMROTO – 25 Jahre Spitzentechnologie im Werkzeugschleifen
- 22 Viewtrun – Zusammenarbeit beschleunigt Entwicklung von Glasveredelungsmaschinen der neuen Generation



Worte von unserem CTO

Lieber Leser,

NUM wird schon immer durch besondere Menschen geprägt, die sich neben der Begeisterung für ihre Arbeit durch einzigartige Fähigkeiten auszeichnen. Auch 50 Jahre nach der Unternehmensgründung gehen die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von NUM ihrer Tätigkeit mit derselben Begeisterung und Motivation wie am ersten Tag nach. Herausforderungen und Verantwortung empfinden wir nicht als Last, sondern als Ansporn. Auch die meisten unserer Vertragspartner können auf viele Jahre Erfahrungen in unserer Branche zurückblicken. Dieser Erfahrungsschatz ist eine grundlegende Voraussetzung für die Entwicklung und Optimierung so komplexer Produkte, wie sie im Bereich der Automatisierung von Werkzeugmaschinen üblich sind. Von Leidenschaft angetrieben entwickeln wir ausgefeilte Produkte und Lösungen, die NUM zu einer der weltweit etabliertesten Unternehmung im Bereich der numerischen Steuerungen macht.

Für die dauerhafte Aufrechterhaltung eines solchen Niveaus ist das Arbeitsumfeld von grundlegender Bedeutung.

des Arbeitsumfeld benötigen. Nur dann können sie ihr maximales Potenzial nutzen und neue Ideen kreieren. Ein

„Von Leidenschaft angetrieben entwickeln wir ausgefeilte Produkte und Lösungen, die NUM zu einer der weltweit etabliertesten Unternehmung im Bereich der numerischen Steuerungen macht.“

*(Massimiliano Menegotto
Managing Director NUM S.p.A und CTO NUM Group)*

Ich bin der festen Überzeugung, dass die Kommunikation zwischen unseren Vertragspartnern und den Arbeitsgruppen die Schaffung von Know-how und die Entwicklung eines Gefühls der Zugehörigkeit zu unserem Unternehmen fördert. Darüber hinaus bin ich davon überzeugt, dass Menschen, die Produkte entwickeln (sei es Software, Hardware oder eine elektromechanische Lösung) ein positives, motivieren-

herzliches, vom Geist der Zusammenarbeit geprägtes, allgemein positives und motivierendes Arbeitsumfeld gehört zu meinen wichtigsten Zielen – und zu den wichtigsten Zielen der gesamten Geschäftsführung von NUM.

Offensichtlich ist, dass Kreativität und gute Ideen in der Voranalysephase eines Projekts extrem hilfreich sind. In der Entwicklungsphase, beim eigentlichen Definieren des Projekts, ist eine strikteste Einhaltung der funktionalen und Planungsziele unabdingbar. Diese Ziele müssen klar, konkret und problemlos verifizierbar sein. Management und Geschäftsführung tragen diesbezüglich eine hohe Verantwortung und müssen mit gutem Beispiel vorangehen.

Und was die Frage der Herausforderungen betrifft: 2012 wird ein extrem arbeitsreiches Jahr für unsere F&E-Abteilung, aber auch ein sehr wichtiges für NUM insgesamt werden. Schliesslich ist ein komplett neues Angebot in Planung.

Nach unserem überzeugenden Erfolg mit Flexium (mehr als 10.000 realisierte

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

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

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

Anwendungen) freuen wir uns nun, Flexiumplus und NUMDrive X präsentieren zu können. Ausserdem werden wir eine ganze Palette weiterer Produkte vorstellen können: ein neues, hochinnovatives 19-Zoll-PC-Panel mit Touchscreen-PC-Tastatur und einem vollständig in die HMI-Software integrierten Bedienfeld. Bei dieser Lösung sind nur die wichtigsten Steuerungsfunktionen noch in einem kleinen, traditionellen Bedienfeld untergebracht. Das HMI wurde vollständig umgestaltet und wirkt nun noch moderner und funktionaler.

Die Funktionen der numerischen Steuerung zeichnen sich durch eine bessere Flexibilität, Skalierbarkeit und Exaktheit aus. Konkret haben wir die Anzahl der steuerbaren Spindeln erhöht (es sind nun bis zu 32 je NCK), die Auflösung der internen Berechnungen verbessert und die Geschwindigkeit des „Servobus“ erhöht. Es gibt noch eine Vielzahl weiterer neuer Funktionen und Verbesserungen, die an dieser Stelle nicht alle erwähnt werden können.

Auch hinsichtlich der funktionalen Sicherheit gibt es Positives zu vermelden: Die neue Architektur ist mit einer Sicherheitssteuerung ausgestattet, die vollständig in die Flexium-SPS zu integrieren ist. Diese Sicherheits-SPS kommuniziert nicht nur mit sicheren Ein- und Ausgängen, sondern während der Ausführung der Funktionen zur Bewegungsüberwachung über einen „sicheren Feldbus“ auch mit dem neuen

NUMDrive X. Kurz zusammengefasst: eine einfache Programmierumgebung für sicherheitsrelevante und andere Logiksysteme, eine vereinfachte Verdrahtung mit deutlich weniger Anschlüssen sowie neue Funktionen.

Der Antriebsverstärker NUMDrive X ist nicht nur mit der neuen SAMX-Sicherheitsplatine ausgestattet, sondern zeichnet sich auch durch alle Eigenschaften aus, die den NUMDrive C so erfolgreich werden liessen. Dazu gehören eine kompakte Bauweise sowie eine extreme Zuverlässigkeit, Leistungsstärke, Skalierbarkeit und Modularität. Weitere neue Highlights: eine verdoppelte Rechenleistung, eine höhere Auflösung und höhere Bandbreiten, mehr verfügbare Ein- und Ausgänge sowie der komplette Verzicht auf ein Encoder-Kabel. Letzteres wurde durch ein innovatives Kommunikationsprotokoll mit „2 Adern“ möglich, die in das Antriebskabel integriert sind und gleichzeitig die Stromversorgung des Encoders und die Übermittlung von Positionsdaten gewährleisten.

Abschliessend möchte ich Ihnen nicht vorenthalten, warum NUM meines Erachtens ein so erfolgreiches Unternehmen ist: Wir bieten offene, flexible, hochleistungsfähige Systeme an, die es unseren Kunden ermöglichen, Maschinen mit im wahrsten Sinne des Wortes einzigartigen Eigenschaften so zu nutzen, dass ihr Leistungsvermögen maximal ausgeschöpft wird. Wir



sind einerseits gross genug, um sichere, moderne Lösungen entwickeln zu können, andererseits aber auch klein genug, um schnell auf Kundenwünsche zu reagieren. Unsere Kunden und die Endbenutzer unserer Systeme können problemlos Kontakt zu Technikern mit einem nachgewiesenermassen riesigen Erfahrungsschatz aufnehmen, die ihre Aufgabe mit Begeisterung und hohem Einsatz erfüllen. In komplexeren Fällen wird unsere F&E-Abteilung direkt einbezogen und arbeitet vor Ort Hand in Hand mit den Anwendungstechnikern zusammen.

Massimiliano Menegotto

Managing Director NUM S.p.A und
CTO NUM Group

NUM Messekalender



IMTS

Vom 10. – 15. September 2012 in Chicago, USA
Stand Nr. E-5135 im East Building



AMB

Vom 18. – 22. September 2012 in Stuttgart, Deutschland
Stand Nr. C25 in der Halle 4



BIMU

Vom 2. – 6. Oktober 2012 in Mailand, Italien
Stand Nr. G35 in der Halle 11



Euro Blech

Vom 23. – 27. Oktober 2012 in Hannover, Deutschland
Stand Nr. H35 in der Halle 15



TIMTOS

Vom 5. – 10. März 2013 in Taipeh, Taiwan

Messen



Flexium+ CNC-System – Sicherheit, Flexibilität & Produktivität

Ganz in der Tradition seines weltbekannten „Bruders“ stehend, zeichnet sich auch Flexium+ durch jene Flexibilität und Benutzerfreundlichkeit aus, für die NUM bekannt ist. Ergänzt werden diese Merkmale durch moderne Funktionen in einer komplett neuen Hard- und Softwareplattform.

Die neue Plattform

Der Weg für die Entwicklung von Flexium+ wurde durch den gewaltigen Erfolg von Flexium mit mehr als 10.000 Anwendungen geebnet. Für das neue System haben wir unsere besten Komponenten analysiert. Gleichzeitig wurde beibehalten, was den Erfolg unserer bisherigen CNC-Lösungen ausmachte (beispielsweise die Skalierbarkeit, die Flexibilität, die einzigartigen CNC-Funktionen, die standardisierten Schnittstellen und die Programmierung der SPS). Dieses resultierende Angebot wurde nochmals überarbeitet und durch neue Funktionen und Panels sowie ein neues HMI ergänzt. Der Servobus wurde erweitert, Antriebsregler

verbessert und optimiert sowie die Konnektivität vereinfacht – all dies in einer sicherheitsbezogenen Architektur. Flexium+ ist in den drei Konfigurationsstufen Flexium+ 6, Flexium+ 8 und Flexium+ 68 verfügbar, sodass sich der Kunde für das optimale Kosten-Leistungs-Verhältnis entscheiden kann.

Die Architektur

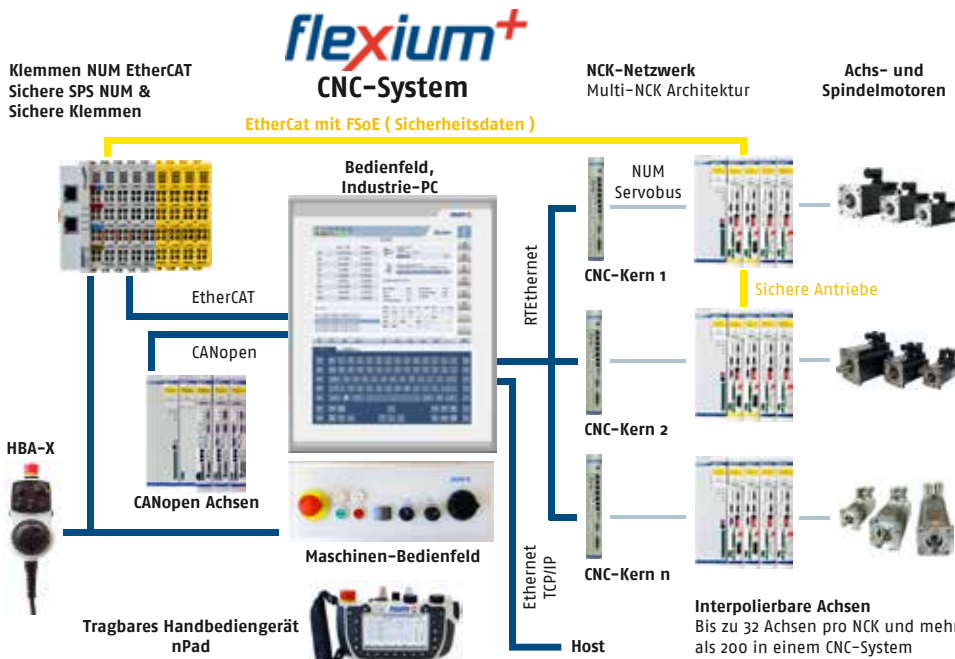
Kernkomponente eines Flexium+ Systems ist die CNC. Durch ihre kompakten Abmessungen soll vor allem der Energiebedarf begrenzt werden. Durch Prozessoren der neuesten Generation, die eine intelligente Hardware steuern, sind im Einklang mit der NUM-Philosophie eine zuverlässige

Investitionsrendite und eine lange Lebensdauer gewährleistet.

Die neu entwickelten CNC-Funktionen zeichnen sich durch eine bessere Flexibilität, Skalierbarkeit und Exaktheit aus. Insbesondere haben wir die Konzeption der Achse bzw. Spindel erweitert, sodass nun bis zu 32 Spindeln pro NCK-Einheit gesteuert werden können und die Kommutierung von Spindel und Achse noch einfacher wird. Wir haben die Auflösung der internen Berechnungsfunktion verbessert, die Geschwindigkeit des Servobus erhöht und viele weitere Optimierungen vorgenommen. Die Möglichkeit, in einer globalen Konfiguration mehrere NCKs miteinander zu verbinden, um beispielsweise grössere Transfersysteme mit mehr als 200 interpolierenden Achsen zu steuern, blieb selbstverständlich beibehalten.

Das System steuert die digitalen Antriebe des Typs NUMDrive X über bis zu drei RJ45-Ports an. Dadurch können an der Maschine verteilte applikationsabhängige Antriebskonfigurationen geschaffen werden. Neben der digitalen Schnittstelle ist die NCK-Einheit mit zwei analogen Schnittstellen ausgestattet, sodass auch spezielle Konfigurationen, die eine analoge Steuerung erfordern, realisierbar sind.

Die SPS entspricht den Anforderungen der Norm IEC 61131-1 und kommuniziert über standardisierte, effiziente Schnittstellen. Die einzelne Entwicklungsumgebung kann für Integration, Einrichten und Warten der Maschine mit verschiedenen Zugriffsstufen genutzt werden.





Glas-Bedienfeld MPO5



FS192i Virtuelle Tastatur



FS192i Virtuelles Maschinen-Bedienfeld

19-Zoll-Touchpanel

Mit dem neuesten, 19 Zoll grossen, projektiven, kapazitiven Touchpanel-System kann NUM neue Masstäbe auf dem Gebiet modern gestalteter Bedienpanels in der Maschinenbauindustrie setzen. Ein kompakter und skalierbarer Panel-PC mit Intel-i5-Prozessor ermöglicht den Einstieg in eine Mehrprozessortechnologie unter Windows 7.

Die gleiche Industrie-PC-Plattform kommt übrigens bei dem von NUM bereits am Markt eingeführten Bediensystem FS152i P2 zum Einsatz. Die Pultvorderseite entspricht der Schutzart IP65, die Rückseite der Schutzart IP20. Als Frontschutz dient ein 4 mm starkes Einscheibensicherheitsglas aus qualitativ hochwertigem, gehärtetem Glas ohne störende Glanzeffekte. Glas und Multitouch-Sensor sind durch schmale, gebürstete Aluminiumrahmen mit abgerundeten Kanten komplett geschützt. Das klare NUM-Corporate-Design und die auf den notwendigen Glasrahmen in Siebdrucktechnik aufgetragenen, haltbaren Keramikfarben verleihen dem FS192i/FS192i ein komplett neues Aussehen. Auch das Innenleben des neuesten Panel-Systems aus dem Hause NUM wurde komplett umgestaltet. Es basiert auf den NUM-Design-Guides für die strukturierte Flexium HMI-Bediensoftware und

ermöglicht die Nutzung von Dual-Touch-Gesten wie Ziehen und Ablegen, Wischen, Zoomen und Drehen. Selbstverständlich wurden in die Bedienpultsoftware nur solche Touch-Gesten integriert, die eine schnellere oder direktere Bedienung ermöglichen. Alle Kontextebenen der HMI wurden an das neue Design angepasst und tragen zu einer Verbesserung der Nutzbarkeit und des Bedienkomforts bei.

FS192i Virtuelle Tastatur /

FS192i Virtuelles Maschinen-Bedienfeld Optional ist ein komplettes virtuelles Maschinen-Bedienfeld mit Softkeys zur SPS-Visualisierung verfügbar. Dieses virtuelle Bedienfeld entspricht denselben NUM-Design-Richtlinien wie das frühere physikalische Maschinen-Panel und ersetzt somit das früher genutzte Maschinen-Bedienfeld MPO4 und ermöglicht dadurch eine erhebliche Reduzierung der Produktkosten. Aufgrund des 19-Zoll-

Monitors und des Sensorrahmens weist das neue Flexium-Bedienfeld andere Abmessungen als vorherige Produkte der Familie FS152 auf. Der Ausschnitt beim Schaltschrank erleichtert den Maschinenbauern den Zugang. Im Unterschied zu den Vorgängermodellen zeichnet sich die neue Flexium-Toucheinheit auch durch ihre veränderten taktilen Eigenschaften aus.

Glas-Bedienfeld MPO5

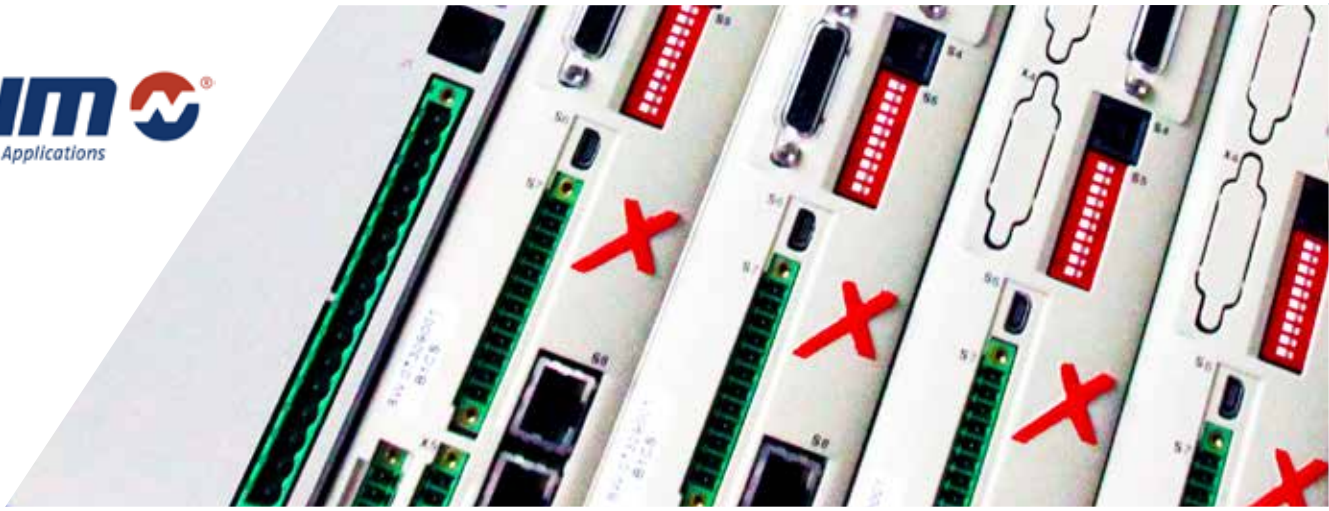
Nur in Kombination mit dem Touchpanel FS192i wird ein verbessertes, gleichzeitig aber verkleinertes Maschinenbedienfeld MPO5 angeboten. Die Front entspricht der Schutzart IP65. Das Besondere an diesem Maschinenbedienfeld ist das Material: gehärtetes Glas. Dabei wird das gleiche Einscheibensicherheitsglas wie für das Touchpanel FS192i genutzt. Die Glasoberfläche vorne ist kratzfest, die Rückseite wurde im Siebdruckverfahren mit haltbaren Keramikfarben bedruckt. Dank des gebürsteten Aluminiumrahmens mit abgerundeten Kanten ist ein vierseitiger Glasschutz gewährleistet. Die Rückseite aus stabilem Aluminium sorgt für die richtige Steifigkeit.

Zusammen mit dem NUM Touchpanel FS192i ist das MPO5 das modernste Bedienfeld- und Betriebssystem, das NUM anbieten kann. Alles in allem eine Einheit, die den OEM dabei unterstützt, sich von seinen Wettbewerbern zu unterscheiden.



Titelbild der neuen Flexium+ Broschüre

Flexium+



NUMDrive X – kompakt und skalierbar

Die neueste Antriebslösung aus dem Hause NUM, der kompakte und skalierbare Antrieb NUMDrive X, ist das Ergebnis von mehr als 20 Jahren Erfahrung bei der Entwicklung volldigitaler Antriebssysteme. NUMDrive X wird in verschiedenen Versionen mit unterschiedlichem Preis-Leistungs-Verhältnis angeboten und ist damit optimal in Werkzeugmaschinen-Konfigurationen aller Art einzubinden.

Ein hoher Integrationsgrad und eine hohe Effizienz ermöglichten uns das Erreichen eines extrem kompakten Designs, das den NUMDrive X zu einem der kleinsten High-End-Antriebe werden lässt, die derzeit auf dem Markt erhältlich sind. Die geringe Einbautiefe und die skalierbare Breite (in Stufen von 50 mm) vereinfachen das Layout des Schaltschranks. Die breite Palette von Leistungsmodulen, verfügbar in ein- und zweiachsigen Versionen, ermöglicht eine technische Optimierung jeder Anwendung zu geringstmöglichen Kosten. Diese Module sind für Gleichströme zwischen einigen wenigen und bis zu 200 Ampere ausgelegt. Zwei Leistungsstufen sind verfügbar: High-Performance-Antriebe (HP-Antriebe) und Standard-Performance-Antriebe (SP-An-

triebe). Die High-Performance-Versionen wurden insbesondere für das Zusammenwirken mit technisch anspruchsvollen, komplexen Anwendungen in Präzisions-Werkzeugmaschinen entwickelt. Die hohe interne Auflösung, die hohe Frequenz beim Anteaten (alle 50 Mikrosekunden) sowie speziell entwickelte Algorithmen ermöglichen ein herausragendes Leistungsniveau bei der Regelung. Diese Leistung wird durch eine sehr grosse Bandbreite der Stromstärke, Drehzahl und Positionsregelkreise sowie den Einsatz spezieller Sonderfunktionen für bestimmte Anwendungen weiterhin unterstützt. Die SP Versionen können mit einer grossen Vielzahl an Motor- und Gebertypen genutzt werden, um dem OEM eine kompromisslose Optimie-



rung seiner Maschinen zu ermöglichen. Wie bereits beschrieben, macht NUMDrive X sichere Funktionen durch zwei verschiedene Optionen verfügbar: ein Basis-Modul für die Verwaltung der Safe-Torque-Off-Funktion (NUM-STO) und ein leistungsstärkeres Modul (NUM-SAMX), das eine grosse Anzahl von Funktionen zur sicheren Bewegungsüberwachung bietet.

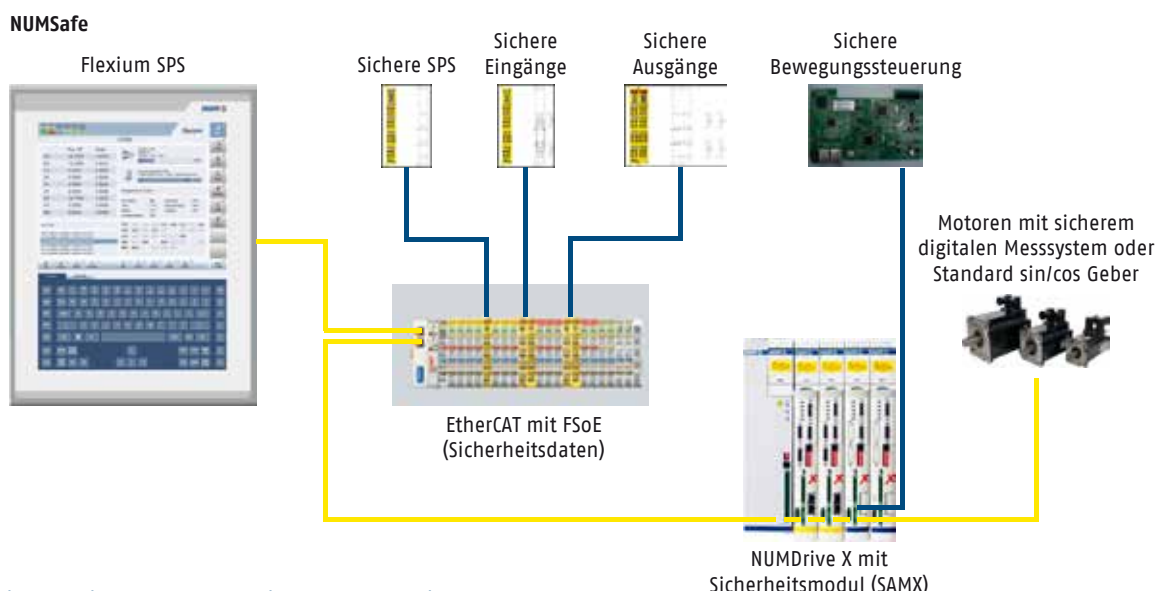
Stark verringerter Verdrahtungsaufwand

Jeder Maschinenbauer weiss wie aufwändig die Realisierung und Fehlerbehebung bei Geberverdrahtungen ist. Mit NUMDrive X wird nun eine revolutionäre Innovation eingeführt. Die Einheit ist mit einer volldigitalen Geberschnittstelle ausgestattet und die Verbindung zwischen Antrieb und Geber wurde durch zwei in das Stromkabel integrierte Adern hergestellt, die noch weitere Aufgaben haben: Übertragung der Versorgungsspannung des Gebers, der Signale für die hochauflösende Position und die redundante Position (für Sicherheitsan-

wendungen), Versorgung des Temperatursensors des Motors und Übertragung von Diagnosesignalen. Die Verdrahtung des Gebers ist sehr einfach: es gibt kein spezielles Geberkabel mehr, womit auch der Aufwand für das Crimpen und Schweißen einer Vielzahl von Kabeln entfällt. Dies ermöglicht eine Vielzahl von Einsparungen, beispielsweise hinsichtlich der Dimensionierung der Kette, geringere Bewegungsmassen, niedrigere Kosten pro Komponente, weniger Arbeitsaufwand, eine bessere Zuverlässigkeit und Robustheit sowie eine höhere Auflösung usw.



Die NUMSafe-Architektur mit dem neuen FS192i Touchpanel und der NUMDrive X



NUMSafe – die Sicherheitsarchitektur

Das Flexium+ -System ermöglicht die Integration umfassender Lösungen für das Funktionssicherheitsmanagement aller Maschinentypen.

Zur Reihe NUMSafe gehören Hard- und Softwarelösungen zur Implementierung standardmässiger Automatisierungs- und Sicherheitstechnologie in das Flexium-System. Damit lassen sich die vielfältigsten Vorteile erzielen, unter anderem durch eine bessere Skalierbarkeit und Flexibilität, einen geringeren Verdrahtungsaufwand sowie insbesondere dadurch, dass für alle Systemgeräte eine gemeinsame Programmierumgebung existiert. Es können Architekturen mit einer Mischung aus standard-

mässigen und sicherheitsbezogenen Signalen und Komponenten geschaffen werden. Darüber hinaus ist es möglich, die NUMSafe PLC (CTMP6900), den NUM-Safe Input (CTMS1904) und den NUMSafe Output (CTMS2904) innerhalb einer standardmässigen Terminalkonfiguration zu positionieren, die über einen NUM EtherCAT Gateway mit der Automatisierungs-SPS, anderen EtherCAT Gateways, Servoantrieben und sicherheitsbezogenen Komponenten kommuniziert. Die sicherheitsbezogenen Bewegungsfunk-

tionen werden innerhalb der NUMDrive X über die NUM-SAMX-Einheit realisiert. Alle sicherheitsbezogenen Informationen werden über die standardmässige EtherCAT-Verbindung übertragen. Die Zuverlässigkeit der Datenübertragung wird durch ein ausfallsicheres Fail-Safe-over-EtherCAT-Protokoll (FSoE) gewährleistet; die Verdrahtung ist auf ein Minimum reduziert, gleichzeitig wurden die Flexibilität und Skalierbarkeit maximiert. NUMSafe entspricht den Normen EN 13849-1 und EN61800-5-2 bis zu PL e bzw. SIL 3.

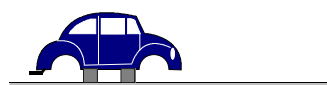
Safe Motion Funktion

Die Logik kann über die "sichere" SPS programmiert werden. Die sicheren Bewegungsfunktionen werden über die NUM-SAMX-Einheit realisiert, der in der NUMDrive X integriert ist.

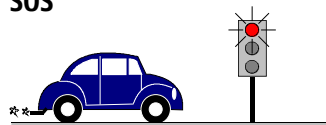
Folgende Überwachungsfunktionen, die den Bestimmungen der EN 61800-5-2 entsprechen, sind verfügbar: Safe Torque Off (STO), Safe Operating Stop (SOS), Safe Stop 1 (SS1), Safe Stop 2 (SS2), Safely-Limited Speed (SLS), Safely-Limited Position (SLP).

Die sicheren Bewegungsfunktionen können entweder über „sichere“ digitale Geber (für deren Anschluss in das Stromkabel zwei zusätzliche Adern integriert wurden) oder mithilfe von Synchronmotoren realisiert werden, an die ein standardmässiger Sin-/Cos-Geber angeschlossen ist.

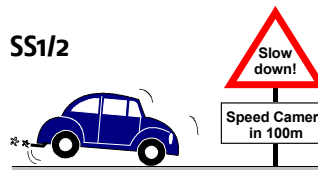
STO



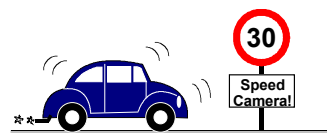
SOS



SS1/2



SLS



SLP



Flexium+



Fortschrittliche CNC-Lösung beschleunigt NASCAR Radproduktion

Eine den neuesten Standards entsprechende NUM-CNC-Nachrüstung einer Drehmaschine für das Fließdruckverfahren ermöglicht es dem Radlieferanten von NASCAR, Aero Race Wheels, Inc., seine Effizienz in der Fertigung bedeutend zu steigern. Durch schnellere Chargenwechsel, eine effektivere Fertigungssteuerung und eine automatisierte Programmerstellung für neue Teile wird die Produktivität des Unternehmens erheblich verbessert.

Aero Race Wheels ist der führende Anbieter erstklassiger Rennsportfelgen, die bei NASCAR-Rennen eingesetzt werden. Das im Jahr 1995 gegründete Unternehmen hat sich innerhalb der Vereinigten Staaten inzwischen zum grössten Hersteller von Stahlfelgen für Rennwagen entwickelt. Der Fertigungsbetrieb in Estherville (Iowa) stellt täglich Hunderte von Rädern für den Motorsport her, die von einem grossen Teil der Rennsportgemeinde verwendet werden. Insbesondere Fahrer, die an IMCA- und WISSOTA-Rennen teilnehmen, nutzen die Produkte von Aero Race Wheels. Dank der 59-Serie der NASCAR-Räder von Aero Race Wheels konnten mehr Titel in der Nationwide Series und der Camping World Series gewonnen werden, als alle anderen Hersteller zusammen verzeichnen können.

Aero Race Wheels nutzt für die Fertigung seiner Hochleistungsfelgen das Fließdruckverfahren. Bei diesem Ver-

fahren wird ein zylindrisches Werkstück aus Stahl mit einer hohen Geschwindigkeit gedreht und geformt, während mithilfe einer Druckwalze lokalisiert Druck ausgeübt wird, sodass das Metall über das Werkzeug „fließt“. Diese Methode eignet sich ideal für die Fertigung von achsensymmetrischen Teilen, z.B. von Radfelgen. Dabei entsteht mit minimalem Abfall eine äusserst solide, nahtlose Komponente aus nur einem Werkstück.

Die Formungsvorgänge werden auf einer 20-jährigen Metaldrehmaschine von Autospin ausgeführt. Diese verfügt über zwei Sätze von Druckwalzen – eine befindet sich an der Vorderseite, die andere an der Rückseite des Werkstücks – wodurch das Formen beider Seiten der Radfelge ohne manuellen Eingriff möglich ist. Jeder Satz von Druckwalzen besitzt je zwei Achsen für die Bewegungssteuerung, X und Z, die durch vier Hydraulikzylinder und die motorgetriebene Dreh-

maschinenspindel angetrieben werden. Angesichts der Tatsache, dass die Autospin-Drehmaschine einen unverzichtbaren Bestandteil der Fertigung darstellt, begann Aero, sich Gedanken über die Zuverlässigkeit der Maschine zu machen. Die Instandhaltung der Maschinenmechanik war zwar unproblematisch, der Bezug von Ersatzteilen für das Bewegungssteuerungssystem hingegen nahezu unmöglich.

Darüber hinaus war die originale Steuerung bestenfalls rudimentär. Das Steuerungssystem verfügte über eine begrenzte Anzahl von Funktionen und konnte nur mithilfe einer Point-by-Point-Dateneingabetabelle programmiert werden, die die Visualisierung und Änderung der Maschinenbewegung erschwerte, da hierfür eine umfassende Schulung der Bediener erforderlich war. Da das System nur Programme für eine begrenzte Anzahl von Radtypen



speichern konnte, war die Produktionsumstellung zeitraubend – im Normalfall nahm diese drei oder mehr Stunden in Anspruch – was sich insbesondere auf die Wirtschaftlichkeit der Kleinserienproduktionsprozesse des Unternehmens negativ auswirkte. Um diese Situation zu verbessern, wandte sich AeroSpin an ein Unternehmen, das sich auf Lösungen für den Maschinenumbau auf dem Drehmaschinenmarkt spezialisierte.

Das Umbauunternehmen führte einen umfassenden mechanischen und elektrischen Umbau der Drehmaschine durch. Als entscheidende Massnahme der CNC-Modernisierung wurde eine High-End-Lösung von NUM nachgerüstet. Dies lag darin begründet, dass es mithilfe der einzigartigen anwendungsspezifischen Software, die von der Niederlassung von NUM in den USA entwickelt wurde, möglich war, die Einschränkungen des vor-



handenen Steuerungssystem zu überwinden. Bei dieser Software handelt es sich um eine massgeschneiderte Version des NUMSpinform-Steuerungspaketes für Fließdruckanwendungen. Die Nachrüstung beinhaltet ferner ein Bedienfeld vom Typ NUM FS151, eine speziell entwickelte HMI-Programmierschnittstelle sowie ein kundenspezifisches Maschinenbedienfeld.

Vor dem Einsatz der von Aero Race Wheels bereitgestellten Anwendung nutzte die NUMSpinform-Schnittstelle eine Programmiermethode, bei der der Bediener mit der Fertigung einer Kopie der Werkzeugform (Spindel) und der Einstellung der gewünschten Stärke des Werkstücks beginnt. Das CNC-System berechnet anschließend automatisch eine 2D-Sicherheitszone, um eine Kollision zwischen Druckwalze und Werkzeug zu vermeiden. Im nächsten Schritt formt der Bediener das neue Werkstück mithilfe eines Joysticks im Fließdruckverfahren, indem er die X- und Z-Achse der Druckwalze steuert. Währenddessen zeichnet das CNC-System die Bewegungspfade auf. Bevor er als endgültiges Fertigungsprogramm gespeichert wird, kann der auf-



gezeichnete Drehzyklus durch Abändern des Druckwalzenpfads auf der X- oder Z-Achse während der Bearbeitung per kalibriertem Handbediengerät auf einfache Weise optimiert werden. Bei der vierachsigen Autospin-Drehmaschine von Aero Wheels wird zunächst die Spindelsicherheitszone programmiert und anschließend der Drehzyklus als eine Serie von Spline-Kurven mittels eines Zeichentools auf dem Bildschirm gezeichnet. Dieses Konzept ist nun auch Bestandteil der NUMSpinform-Lösung. Damit gehen für den Bediener der Drehmaschine viele Vorteile einher, einschliesslich des reduzierten Kontakts mit Maschinenbauteilen, wodurch die Sicherheit erhöht wird. Einen weiteren Vorteil stellt die vereinfachte Lernkurve für Bediener dar, die nicht über die für den Einlernprozess erforderliche jahrelange Erfahrung mit Drehmaschinen zurückblicken können.

NUMSpinform stellt darüber hinaus eine Offline-Programmerstellung bereit. Benutzer können mit den graphischen Zeichenfunktionen der Software ihre eigenen Werkzeugdateien anlegen oder diese aus einer Entwurfsautomatisierungs-Software, z.B. AutoCAD, importieren und anschliessend per Mausclick einen Drehzyklus programmieren. Sobald der Entwurf fertig ist, kann die gesamte definierte Geometrie mit nur einem Tastendruck in ein Fertigungsprogramm konvertiert und für die Herstellung eines Musterstücks in das CNC-System der Drehmaschine exportiert werden. Der Benutzer ist nun nicht mehr an Einschränkungen der Dateispeicherung hinsichtlich der Anzahl von Drehzyklen in der Bibliothek gebunden, da das NUM-System ein lokales Laufwerk sowie Zugriff auf ein Netzlaufwerk bereitstellt. Das NUMSpinform-Paket enthält entweder eine einfache zweiachsige Drehmaschine oder eine vierachsige Maschine wie im Fall von Ae-

ro Race Wheels. Die Maschinengleitstücke von Aero können als unabhängige Pfade programmiert und betrieben werden bzw. mit einer Methode, bei der der Bediener ein X1/Z1-Gleitstück programmiert und das andere X2/Z2-Gleitstück im gespiegelten Modus folgt.

„In unserer Branche ist die flexible Fertigung von entscheidender Bedeutung. Wir fertigen hauptsächlich in kleinen Stückzahlen, und wir müssen so schnell wie möglich zwischen Chargen wechseln und neue Designs ausprobieren können“, so Marv Dailey, Design/Process Engineer von Aero Race Wheels. „Der von NUM und unserem Umbau-Partner bereitgestellte Service war hervorragend. Uns wurde eine Kombination aus Feinwerktechnik und hochmoderner Drehprogrammierung und -steuerung geboten. Die Produktionsumstellung nimmt inzwischen weniger als 20 Minuten in Anspruch, und das halbautomatische Verfahren für die Generierung und Optimierung von Drehzyklusprogrammen hat den Zeitaufwand für die Entwicklung und die Schulung von Bedienern erheblich reduziert. Wir können nun durch die Offline-Programmierung an dieser für uns unverzichtbaren Fertigungsmaschine Zeit gewinnen und auf diese Weise die Produktivität weiter steigern.“

Steven Schilling, General Manager der NUM Corporation, betont, dass diese anwendungsspezifische Software für die Geschäftsstrategie des Unternehmens von zentraler Bedeutung ist: „Eine aufgerüstete CNC-Software stellt häufig das wichtigste Element eines erfolgreichen Maschinenumbau-Projekts dar. Wir sind äußerst zufrieden mit dem Ergebnis des Projekts, das wir der engen Zusammenarbeit zwischen den Ingenieurteams von NUM, dem Systemintegrator und von Aero verdanken.“



Gigantische Dimensionen – Genauigkeit im μ -Bereich

Die Richter Maschinenfabrik AG besitzt ein langjähriges und umfassendes Know-how in der Herstellung von grösstdimensionierten Maschinen- und Anlagenkomponenten. Zusammen mit dem in den letzten fünfzig Jahren aufgebautem Wissen von NUM im CNC Bereich, fertigt Richter Teile mit einem Stückgewicht von bis zu 300 Tonnen. Hier spricht man nicht von Problemen, sondern von Herausforderungen. Wo andere an Stückgewichten von 100 Tonnen beinahe scheitern, fühlt sich Richter so richtig wohl.

Die Firma Richter wurde 1945 gegründet. Jedes Jahr verarbeitet Richter über 8'000 t Grobbleche und 2'000 t fertige Brennzuschnitte. Die Kombination umfassender Kompetenzen unter einem Dach sichert dem Kunden optimale Produktion und effiziente Logistiksteuerung. Seit je hat sich das Unternehmen, das stets den Mut und die Lust besass, neue Wege zu beschreiten, kontinuierlich weiter entwickelt. Im engen Dialog mit den Kunden schafft Richter als rei-

ner Auftragsfertiger dauerhafte Lösungen in den Hauptgeschäftsbereichen Schweisskonstruktionen, spannungsarm Glühen, Sandstrahlen, Grundieren / Lackieren, mechanische Bearbeitung, Montage und das alles „in grösstem Stil“.

Diese herausragenden und Wettbewerbsvorteil schaffenden Leistungsmerkmale der Richter Maschinenfabrik Richter AG führten in den vergangenen Jahrzehnten dazu, dass das Unternehmen zu einem verlässlichen Partner zahlreicher namhafter Hersteller unterschiedlichster Branchen avancierte. Die wichtigsten Branchen sind Energieanlagen, Pressenbau, Anlagebau der Schmiede- und Massivumformtechnik, Tunnelbohranlagen und Mining.

Als Allround-Systemlieferant alles unter einem Dach zu produzieren, bedeutet CNC-gesteuertes Brennschneiden (bis 300mm Blechstärke), Schweißen, Wärmebehandlung, Sandstrahlen, Lackieren, mech. Bearbeitung, Zerspanung, Karusselldrehen, Montage,



Brennschneider bei der Schrägschnittfunktion im Einsatz

Verpackung und Transport (Zugang zur Binnen-Schiffahrtsstrasse). Alle diese Arbeitsprozesse und Dienstleistungen, welche in diesen Dimensionen nicht ganz alltäglich sind, bietet die Richter Maschinenfabrik dem Kunden an.

Genauso im engen Dialog wie mit den zuvor erwähnten Kunden, arbeitet Richter mit NUM zusammen, wenn es darum geht, CNC Systeme zur Bearbeitung von Materialien oder Werkstücken einzusetzen aber auch ganz neue Ideen, welche noch nie umgesetzt wurden, auszuprobieren.

Im aktuellen Fall wurde eine Flexium 68 CNC Steuerung von NUM für die Steuerung und Bedienung einer Brennschneidemaschine mit zwei Aggregatsköpfen, verbaut. NUM war von der Projektierung über die Umsetzung



Grosses Bild: 120mm dickes, bearbeitetes Konstruktionsteil

Bild unten links: saubere unbearbeitete Schneidekante nach Brennschneider Einsatz

Bild oben rechts: Schrägschnitt mit bereits eingeschweisstem dünneren Blechteil

Von links nach rechts: Alexander Seiler, Maschinenprogrammierer und Anwendungsspezialist bei der Richter AG, Dirk Kunig, Leiter der Elektroabteilung der Richter AG und Bernhard Simon, Leiter Vertrieb NUM Deutschland.



NUM CNC Steuerung – Flexium 68

Flexium HMI auf dem oberen Bildschirm, Kunden Software auf dem unterem Bildschirm, dem NUM CNC Panel FS152i



bis hin zur Inbetriebnahme mit dabei. Durch kompetente, wenige, dafür direkte Ansprechpartner auf beiden Seiten konnte eine effektive Lösung speditiv erarbeitet werden, welche nun erfolgreich im Alltag funktioniert. Auf beiden Seiten zeichnet sich die Zusammenarbeit durch enorme Flexibilität und lösungsorientiertes Vorgehen aus, dadurch wurde ein hohes gegenseitiges Vertrauen geschaffen, wodurch auch neue, noch nicht alltägliche Projekte in Angriff genommen werden können.

Der Brennschneider kann Bleche von 20 – 300mm Dicke und einer maximalen Grösse von 180m² bearbeiten. Die Maschine wird mit Laser vermessen und hat eine Wiederholgenauigkeit, welche im μ -Bereich liegt. Durch diese hohe Präzision ist Richter in der Lage auch sehr grosse Teile bereits von Anfang an sehr genau zu bearbeiten, was Zeit- und dadurch auch Kostenersparnis in den darauf folgenden Arbeitsprozessen bringt. Die Teile welche auf dieser Anlage produziert werden, sind Bestandteile für die weitere Verwendung in der Konstruktion von Baggern, Pressen, Turbinenanlagen (Wind), usw. Es sind gerade die Träger-Bestandteile, welche hier mit dem Brennschneider auf Maß zugeschnitten werden.

Damit die Konstruktionsträger schlussendlich leichter sind, werden vordefinierte Teile im inneren der Trä-

gerelemente ausgeschnitten und anschliessend durch dünnere Blechteile ersetzt, somit ist die Verbiegungssteifigkeit des Trägers wieder hergestellt und gleichzeitig wird Gewicht und Material eingespart. Da diese eingearbeiteten Blechstücke dünner sind als die Trägerteile, muss die Maschine eine extrem abgeflachte Kante beidseitig ausschneiden, diese Schrägstellung der Brenndüse wird durch die NUM Steuerung in einer Applikation „Schrägschnittausgleich“ mit einer virtuellen Konturverschiebung berechnet. Die damit erreichte Schneidbahnverschiebung ermöglicht Konturschnitte mit hervorragender Qualität und die Einsparung der Nachbearbeitung des Werkstückes.

Dadurch, dass Richter sowie NUM, beide im Sinne des Mottos „wer rastet der rostet“ sich immer für neue Lösungen interessieren und aktiv durch gezielte Zusammenarbeit mit Partnern diese auch entwickeln und umsetzen, hoffen wir auch weiterhin auf eine gute Zusammenarbeit der beiden Firmen.

Präzision

SICMAT

NUM
CNC HighEnd Applications



NUM baut seine Präsenz in der Automobil- und Automobilzulieferindustrie aus

Sicmat und NUM sprechen dieselbe Sprache. Sicmat wurde vor 80 Jahren als einer der ersten Maschinenwerkzeughersteller Italiens gegründet, NUM war einer der ersten CNC-Steuerungshersteller und CNC-Anwendungsentwickler Europas. Mit seiner neuen Grono 250 Twin-Power-Getriebe-Honmaschine hat Sicmat für das Feinhonen von Werkstücken nach ihrer Aushärtung einen neuen Industriestandard gesetzt. Das hocheffiziente CNC-Steuerungsprogramm der Maschine wurde von NUM nach einer ausgiebigen Analyse der Anforderungen an die Bewegungssteuerung der Maschine entwickelt.

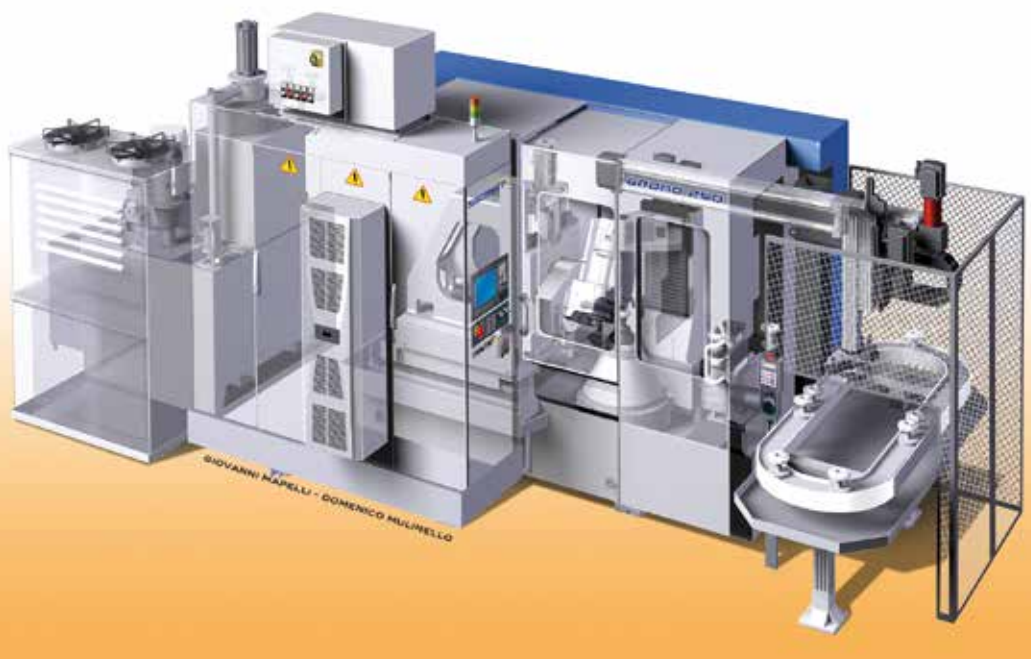
Sicmat ist auf die Entwicklung und Herstellung von Präzisionsmaschinen für die Endbearbeitung von Zahnradgetrieben für die Automobil- und Automobilzulieferindustrie spezialisiert. In den Produkten des Unternehmens kommt modernste Technologie zum Einsatz, damit die Kunden ihren Durchsatz maximieren

und ihre Produktionskosten minimieren können. Ohne Zweifel stellt dies für einen europäischen Maschinenhersteller die beste Geschäftsstrategie dar, um auf den heutigen stark konkurrierenden Märkten bestehen zu können. Bis vor vier Jahren war Sicmat ausschliesslich auf Maschinen spezialisiert, die für die



Eingangswelle eines Sportfahrzeuggetriebes, gehont mit Grono 250

Grono 250 - Twin-Power-Honmaschine



Getriebeendbearbeitung mit Schabetechnologie arbeiten. Diese Art der Endbearbeitung wird weitgehend von Herstellern praktiziert, die mittel- und hochwertige Zahnräder für die Automobilindustrie fertigen. In den letzten Jahren wurden jedoch andere Endbearbeitungstechniken als das Schaben immer wettbewerbsfähiger, sodass Sicmat seinem Produktportfolio eine Getriebe-Honmaschine hinzugefügt hat. Bezeichnenderweise hat sich das Unternehmen im Vergleich zu seinen Mitbewerbern jedoch für eine vollkommen andere Realisierungsweise entschieden.

Unter Ausnutzung seines umfangreichen Wissens über den Schabprozess hat Sicmat das herkömmliche Zahnradhonen von Grund auf verändert. Die innovative Grono 250-Maschine ist mit einer Honscheibe mit Aussenverzahnung ausgestattet. Dadurch macht sich die Maschi-

Von links nach rechts: Francesco Grippo, Technischer Direktor, Marco Battistotti, Direktor NUM Italien, und Ettore Miletto Petrazzini, Geschäftsführer neben einer Büste von Alberto Petrazzini, dem Gründer von SICMAT im Jahr 1932



ne das Konzept der Schabebearbeitung von gehärteten Werkstücken zunutze. Die Maschine ist sehr benutzerfreundlich und wurde so konzipiert, dass sie sich leicht in andere Automationsprozesse integrieren lässt. Sie zeichnet sich daher durch sehr niedrige Installations- und Betriebskosten aus.

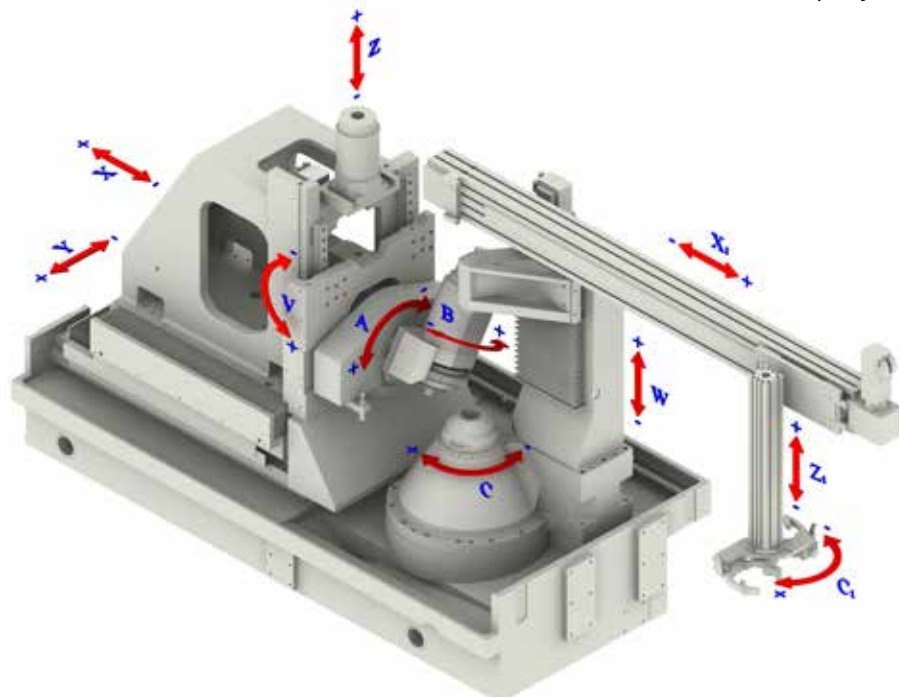
Anfangs hatte sich Sicmat darauf beschränkt, universelle Maschinenwerkzeuge wie Radialbohrmaschinen herzustellen, ist über die Jahre jedoch auf die Produktion hoch spezieller Maschinenwerkzeuge für die Zahnradgetriebeendbearbeitung übergegangen. Die Grono 250 basiert auf einer innovativen, von Sicmat entwickelten und realisierten Plattform, die den Gipfel von mehr als 50 Jahren Erfahrung in der Herstellung von Maschinenwerkzeugen für die Automobilindustrie bildet. Diese Innovationsgeschichte spiegelt auch die Geschichte des Unternehmens NUM wider, dessen Erfahrung in der Entwicklung von High-End-CNC-Lösungen ebenfalls 50 Jahre beträgt. Zu den wichtigsten mechanischen Merkmalen der Plattform gehören deren kosteneffiziente Modulbauweise und aussergewöhnliche Steifigkeit – die Grundplatte besteht aus elektrogeschweisstem Stahl mit Schwingpufferung. Dank der Verwendung von Gusseisen für Kopfstück, Rahmen und Reitstock ist die Anlage sehr vibrations-

arm. Die Plattform ist zu Betriebs- und Wartungszwecken sehr gut zugänglich und die vertikale Werkstückpositionierung erleichtert die Einbindung in andere Automationschritte der Produktion.

Die Grono 250 hat 11 Bewegungsachsen, die alle von einem NUM-Flexium-CNC-System gesteuert werden. Die Hauptmaschinenachsen werden von Direktantriebsmotoren angetrieben, während die Honscheiben- und Werkstückachsen von Elektrospeindeln angetrieben werden. Die zwei Elektrospeindeln werden über eine speziell entwickelte NUM-Anwendung synchronisiert und gesteuert. Sie arbeiten in einer besonderen Master-Slave-Konfiguration, ohne dass es dabei

zu einer Verzögerung der Slave-Spindel kommt. Die Spindeln können derzeit bei Drehzahlen von bis zu 7.000 U/min arbeiten, wobei Maschinen mit Spindel-drehzahlen von 10.000 U/min für eine

Twin-Power-Honmaschine- und Twin-Power-Schabemaschinenplattform



NUM-Flexium-CNC-Steuerung

noch effizientere Steuerung des Produktionsprozess bereits in Entwicklung sind. Die Grono 250 befindet sich in einer einzigartigen Lage: Sie kombiniert die Vorteile aus den Prozessen des Hochleistungshonens und -schleifens, ohne die Nachteile derselben in Kauf nehmen zu müssen. Sicmat wird seine neue Getriebe-Honmaschine dieses Jahr auf der ITMS 2012 in Chicago präsentieren, wo auch NUM mit einem grossen Stand vertreten sein wird. Beide Unternehmen werden ihr Bekenntnis zu kooperativer Entwicklung mit ihren Kunden hervorheben, mit der sichergestellt wird, dass die High-End-Produktionsbedürfnisse der Kunden voll und ganz erfüllt werden.

Twin Power



EuropTec – Hochpräzision aus der Schweiz

Vom schweizerischen Familienunternehmen zum global vernetzten Industrielieferer für Glas- und Kunststoffkomponenten mit hoher Präzision. Mit Hilfe des NUM Flexium CNC Systems werden Abläufe in der Produktion von EuropTec optimiert, verkürzt und präzisiert. Die Produktionsmenge und Geschwindigkeit konnte um ein vielfaches gesteigert werden, was EuropTec zu einem namhaften Wettbewerbsvorteil in der hart umkämpften Branche der Zulieferer, vor allem im Bereich des Automobilsektors, verhilft.

Die Wasserstrahlschneidmaschine eines europäischen Herstellers arbeitet parallel und zeitgleich mit 3 Schneidköpfen, welche alle individuell von einer NUM Flexium CNC angesteuert werden und nicht starr miteinander

verbunden sind. In dieser Maschine befinden sich 17 CNC Achsen, welche in 4 Kanäle aufgeteilt sind. In 3 Kanälen geschieht eine echte 5-Achs Interpolation mit RTCP (Rotating Tool Center Point) und Werkzeugkorrektur. Dieser

Wasserstrahlschneidmaschine mit 3 parallel laufenden, aber nicht fest verbundenen Wasserstrahlschneidköpfen gesteuert mit einer NUM Flexium CNC



Hochpräziser Wasserstrahl einer Wasserstrahlschneidmaschine



unabhängige und doch parallele Arbeitsprozess der Schneidköpfe ist die Grundbedingung für ein rationelles und qualitativ hochstehendes Arbeiten. Alle drei Schneidstationen werden separat mit dem zu bearbeitenden Material, in diesem Fall Glaslaminatplatten, beladen. Durch ein spezielles Verfahren werden die exakten Positionen der Werkstücke ermittelt und an die NUM CNC Steuerung weitergegeben. Nun fahren die 3 Schneidköpfe parallel zu den soeben ermittelten Ausgangspositionen und fangen synchron mit ihren Schneidarbeiten an. Dadurch, dass die Werkstücke (Glasplatten) vor der Bearbeitung bedruckt werden, wäre eine solch parallele Bearbeitung nicht möglich, wenn die 3 Schneidköpfe starr miteinander verbunden wären. Bei einer starren Verbindung der einzelnen Schneidköpfe müssten die Werkstücke genauestens ausgerichtet werden, was einerseits schwierig ist und andererseits Produktivität kosten würde.

Gerade in der Automobilzuliefererindustrie herrscht ein besonders hoher Konkurrenzkampf; wer hier qualitativ hochwertige Produkte zu einem günstigen Preis liefern kann, macht eindeutig das Rennen. Unter anderem wegen des hier aufgezeigten Beispiels kann EuroPTec Spitzenleistungen erbringen. Mit den 3 parallel laufenden aber zentral gesteuerten Wasserstrahlschneidern werden zentrale Informationsdisplays für Automobile der oberen Mittel- und Oberklasse eines deutschen Automobilkonzerns hergestellt. In diesem konkreten Fall ist es besonders wichtig, dass die aus Glas geschnittenen Displays keine reflektierenden Glanzstellen aufweisen. Solche Glanzstellen könnten den Betrachter, also den Autofahrer, im Alltag stören. Die Kanten werden hier deshalb durch Schrägstellen des Wasserstrahls in einem angemessenen Winkel so geschnitten, dass keine Reflektionen mehr entstehen. Dies ist zwar ein kleines aber äusserst wichtiges Detail, welches ein Fahrzeug der gehobenen Preisklasse zu jenem eines günstigeren Anbieters unterscheidet.

Die Maschinen bei EuroPTec laufen im 24h Betrieb und produzieren dabei rund 2'000 Stück dieser zentralen Informationsdisplaygläser pro Tag. „Das Unternehmen bietet mehr als nur Glas und Kunststoff und wird als Zulieferer mit „mehrfachem Mehrwert“ wahrgenommen. Darin unterscheidet sich EuroPTec von der Konkurrenz“ sagt Herr

Bedienpult mit NUM Flexium HMI



Thomas Wechsler, Leiter Operations,
EuroPTec AG Oftringen

Thomas Wechsler, Leiter Operations der EuroPTec AG in Oftringen. EuroPTec arbeitet, beschichtet, bedruckt, biegt, klebt, laminiert und montiert Glas, Keramik und transparente sowie technische Kunststoffe in allen erdenklichen Varianten. Ein langjährig aufgebautes Know-how ist dem Kunden hier garantiert.

Gesamte Anlage Wasserstrahlschneider mit Arbeitsvorbereitungs- und Abfallentsorgungsprozess



Hohe Präzision



25-jährige Zusammenarbeit bringt kontinuierlichen Erfolg

Meccanica Ponte Chiese ist ein Familienbetrieb, der über 40 Jahre Erfahrung im Bereich der mechanischen Bearbeitung verfügt. Um gegenüber der Konkurrenz die Nase vorn zu haben, hat das Unternehmen darauf gesetzt, stets Maschinen einzusetzen, die technologisch auf dem modernsten Stand sind. Seit 25 Jahren basieren diese hochwertigen von MCM gebauten Maschinen auf der CNC-Technologie von NUM. Geschäftserfolge und ein effizientes Management haben das Unternehmen in die Lage versetzt, in den letzten zehn Jahren beträchtliche Investitionen in seine Betriebsausrüstungen zu tätigen. So wurde ein neues Gebäude und eine Produktionsanlage mit einer erheblichen Anzahl von CNC-Bearbeitungszentren von MCM errichtet, die allesamt mit den hochwertigen CNC-Steuerungssystemen von NUM ausgestattet sind.



Oben: typisches Werkstück – ein Teil eines Bootsmotor

Links: 3 parallele CNC-Maschinen von MCM mit einem Lagerregalturm für Werkstücke und 3 individuellen Regaltürmen für Werkzeuge, von denen einer im Vordergrund deutlich zu erkennen ist



Das Unternehmen befasst sich mit der Präzisionsbearbeitung von Baugruppen mittlerer und grosser Formate aus Materialien wie Gusseisen, Aluminium und Stahl, die neben der mechanischen Bearbeitung auch ein umfassendes Workflow-Management umfasst. Die wichtigsten Märkte des Unternehmens sind Erdbewegungsfahrzeuge, Schifffahrts- und Industrieausrüstungen sowie Druck- und Textilmaschinen. Der grosse Vorteil von Meccanica Ponte Chiese liegt darin, dass der Maschinenpark des Unternehmens ultramodern ist und mit hoch entwickelter CNC-Technologie arbeitet. Die Einbindung von MCM-Maschinen in die Fertigungslinie bietet eine Produktionsflexibilität, mit der das

Unternehmen seinen Konkurrenten einen Schritt voraus ist. Diese in die Zukunft gerichtete Philosophie teilt Meccanica Ponte Chiese mit NUM, beide Unternehmen können inzwischen auf eine 25-jährige erfolgreiche Zusammenarbeit zurückblicken.

Der Grossteil des Produktionsprozesses läuft automatisiert und rechnergesteuert ab, wodurch die Maschinen rund um die Uhr arbeiten können und nur minimale Überwachungstätigkeiten durch das hochqualifizierte Personal des Unternehmens erforderlich sind. Jedes Werkstück wird auf einer Palette befestigt, die von Anfang bis Ende von einem Computersystem verfolgt wird. Sämtliche in den Produktionsprozess involvierten Teile werden temporär in Lagerregaltürmen gelagert. Die Paletten werden automatisch von CNC-gesteuerten Roboterhandhabungssystemen aufgenommen und zur Bearbeitung des Werkstücks zu der entsprechenden CNC-Maschine transportiert. Diese Art von Workflow-Management ermöglicht es, Tag und Nacht zu jedem Zeitpunkt über den Status und die Position eines bestimmten Werkstücks informiert zu sein. Der Maschinenbediener kann auf dem Bildschirm sofort erkennen, welches Werkstück gerade bearbeitet und welches sich an welcher Position noch im Lagerregal befindet.



Oben: Werkstücksteuerung der 3 CNC-Maschinen von MCM

Unten: Werkstück in einer CNC-Maschine von MCM



Von links nach rechts: Mirko Ferraboli, Technischer Leiter, Monica Ferraboli, Leiter für Export, Marco Battistotti, Direktor von NUM Italien, Giovanni Ferraboli, Geschäftsführer und Gründer von Meccanica Ponte Chiese, und Gianluca Ferraboli, Leiter für Produktion und Qualitätskontrolle

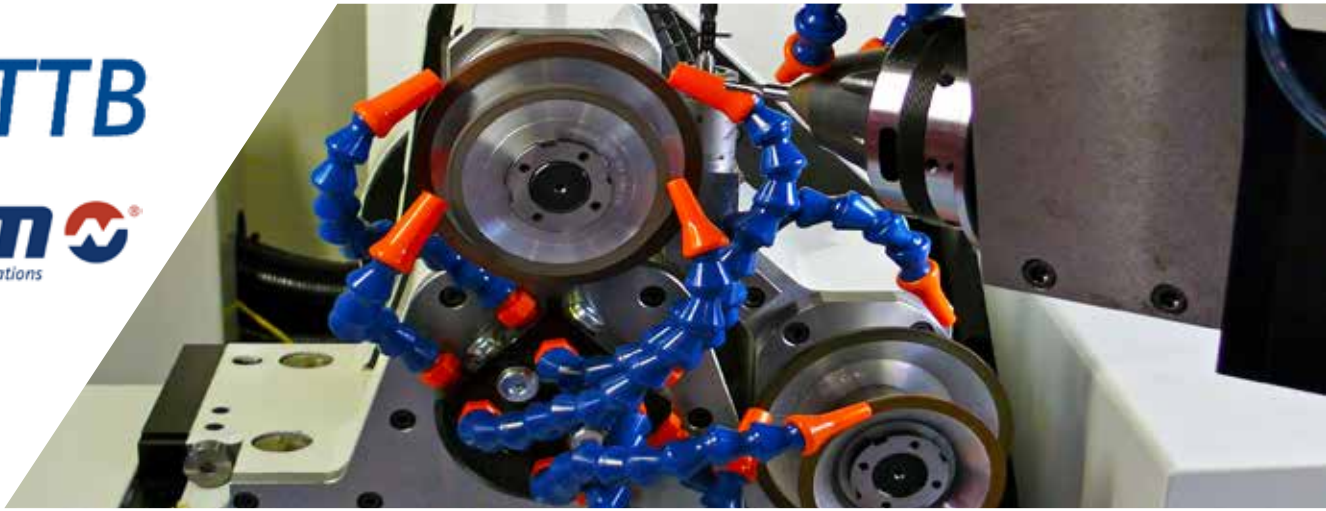
Meccanica Ponte Chiese hat seinen letzten CNC-Maschinenkomplex in 2011 aufgestellt. Der von MCM gebaute Komplex umfasst drei miteinander verknüpfte 5-achsige CNC-Maschinen, von denen jede mit einem NUM-CNC-Steuerungssystem, NUM-HP-Servoantrieben und NUM-Motoren der BPH-Baureihe ausgestattet ist. Jede der drei CNC-Maschinen hat Zugriff auf einen Werkzeugturm mit 400 bis 500 Werkzeugen, das bedeutet, dass der Komplex insgesamt auf circa 1.300 Werkzeuge zugreifen kann. Die CNC-Maschine sucht automatisch nach dem erforderlichen Werkzeug und ein CNC-gesteuerter Roboter holt dieses aus dem Regal heraus, transportiert es zur Maschine und montiert es so, dass es für die Bearbeitung des Werkstücks bereitsteht. Ein spezielles Computerprogramm überwacht kontinuierlich den Zustand eines jeden Werkzeugs. Ist der Werkzeugzustand in Ordnung, bleibt das entsprechende Symbol auf dem Bildschirm grün, werden die Parameter eines Werkzeugs kritisch, weil sich das Werkzeug im Laufe der Bearbeitung eines Produktionsloses abgenutzt hat, wird das Symbol gelb. Sobald sich einer der Parameter ausserhalb seines Toleranzbereichs befindet, wird das Werkzeug gesperrt und kann nicht mehr verwendet werden. Das entsprechende Symbol wird rot und zeigt dem Bediener an, dass das Werkzeug ausgetauscht werden muss.

Die Zuweisung der Werkstücke zu bestimmten CNC-Maschinen erfolgt eben-

falls komplett automatisiert. Jede CNC-Maschine hat ihren eigenen Lagerturm für Werkstückpaletten; bei Komplexen mit mehreren Maschinen werden die Paletten in einem einzigen Regal aufbewahrt und das zugehörige CNC-gesteuerte Roboterhandhabungssystem bedient alle CNC-Maschinen in diesem Komplex. Sobald die Bearbeitung des Werkstücks abgeschlossen ist, bringt das Roboterhandhabungssystem die Palette an die für sie vorgesehene Position ins Lagerregal zurück.

Giovanni Ferraboli, der Gründer von Meccanica Ponte Chiese, betreibt den Familienbetrieb zusammen mit seiner Frau und seinen drei Kindern Gianluca, Mirko und Monica. Dank der hoch flexiblen Produktionsinfrastruktur und der kleinen und flexibel einsetzbaren Belegschaft – der Betrieb kommt mit 18 Mitarbeitern aus – kann das Unternehmen auch bei kleineren Stückzahlen schnell auf Kundenwünsche eingehen. Meccanica Ponte Chiese verfügt über den grossen Wettbewerbsvorteil, dass es innerhalb kurzer Zeit und zu angemessenen Preisen hochwertige Präzisionsarbeit in kleinen und grossen Stückzahlen anbieten kann. Diesen Vorteil verdankt es seinem komplett automatisierten und rechnergesteuerten Maschinenpark, der minimale Umrüstzeiten zwischen verschiedenen Produktionsarten gewährleistet. Wie wir alle wissen, ist heutzutage Zeit das wertvollste aller Vermögen.

Fortschrittlich



CNC-Hochpräzisions-Schleifzentrum

Ob Spiralbohrer mit 0.02mm Durchmesser oder 450mm Länge, TTB (SAACKE Group) ist eine der ersten Adressen für kreative Lösungen zur Komplettherstellung und Nachbearbeitung von Werkzeugen. TTB stellt Hoch-Präzisions-Werkzeugschleifmaschinen, ausgestattet mit den modernsten NUM CNC Steuerungen, her und liefert Werkzeugtechnologie zum Schleifen von Werkzeugen in Hartmetall, HSS und anderen Spezialwerkstoffen. Die erfolgreiche und ausserordentlich gute Zusammenarbeit zwischen TTB und NUM besteht bereits seit rund 10 Jahren und ist durch einen anhaltenden Austausch in der Entwicklung neuer Produkte stetig gewachsen.



NUM Flexium CNC Steuerung



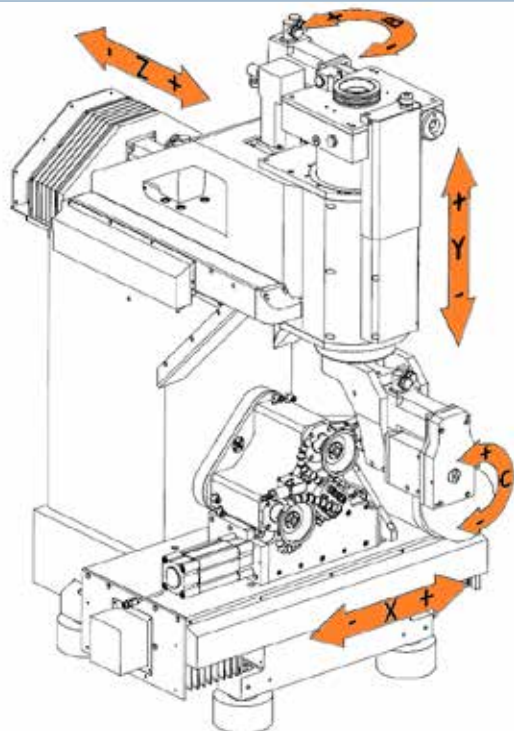
Die GrindTec 2012 nutzte TTB um eine Neuheit im Bereich der Schleiftechnik zu präsentieren: das neuentwickelte Hochpräzisions-Schleifzentrum TG10. Die neueste Generation der Produktionsmaschinen überzeugt mit einem absolut neuartigen Konzept der Vertikal-Achse. Die Linear-Achsen werden mit Satellite-Drive-System angetrieben, welches eine sehr hohe Zuverlässigkeit darstellt und in der Luft- und Raumfahrttechnik eingesetzt wird. Zusammen mit der symmetrisch angeordneten Achskinematik, ergibt sich eine bis zu dreimal schnellere Vorschubbewegung, gepaart mit einer extrem kompakten Bauweise. Gesteuert wird die TG10 mit einer NUM Flexium CNC Steuerung, auf welcher die NUMROtoplus Applikation zuverlässig ihren Dienst verrichtet.

In der bekannten TTB-Qualität stösst diese neue Maschine in noch wirtschaftlichere Preisdimensionen vor. Die TG10 ist quasi die Antwort auf die wachsenden Marktansprüche, Produktivität, Flexibilität und Wirtschaft-

TTB Hochpräzisions-Schleifzentrum TG10

lichkeit zu einem möglichst niedrigen Preis, ohne aber an Qualität einzubüssen. Das Ziel, mit einer Maschine hohe und präzise Qualitätsprodukte zu erstellen, aber dies mit den niedrigen Anschaffungskosten einer bisherigen Maschine, hat TTB mit der TG10 vollumfänglich erreicht und verschafft sich somit einen bedeutenden Wettbewerbsvorteil gegenüber anderen Maschinenbauern in diesem Segment. Wir von NUM sind froh, auch hier ganz getreu unserem Firmen-Leitspruch „NUM-CNC-Lösungen verhelfen Maschinenbauern zu einem Wettbewerbsvorteil“, unterstützend mithelfen zu dürfen.

Die neue Kinematik der TG10 bringt Bewegung in den Prozess. Eine hohe Stabilität und Steifigkeit wird durch die kompakte Konstruktion gewährleistet. Dank der kompakten Bauweise, ist am Produktionsstandort ein nur geringer Platzbedarf erforderlich. Das neuartige Konzept der Vertikalachse, welche von TTB entwickelt wurde, kombiniert mit der modernsten Generation der Achsantriebe von NUM, er-



Links: Kinematik der TG10 mit einer hohen Stabilität und Steifigkeit durch kompakte Konstruktion und neuartigem Vertikalachsen-Prinzip

Rechts: Frontansicht der TG10 mit dem neuen schwenkbaren Schleifscheibenwechsler



höhen die Produktivität durch schnelle Vorschübe und kurze Verfahrenwege. Mit dem neuen Schleifscheibenwechsler der TG10 wird der Produktionszyklus zusätzlich beschleunigt. Die Spindelwechselzeiten werden durch die Schwenkeinheit deutlich reduziert. Der Schleifscheibenwechsler ist auf maximal 4 Aufnahmen erweiterbar. Der Lader ist in unterschiedlichen Ausführungen erhältlich. Die automatische Beladung kann mit bis zu 800 Werkstücken bestückt werden, welche einen Durchmesser von 16mm und ei-

ne maximale Länge von 150mm aufweisen.

Kombiniert mit der NUMROT0plus Applikation erfüllt die TG10 nicht nur die gängigsten Anforderungen der Werkzeugschleifbranche, sondern übertrifft dies bei weitem und kann somit auch neu entwickelte Spezialwerkzeuge problemlos bearbeiten.

*Unten von links nach rechts:
Roberto Vassalli, CEO TTB
Juan Carlos Guanella, R&D Manager
Carlo Martucci, Technical Director
Sandro Pollicelli, Mechanical Design Engineer*

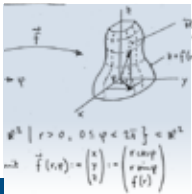


Revolutionär



25 Jahre Spitzentechnologie im Werkzeugschleifen

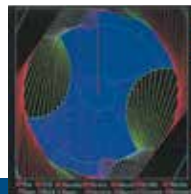
YEAR	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
NUMROTO-DOS	1.0	1.2	2.2	4.0	5.0	5.2	5.3	5.4	5.6	5.8	5.9	6.0	6.1								
NUMROTOplus									1.1.0	1.1.5	1.2.1	1.3.1	1.5.0	1.6.0	2.1.1	2.5.0	2.5.4	2.6.0	2.7.1	2.8.0	
DOS	3.3		4.0		5.0		6.0		7.0												
Windows					3.0		3.1		95				98		2000/XP						
PC Processor	80386 20 MHz		80486 25 MHz		80486 50 MHz		Pentium 60 MHz		Pentium 120 MHz		Pentium II 300 MHz		Pentium III 600 MHz		Pentium 4 1.7 GHz		Pentium 4 3.2 GHz				Pentium Dual Core
NUM CNC	750/760				1060				1050				Axiom								
NR-OEMs	Strausak (1987)		Saacke (1990)		Ewag (1991)				UWS (1995)		Hawema (1998)		StarCutter (1999)		Deckel (2001) Zaro (2001)		Farman (2003)			TTB (2004) Kennametal Widia (2004)	



1987
Erste handschriftliche Dokumentationen



1987
Erste 2D-Simulation von NUMROTO-DOS



1989
Zweite Version der 2D-Simulation von NUMROTO-DOS



1989
Erster NUMROTO Prospekt



1995
Start NRplus Entwicklung



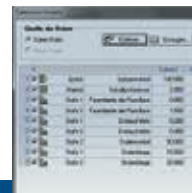
1999
Erster NUMROTOplus flash



1999
Nutzung einer zentralen Datenbank mit allen NUMROTO-Daten für alle Maschinen eines Werks



2000
Foto vom ersten GrindTec Stand 2000



2000
Datenschnittstelle zu Messmaschine



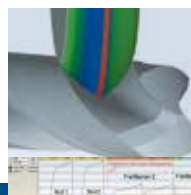
2001
3D-Simulation Vericut



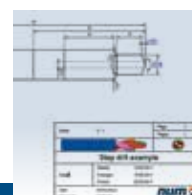
2006
Erste NUMROTO 3D-Simulation



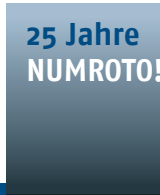
2006
Messen im Prozess



2007
QW-Analyse in NUMROTO 3D-Simulation



2012
Präsentation NR Draw



25 Jahre NUMROTO
3000 NUMROTO-Installationen, Maschinentypen bei mehr als 1000 Maschinen in 50 Ländern

NUMROTO Draw: Automatische Produktdokumentation für das geschliffene NUMROTO-Werkzeug

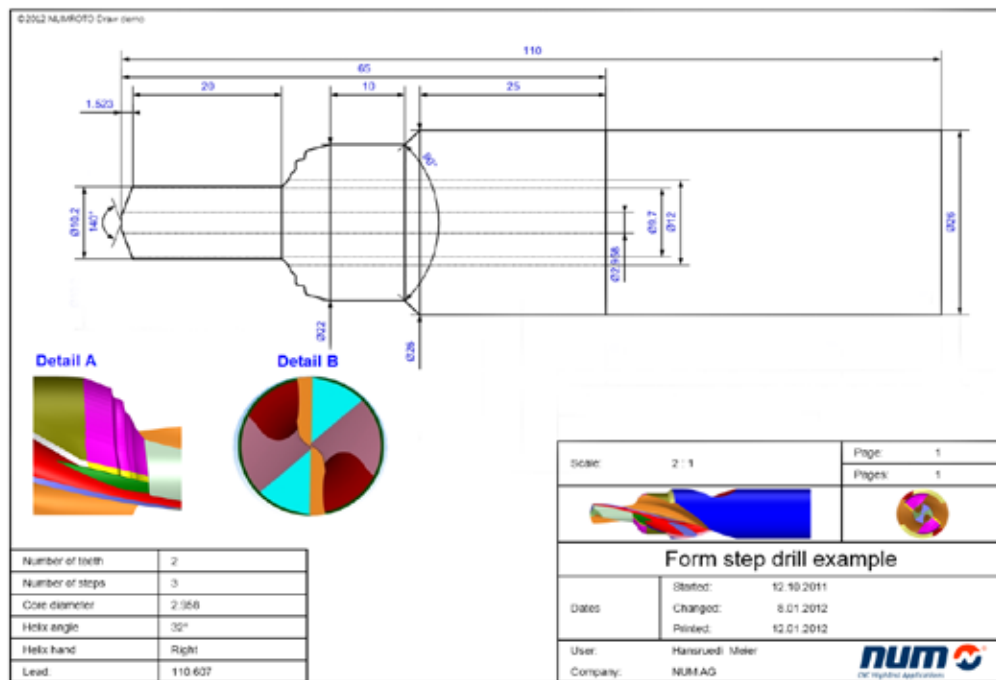


Bild 1: Werkzeugzeichnung eines Stufenbohrers

NUMROTO ist mit über 3000 Systemen auf dem Markt sehr verbreitet. Auf diesen Systemen sind viele Millionen Werkzeug-Datensätze abgespeichert. NUMROTO Draw ermöglicht sowohl für bestehende als auch für neue Werkzeuge eine einheitliche und wirklichkeitsgetreue Produktdokumentation. Diese wird weitgehend automatisch erzeugt, wodurch sich Zeit und Kosten einsparen lassen.

Die heutige Zertifizierungspraxis verlangt (im Idealfall), dass jedes Produkt mit einer Produktdokumentation an den Kunden ausgeliefert werden muss. In der Folge wird auch von den Produzenten und Nachschärfen von Werkzeugen immer häufiger eine solche Dokumentation verlangt.

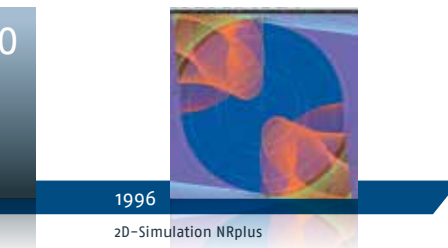
Im Gegensatz zu den Zeichnungsgeneratoren, die bisher auf dem Markt vorgestellt worden sind, ist NUMROTO Draw viel eher ein Ausgabe-Interface, welches die gesamte Infrastruktur von NUMROTO nutzt. Es baut sozusagen auf den NUMROTO Daten auf. Um eine Aufrisszeichnung erstellen zu können, müssen zumindest die Größen definiert werden, welche den räumlichen Verlauf der Schneide definieren. Aus diesen Daten leitet NUMROTO Draw dann die Zeichnung ab und vermasst diese. Wird das Werkzeug vollständig mit allen verwendeten Schleifscheibendaten programmiert, kann NUMROTO Draw auch 3D-Details übernehmen und diese in die Zeichnung integrieren.

Die Standard-Vermessung wird automatisch erzeugt. Falls diese nicht mit den Vorstellungen des Kunden übereinstimmt, können die Massangaben

an die passende Stelle verschoben werden und es können selber zusätzliche Vermessungen hinzugefügt werden. Für Detailansichten sind 3D-Objekte vorgesehen, welche direkt aus der 3D-Simulation gewonnen werden und an wählbaren Positionen auf dem Blatt angeordnet werden können. Da die 3D-Simulation jedes Detail wirklichkeitsgetreu darstellt, ist hierdurch sichergestellt, dass der Endkunde auch sehr komplexe Details oder Schnitte so sieht, wie diese auf der Werkzeugschleifmaschine geschliffen werden. Diese Details können farbig (Bild 1 Detail A) oder als Drahtmodell (Bild 1) dargestellt werden. Der Dokumentkopf lässt sich vom Anwender kundenspezifisch gestalten. Alle Felder sind editierbar und die Werkzeugbezeichnung kann direkt von der NUMROTO-Datenbank übernommen werden. Zusätzlich lässt sich eine separate Tabelle mit Kenngrößen des abgebildeten Werkzeugs anordnen. Das Format dieser Tabelle kann kundenspezifisch gewählt werden. Die Texte können editiert und die Werte aus der NUMROTO-Datenbank übernommen werden. Für gleichartige Werkzeugtypen sind Tabellen-Vorlagen vorgesehen. Hierdurch reduziert sich der Eingabeaufwand für eine neue Zeichnung auf ein Minimum.

25 Jahre

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2.9.0	3.0.0	3.5.0	3.5.1	3.6.0	4.0.0	
Vista	7					
Core 2 Duo		Core i5			Core i7	
					Flexium	
					Paragon (2012)	





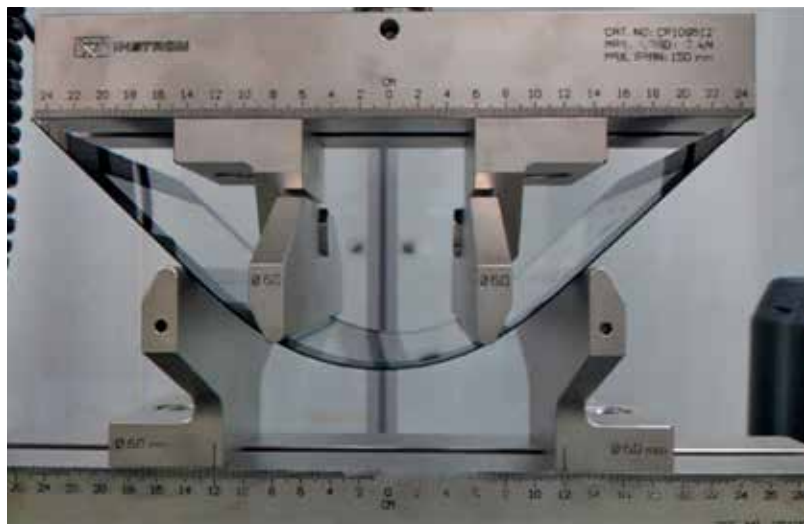
Zusammenarbeit beschleunigt Entwicklung von Glasveredelungsmaschinen der neuen Generation

Kundenspezifisch gefertigte CNC-Systeme und umfassender technischer Support von NUM ermöglichen dem Sondermaschinenhersteller Viewtrun Technology, Zugang zu den schnell wachsenden asiatischen Märkten zu finden und dort Fuss zu fassen.

Kundenspezifisch gefertigte CNC-Systeme und umfassender technischer Support von NUM ermöglichen dem Sondermaschinenhersteller Viewtrun Technology, Zugang zu den schnell wachsenden asiatischen Märkten zu finden und dort Fuss zu fassen. Das in Taiwan ansässige Unternehmen Viewtrun entwickelt Glasveredelungsmaschinen für Produkte der Unterhaltungselektronik, die in diesem sehr wettbewerbsintensiven Sektor neue Massstäbe beim Preis-/Leistungsverhältnis setzen. Zurzeit wird dieser Markt von japanischen Herstellern dominiert, die hauptsächlich High-End-Maschinen produzieren.

Viewtruns erste Maschine, der Glasschleifer JG-500, wurde erst kürzlich auf den Markt gebracht und erfreut sich bereits jetzt extremer Beliebtheit.

Beispiele für mit Viewtrun-Maschinen hergestellte Produkte



Nach dem Polieren der Kanten verändert sich die Struktur des Glases, wodurch dessen Bruchgrenze signifikant erhöht wird

Die Maschine wurde für Hersteller von Flachbild-Displays mit Frontgläsern für Produkte wie Smartphones, Tablets oder andere Touchscreen-Geräte entwickelt. Nach dem Zuschneiden einer Glasscheibe müssen deren Kanten präzisionsgeschliffen werden, um Späne, die während des Schneidprozesses unweigerlich entstehen, zu entfernen. Die Arbeit macht zwangsläufig strenge Masstoleranzen erforderlich, um sicherzustellen, dass die Scheiben nach dem Glätten der Kanten noch das richtige Format haben.

Aus mehreren strategischen Gründen hat sich Viewtrun dafür entschieden, all seine Maschinen mit CNC-Systemen auszustatten. In erster Linie wollte das Unternehmen ein CNC-Unternehmen ge-

winnen, das zur Zusammenarbeit für eigene Hard- und Softwareentwicklungen bereit ist, um die Zeit für die Markteinführung seiner Produkte zu verkürzen und Mehrwert zu erzeugen. Ein weiterer Grund war, dass das CNC-System selbst einer offenen Architektur bedurfte, um für künftige Maschinenentwicklungen eine ausreichend flexible Plattform zu bieten.

Adrian Kiener, Geschäftsführer von NUM Taiwan, führt dazu aus: „Der Markt für Glasveredelungsmaschinen ist relativ jung, weshalb sich Viewtrun nicht auf urheberrechtlich geschützte Steuerungstechnik einlassen wollte, die später dazu führen könnte, dass bestimmte Entwicklungsmöglichkeiten verbaut sind.“

Der ausserordentlich erfolgreiche Glas-schleifer JG-500 mit 4 NUM-Achsen und speziell entwickelter Mensch-Maschine-Schnittstelle. Das gesamte Steuerungssystem wurde von NUM Taiwan entwickelt

Der Präzisionsglasschleifer JG-500 ist eine 4-Achsen-Maschine mit einer Doppelspindel. Es gibt zwei lineare Achsen, X und Z, und einen an der vertikalen Achse Y montierten Spindelmotor. Alle vier Bewegungsachsen arbeiten mit NUM-Servomotoren, die von MDLU-Servoantrieben mit digitaler Schnittstelle angesteuert werden, die zusammen mit dem Spindelmotor von einem NUM-High-End-CNC-System gesteuert werden. High Speed-Interpolationstechniken sorgen für eine genaue und kosteneffiziente Positionsbewegungssteuerung.

Die Mensch-Maschine-Schnittstelle, die mit Sonderfunktionen und -parameter arbeitet und für die gesamte Bedienerkommunikation Chinesisch verwendet, wurde von NUM Taiwan eigens für den JG-500 entwickelt. Die Mensch-Maschine-Schnittstelle ist an eine Teile-Datenbank gekoppelt, die ebenfalls von NUM speziell für die Maschine entwickelt wurde. Die Fähigkeit von NUM, dieses Mass an Entwicklungssupport vor Ort zu leisten, war ein weiterer Grund, weshalb sich Viewtrun für NUM als CNC-Lösungsanbieter entschieden hat. Das Unternehmen war der Auffassung, dass es von einem Unternehmen, das in demselben Land tätig ist, einen schnelleren Service erhalten würde.

Je nach den Abmessungen der zu bearbeitenden Glasscheiben kann der JG-500 im Vergleich zu ähnlichen Maschinen anderer Anbieter bis zu dreimal schneller und genauer schleifen. Nach dem Schlei-

fen durchlaufen die Glasscheiben eine separate Veredelungsstation, wo die Kanten poliert werden, um die im Glas während des Schneidprozesses entstandenen Spannungen abzubauen.

Viewtrun hat auch eine Maschine, die JP-6MA, entwickelt, die das Schleifen von Glasscheiben mit dem Polieren der Kanten auf eine Genauigkeit von wenigen Mikrometern kombiniert. Mit dieser Maschine wird der Herstellungsprozess noch weiter vereinfacht und Verschnitt reduziert. Diese Maschine hat sechs Bewegungsachsen und zwei Spindeln, die wiederum von einem NUM-High-End-System gesteuert werden. Die im vierten Quartal 2011 auf dem Markt eingeführte Maschine wird an spezielle Kunden in

Taiwan verkauft.

Dank ihrer extrem präzisen Polierfähigkeit produziert die JP-6MA-Maschine von Viewtrun Glasscheiben mit beispielloser Biegefestigkeit, die das Risiko eines Bruchs während der Verwendung signifikant reduziert. Die einzigartige Konstruktion des Polierwerkzeugs sowie der zugehörige Prozess verhelfen Viewtrun in diesem Bereich der automatisierten Materialendbearbeitung zu einem erheblichen Wettbewerbsvorsprung.

Adrian Kiener von NUM Taiwan führt dazu weiterhin aus: „Der Ethos von Partnerschaft war stets Kernstück der Geschäftsphilosophie von NUM. In Asien erweist sich dies als besonders vorteilhaft, da hier die Bereitschaft von NUM, das Risiko, das junge OEMs bei der Entwicklung neuer Werkzeugmaschinen eingehen, zu teilen, mit dem Gewinn neuer Kunden in signifikanter Zahl honoriert wird.“

Von links nach rechts:

Hr. Yann Song

Technischer Leiter NUM Taiwan

Hr. Joshua Kong

Generaldirektor Viewtrun

Hr. Adrian Kiener

Geschäftsführer NUM Taiwan

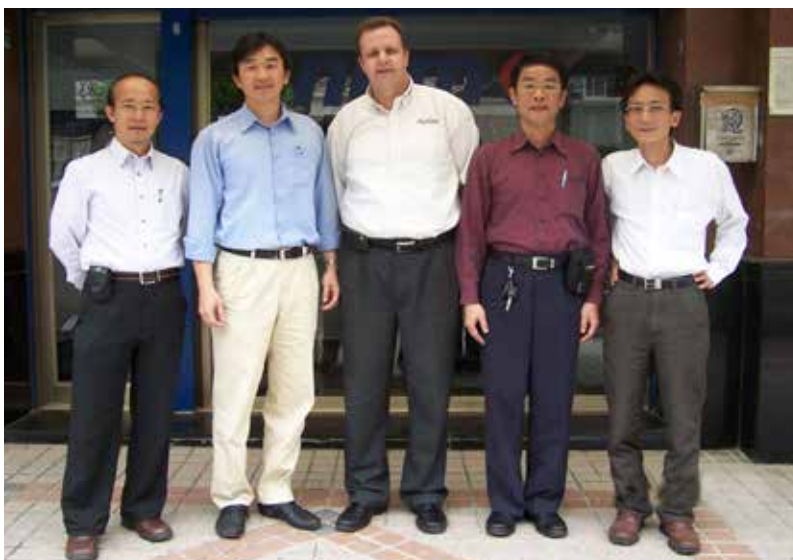
Hr. Ivan Chen

Stellvertretender Generaldirektor

Viewtrun

Hr. Roy Chen

Unabhängiger Berater



Neue Generation

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

