



**NUM** information

## JOURNAL FÜR CNC-GESAMTLÖSUNGEN

- 04 **Engineering Highlights**
- 16 **Revoc AG** – Spezialist für Retrofit von Kellenberger Rundschleifmaschinen
- 18 **SOS Elektronik** – Bietet Retrofit von Walter Power Werkzeugschleifmaschinen mit NUMROTOplus
- 20 **McQuade Industries, Inc.** – CNC-Modernisierungsprogramm verschafft US-Werkzeughersteller einen grossen Produktivitätsvorteil
- 22 **Grupo Plasma Automation** – Hochgeschwindigkeits-Laserschneidmaschine verwendet neue CNC-Techniken zur Steigerung der Produktivität
- 24 **APTE/Mécanuméric** – Flexium<sup>+</sup>: Leistung und Beständigkeit
- 26 **Prototyp-Werke GmbH** – Eigenes Schleifsoftware-Know-how vereint mit der NUMROTO-Infrastruktur

# Editorial

## Peter von Rüti, CEO NUM Gruppe



Liebe Leserinnen und Leser,

Psychologen sagen, dass „kaum etwas so schwer zu ertragen ist wie Ungewissheit“. Nicht zu wissen was morgen passiert ängstigt uns, obschon das ja eigentlich unser Alltag ist. Wir geben uns mit Routinen das Gefühl von Berechenbarkeit und Sicherheit. Worauf also in ungewissen Zeiten vertrauen? Genau, auf gute, solide Werte. Wir bei NUM setzen auf unsere langjährigen und verlässlichen Werte und Grundsätze. Wir beraten und beliefern unsere Kunden umfassend und bieten Ihnen umfangreiches Know-how in der Automatisierung von Produktionsmaschinen. Ihre Ansprüche und Bedürfnisse spielen für uns die zentrale Rolle und unser Fachwissen, die Funktionen, Entwicklungen und Applikationen, welche ständig, basierend auf Kundenbedürfnissen, weiterentwickelt werden, stellen diese Werte, auf die man sich verlassen kann, dar.

Es gilt mehr denn je: Erfahrung zählt. Nicht wenige unserer Mitarbeiter setzen Ihre Fähigkeiten bereits seit vielen Jahren in der Entwicklung unserer Software, Hardware und unseren Applikationsprojekten ein. Auf dieses langjährige Know-how der Mitarbeiter, sowie deren Engagement und das Vertrauen in NUM, sind wir sehr stolz und möchten, dass auch Sie in Ihrer wirtschaftlichen Entwicklung davon profitieren können.

Entwickeln in der virtuellen Welt: Mit digitalen Zwillingen bauen wir die Brücke zwischen der realen und virtuellen Welt und sind so am Puls der Zeit. Ein digitaler Zwilling basiert auf Daten und Algorithmen.

Dies erlaubt den Test von Funktionen, Maschinen und sogar ganzer Maschinenparks in einer virtuellen Umgebung, also bevor die Funktion oder die Maschinen real existieren. Damit setzen wir auf einen wichtigen Technologietrend mit dem sich, in gewissen Fällen, die „Time to Market“ und dadurch die Entwicklungskosten reduzieren lassen.

Unser neues NUMcut HMI für Wasserstrahl-, Laserstrahl- oder Plasmaschneid-Maschinen verfügt über ein integriertes CAM/Postprozessor Modul. Dieses HMI erlaubt es Geometriedaten, welche zum Beispiel durch Kunden auf einer Internetseite eingegeben wurden, direkt an die Maschine weiterzuleiten. Das heisst es ist kein zusätzliches

„Laut Psychologen ist kaum etwas so schwer zu ertragen wie Ungewissheit. Mit NUM als zuverlässigen Partner gewinnt man an Gewissheit.“

*Peter von Rüti, CEO NUM Gruppe*

CAD/CAM System mit Postprozessor dazu notwendig. Diese Anwendung liegt ganz auf der Linie von Industrie 4.0. Die CNC-Steuerung verfügt zusätzlich über verschiedene unterstützende und effizienzsteigernde Funktionen wie zum Beispiel AFC (Adaptive Feed Control) und VOC (Variable Offset Control).

Gezielt nicht rund schleifen: In der neusten Version des NUMgrind HMI wurde das Unrundsleifen ergänzt. Mit diesem Update ist es, dank Dialog geführter Eingaben, auf einfachste Art und Weise möglich exzentrische und unrunde Werkstücke mit beliebigen Formen zu schleifen.

In der aktuellen Ausgabe der NUMinformation führen Sie unsere Kundenreportagen rund um den Globus zu Firmen in Deutschland, der Schweiz, Frankreich, Mexiko und den USA. Mit diesen Partnern haben wir kosten- und zeiteffiziente Maschinenautomatisierungsprojekte umgesetzt. So zum Beispiel eine CNC-Laserschneidmaschine, eine 5-Achsen-Portal-Entgratungsmaschine, eine Werkzeugschleifmaschine und viele weitere. Lassen Sie sich von unseren erfolgreichen Projekten überzeugen und für kommende Investitionen inspirieren.

Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen dieser NUMinformation und hoffe, Sie an einer der nächsten Messen persönlich begrüßen zu dürfen.

Peter von Rüti  
CEO NUM Gruppe

## Impressum

### Herausgeber

NUM AG  
Battenhusstrasse 16  
CH-9053 Teufen

Telefon +41 71 335 04 11

sales.ch@num.com  
www.num.com

### Redaktion & Realisation

Jacqueline Böni  
Andreas Hahne

### © Copyright by NUM AG

Weiterverwendung mit  
Quellenangabe gestattet,  
Belegexemplar erwünscht.

Die Kundenzeitschrift  
NUMinformation erscheint  
jährlich in deutsch, französisch,  
italienisch, englisch und  
chinesisch.

## NUM expandiert nach Indien

Die NUM AG eröffnete im November 2019 eine Niederlassung in Bangalore. Mit der Expansion in Asien etabliert sich das internationale Unternehmen mit Hauptsitz in Teufen in der Schweiz und als Technologieführer im Bereich CNC-Steuerungen weiter. Durch die Expansion nach Indien steigert NUM dort seine lokale Präsenz sowie den kundennahen Vertrieb und das Serviceangebot.

„Dank dem Standort in Bangalore können wir nun viel schneller auf Kundenanfragen reagieren und unsere Marke weiter ausbauen. Wir sind bereits seit vielen Jahren ansehnlich in China und Taiwan vertreten und möchten nun hier unsere Position weiter stärken“, sagt der Geschäftsführer NUM Indien Rajesh Nath. Die Expansion nach Indien sichert Arbeitsplätze weltweit aber auch in Indien.



Traditionelle indische Lichtzeremonie am Eröffnungstag durch die Geschäftsleitung

## Copyrights der NUMROTO Software in China

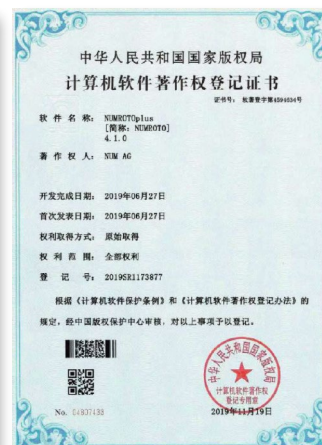
Es freut uns bekanntzugeben, dass wir nun auch offiziell im Besitze des Copyrights der NUMROTO Software in China sind.

Dieser Umstand erleichtert es uns und unseren Anwälten, weltweit gegen die Nutzung und den Verkauf von nicht durch NUM lizenzierten Versionen von NUMROTO vorzugehen und fehlbare Nutzer und Anbieter entsprechend zur Rechenschaft zu ziehen.

Wie erkenne ich eine illegale Version von NUMROTO?

Wenn Sie eine Maschine haben, die keine NUM CNC-Steuerung hat und trotzdem NUMROTO angewendet wird, dann handelt es sich mit Sicherheit um eine nicht lizenzierte und damit illegale Version.

Wenn Sie die Echtheit von NUMROTO überprüfen lassen wollen, dann senden Sie uns einfach Ihr Lizenzfile (Keyfile) mit der Endung .nkj oder .nk4, zusammen mit dem Namen Ihrer Firma. Sollten Sie feststellen, dass Sie eine illegale Version von NUMROTO nutzen, melden Sie sich bitte bei uns. Wir werden versuchen gemeinsam eine Lösung für das Problem zu finden.



## Events

### NUM Messe Kalender 2020/2021

#### GrindTec 2020

10.-13. November, in Augsburg, Deutschland  
Halle 7, Stand 7100

#### IMTEX 2021

23.-28. Januar, in Bangalore, Indien

#### Grinding Technology 2021

2.-4. März, in Tokio, Japan

#### TIMTOS 2021

15. - 20. März, in Taipeh, Taiwan

#### CIMT 2021

12.-17. April, in Peking, China



## Die Familie der NUMgear Technologien wächst

**Flexium CAM, NUM's Entwicklungsumgebung für benutzerfreundliche Oberflächen, und MLEGB, das ultrapräzise, flexible und skalierbare elektronische Getriebe, sind die stolzen Eltern der NUMgear Familie.**

### **NUMgear Wälzfräsen (Hobbing)**

Das älteste Kind ist NUMgear Wälzfräsen (Hobbing), die Wälzfräslösung für Neumaschinen und Retrofits. Es ist seit vielen Jahren erprobt und besticht überall mit qualitativ erstklassigen Ergebnissen. Wälzfräsen ist der bis heute schnellste Prozess zur Herstellung evolventischer Aussenverzahnungen.



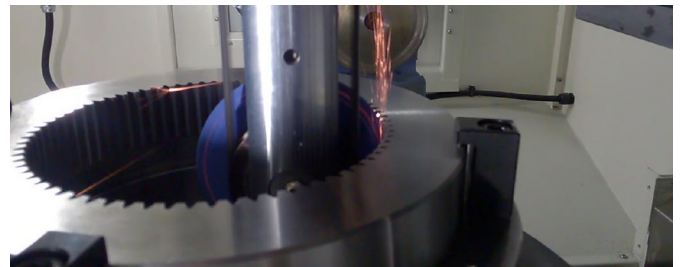
### **NUMgear Wälzstossen (Shaping)**

NUMgear Wälzstossen (Shaping) ist der Bruder des WälzfräSENS. Gestossen werden evolventische Innenverzahnungen, also Ringe. Je kompakter Getriebe werden, desto eher werden innenverzahnte Ringe verwendet.



### **NUMgear Wälzschleifen (Threaded Wheel Grinding)**

Das NUMgear Wälzschleifen (Threaded Wheel Grinding) erzeugt genau die hochpräzisen Oberflächen auf evolventischen Aussenverzahnungen, die dafür sorgen, dass ein Getriebe länger hält als der Rest des Autos und dafür, dass es im Fahrbetrieb kaum zu hören ist. NUMgear Wälzschleifen erreicht mit Hilfe des MLEGB eine Oberflächenqualität von DIN 1 und besser. Schnelles Einmitten des Zahnrad zur Fixierung der Zahnposition und präzises Abrichten der Schleifschnecke machen den Prozess schnell und zuverlässig.



### **NUMgear Profilschleifen (Profile Grinding)**

NUMgear Profilschleifen (Profile Grinding) ist das vielseitigste Kind der Familie. Jede Zahnücke wird einzeln geschliffen, wobei das Schleifrad genau auf die gewünschte Zahn- und Lückenform abgerichtet wird. So können die unterschiedlichsten Zahnformen, von der modifizierten Evolvente bis hin zur Zykloide hergestellt werden. NUM's Profilschleifen ermöglicht die Berechnung und Korrektur von evolventischen als auch von zykloiden Profilen. Das Modul berechnet die Bahn des Abrichters und steuert den Prozess vom Abrichten bis zum Schleifen. Profilschleifen eignet sich für Aussen- und Innenverzahnungen.



### **NUMgear Wälzschälen (Skiving)**

NUMgear Wälzschälen (Skiving) ist das Nesthäkchen der Familie. Obwohl die Technologie nicht neu ist, wurde sie erst hundert Jahre nach der Patentanmeldung wirklich produktiv einsetzbar. Wichtigster Faktor dabei ist die Kopplung zwischen Werkzeug und Werkstück. Das garantieren das MLEGB bei Drehzahlen von 16'000 rpm und NUM's Motoren und Antriebe mit Nanopräzision. Skiving eignet sich für Innen- und Aussenverzahnungen gleichermaßen.

Die Familie NUMgear wird weiterwachsen und neue Technologien abdecken. Auch in diesem Segment bieten die NUM Lösungen höchste Flexibilität und Offenheit. So kann jedes der Module in seiner Funktion und Bedienung auf Kundenwunsch entsprechend angepasst werden.

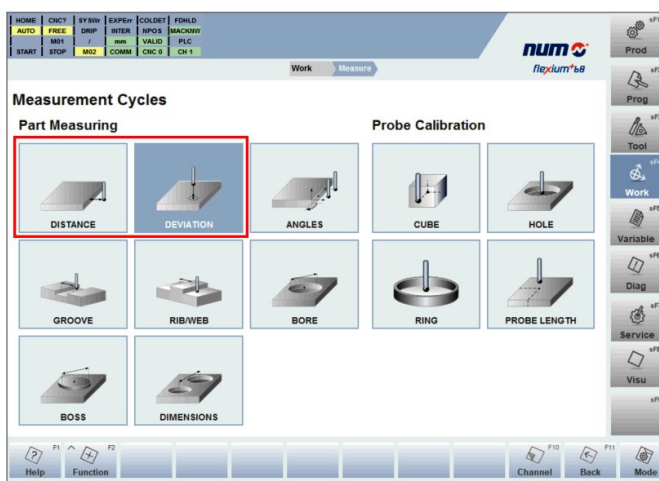
# Software-Assistent bietet grafische Anleitung für die Messung mit Messtastern

**Bediener von CNC-Werkzeugmaschinen haben jetzt ein einfaches Mittel zur Durchführung von Messtastermessungen von Teilen und Werkzeugen in der Werkstatt.**

Eine neue Software-Option des CNC-Spezialisten NUM vereinfacht die Messzyklen bei der CNC-Bearbeitung drastisch.

Die Software wurde speziell für eine einfache Bedienung entwickelt und nutzt grafische Unterstützungstechniken, damit die Bediener von CNC-Maschinen keine Vorkenntnisse der Programmierung von G-Befehlen benötigen. Sie dürfte besonders für Maschinenhersteller interessant sein, die ihre Prozessgenauigkeit steigern oder den Durchsatz von Präzisionsteilen erhöhen wollen.

Die neuen Funktionen werden zusammen mit einem Software-Assistenten für die Verwendung auf allen NUM Flexium<sup>+</sup>-CNC-Systemen



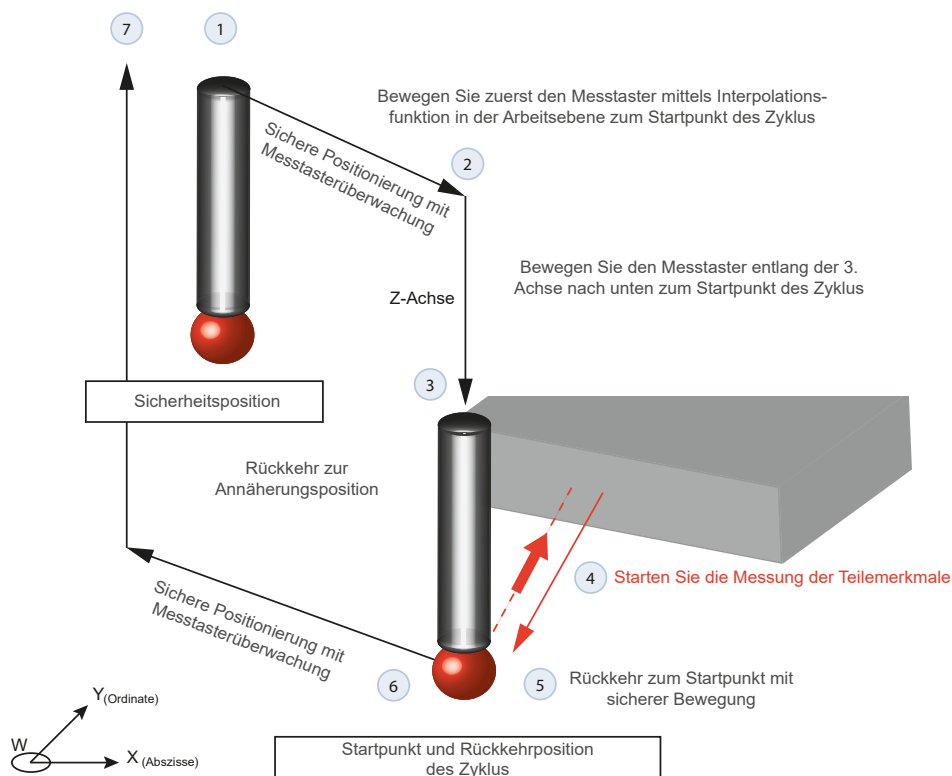
Der neue Software-Assistent von NUM ermöglicht den Bedienern von CNC-Werkzeugmaschinen die einfache Handhabung von Tastermessungen an Teilen und Werkzeugen.

der neuesten Generation geliefert und beinhalten Standard-Messzyklen für die Messung von Teilen und Werkzeugen mit Messtastern. Für eine optimale Verwendbarkeit gibt es 17 verschiedene Werkstückmesszyklen und vier Tasterkalibrierungszyklen sowie zwei feste Tasterkalibrierungs- und Fräserlängen-Voreinstellzyklen. Ausserdem bietet das System sechs Messzyklen speziell für den Einsatz auf Fräsmaschinen.

Zu jedem Messablauf wird eine Bedienerführung angeboten, wodurch der Prozess effektiv automatisiert wird. Der Benutzer wird zunächst aufgefordert, die technologischen Daten für die Messung zu spezifizieren, wie z.B. die Vorschubgeschwindigkeit und die Anstastgeschwindigkeit, gefolgt von vorbereitenden Daten wie die Anfahr- und Startpositionen sowie Ein- und Ausgabedaten, die für den gewählten Zyklus spezifisch sind.

Sobald ein Messzyklus durch den Bediener gestartet wurde, führt die CNC-Maschine die gesamte Messtasterpositionierung vollautomatisch durch. Der Messtaster ist vollständig gegen Kollisionen mit dem Werkstück in der Arbeitsumgebung geschützt, wobei jeder Fehler an das CNC-System gemeldet wird und einen sofortigen Stopp auslöst. Die Software berücksichtigt die Daten der RTCP-Funktion (Rotation around Tool Center Point) zur Vermessung von schrägen Objekten.

Die Bedienerführung von NUM für die Messzyklen bringt ein neues Mass an Flexibilität in die Nutzung von CNC-Werkzeugmaschinen. Zu den fortschrittlichen Fähigkeiten gehören komplexe Aufgaben wie die Messung der Breite einer Rippe resp. eines Stegs und des Mittelpunktes für eine nachfolgende paraxiale Messbewegung, die Messung des Durchmessers und der Mitte einer Bohrung oder eines Vorsprungs mittels vier Punkten, die Messung des Winkels einer schrägen Fläche durch Messungen entlang der dritten Achse und die vektorielle Messung einer Bohrung oder eines Vorsprungs mittels dreier Punkte.



Die neuen Messzyklen von NUM automatisieren die Vermessung von Teilen und Werkzeugen während der CNC-Bearbeitung weitgehend

# Neue Software für CNC-Schneidmaschinen

## Neue Software für CNC-Schneidmaschinen mit integriertem CAM/Postprozessor-Modul zur Vereinfachung der Erstellung von Teileprogrammen

Ein breites Funktionsspektrum deckt Wasserstrahl-, Laser- und Plasmaschneidanwendungen ab.

Der CNC-Spezialist NUM hat ein neues HMI-Softwarepaket (Human-Machine-Interface) mit einem vollständig integrierten CAM-/Postprozessormodul auf den Markt gebracht, das die Erstellung von Teileprogrammen für CNC-Schneidmaschinen weiter vereinfacht und beschleunigt. Die Software enthält auch zwei neue Echtzeit-Analysefunktionen für Wasserstrahlschneidanwendungen, welche die Schneidgenauigkeit und -qualität verbessern.

Viele der weltweit führenden Hersteller von Wasserstrahl-, Laser- und Plasmastrahlschneidmaschinen entscheiden sich heutzutage dafür, ihre Produkte auf den CNC-Systemen von NUM zu basieren, nicht zuletzt aufgrund der inhärenten Funktionalität und Steuerungsflexibilität der Flexium-Plattform des Unternehmens. Die Flexium-Plattform wurde 2012 auf den Markt gebracht und hat sich bei Maschinenherstellern und Endanwendern aufgrund seiner Steuerungsflexibilität und Benutzerfreundlichkeit einen beneidenswerten Ruf erworben. NUM entwickelt die Software kontinuierlich weiter, um den sich ändernden Anforderungen der Anwender und neuen Schneidmaschinentechologien gerecht zu werden.

Ein neues HMI von NUM für CNC-Schneidmaschinen ist das Ergebnis umfangreicher Entwicklungsarbeit. Es verkörpert die Konnektivitätsprinzipien von Industrie 4.0 und verfügt über neue Funktionen, für die bisher separate CAD/CAM-Postprozessoren erforderlich waren.

Im Allgemeinen bereiten die Benutzer Teileprogramme für CNC-Schneidanwendungen vor der Maschine im Produktionsbereich auf einer Art CAD/CAM-System vor. Ein Schlüsselement dieser Arbeit ist die Nachbearbeitung der resultierenden ISO-Datei zur Aufnahme maschinenspezifischer Schnittdaten. Hierbei handelt es sich um ein stark iteratives Verfahren, das zu Interpretationsfehlern und zeitaufwendiger Lösung von Bearbeitungsproblemen führen kann.

Um den Weg zu verkürzen, enthält NUMcut ein leistungsstarkes, maschinenresidentes CAM/Postprozessormodul. Die einzigen Daten, die vor Beginn der Schneidoperationen an die Maschine übertragen werden müssen, betreffen die Geometrie des Teils und die gewünschte Qualität jedes Schnitts. Diese Daten können von praktisch jeder Art von CAD/CAM-Software abgeleitet werden, die z.B. auf einem Standard-PC läuft.

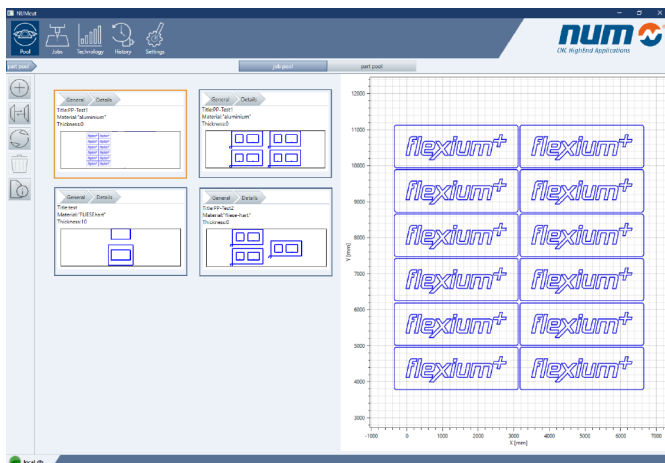


Abbildung 1: Bestand an vorhandenen Dateien

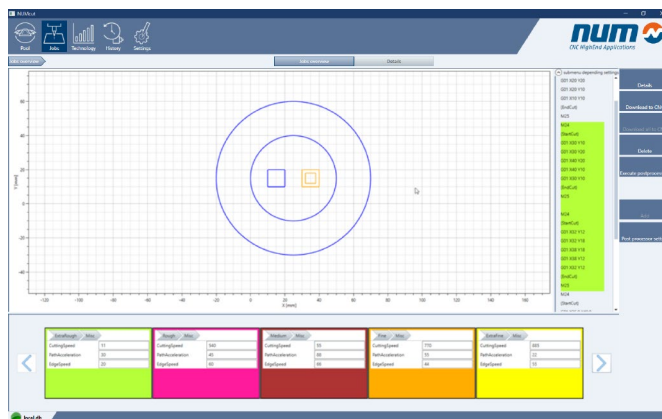


Abbildung 2: Schnittqualität zuordnen

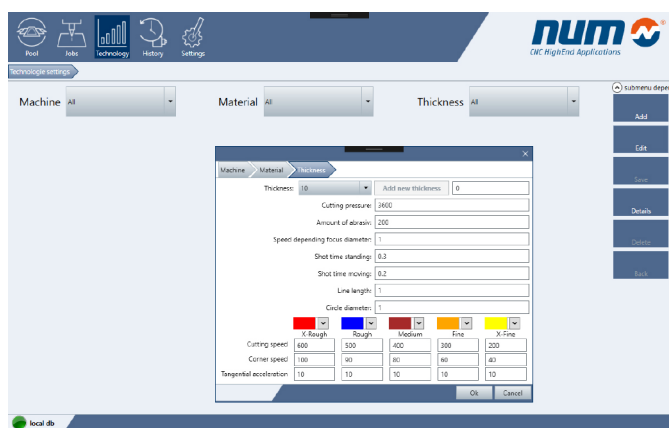


Abbildung 3: Eingabemaske Technologie-Datenbank

Alle anderen notwendigen Daten, wie Schnittgeschwindigkeiten, Abrasivmenge in Abhängigkeit vom Schneidgut usw., werden von der Steuerung automatisch ergänzt. Das CAM/Postprozessor-Modul nutzt dafür eine Technologiedatenbank mit allen relevanten Informationen, die von der Steuerung benötigt werden, um automatisch ein lauffähiges Teileprogramm zu generieren. Die Werte in der Datenbank sind vom Maschinenhersteller vorinstalliert und können bei Bedarf – z.B. zur Anpassung an neue Materialien – vom Anwender geändert oder ergänzt werden.

Die Datenbank selbst – die effektiv das Fachwissen der Produktionsfirma enthält – kann sich entweder auf einzelnen Schneidmaschinen befinden oder auf einem Netzlaufwerk gespeichert werden, so dass mehrere Maschinen auf sie zugreifen können.

Die NUMcut HMI zeigt alle Dateien, die dem Maschinenbediener zur Verfügung stehen, in einem klaren, eindeutigen Stil an. Mit Hilfe des berührungsempfindlichen Bildschirms des CNC-Systems kann der Bediener jede aufeinanderfolgende Maschinenaktion einfach durch Klicken und Ziehen von Symbolen aus dem Datei-Pool in eine „Jobliste“ bestimmen. Sowohl der Auftrag, der gerade von der Maschine bearbeitet wird, als auch die aktuelle Position des Schneidwerkzeugs innerhalb des Auftrags werden grafisch markiert. Bei Bedarf kann der Bediener die Auftragsliste während der Verarbeitung ändern, um unterschiedlichen Produktionsanforderungen, wie z.B. Expresslieferungen, Rechnung zu tragen.

NUMcut bietet ausserdem zwei Echtzeit-Analysefunktionen für Wasserstrahlschneidanwendungen. Beim Wasserstrahlschneiden muss die Bearbeitungsgeschwindigkeit vor den Ecken verringert werden, um den Nachlauf des Schneidstrahls zu reduzieren und so die Schnittqualität zu erhalten. Mit Hilfe von Daten aus der Technologiedatenbank analysiert die adaptive Vorschubsteuerung (AFC) von NUMcut die Bahngeometrie und optimiert automatisch die Schnittgeschwindigkeit, um den Kurvenradius oder Eckwinkel bestmöglich anzupassen.

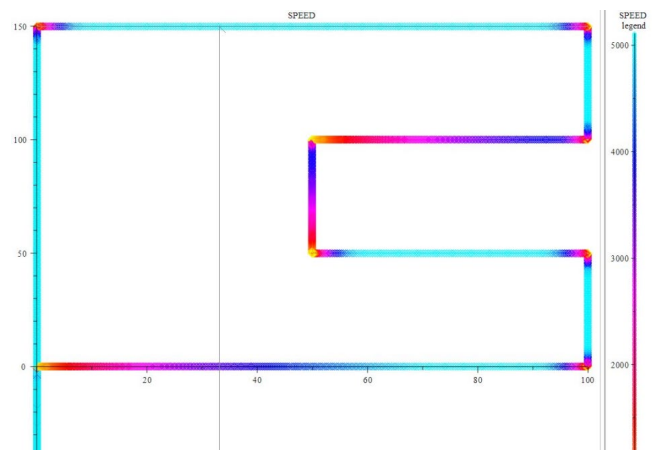


Abbildung 4: Adaptive Schnittgeschwindigkeit

Eine weitere inhärente Eigenschaft des Wasserstrahlschneidens ist, dass sich die Form der Schnittfuge mit den Schnittbedingungen verändert, so dass sich je nach Geschwindigkeit eine deutliche Veränderung der Spaltweite einstellen kann. Wenn diese Ungenauigkeit kompensiert werden muss, bietet NUMcut eine Funktion zur variablen Offset-Regelung (VOC). Damit kann der Schneidpfad automatisch geändert werden, so dass die Endkontur des Teils trotz des sich ändernden Radius des Schneidstrahls masshaltig bleibt und somit die Masshaltigkeit jedes geschnittenen Teils erhalten bleibt.

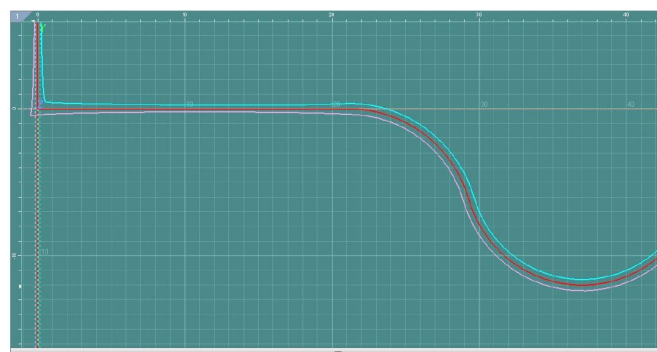


Abbildung 5: Geschwindigkeitsabhängige Schnittfugenbreite

# Präventionslösung mit künstlicher Intelligenz

# Unrundschleifen leicht gemacht

## NUM Diagnose- und Fehlervermeidungsfunktionen mit künstlicher Intelligenz (KI)

Während der Lebensdauer einer Maschine können verschiedene Ausfälle Produktionsunterbrechungen von einigen Stunden bis zu mehreren Tagen verursachen. Ein Maschinenstopp bedeutet eine Lieferverzögerung, die sich stark auf die Servicequalität und die Kosten auswirken kann (und in einigen Fällen zu Vertragsstrafen führt).

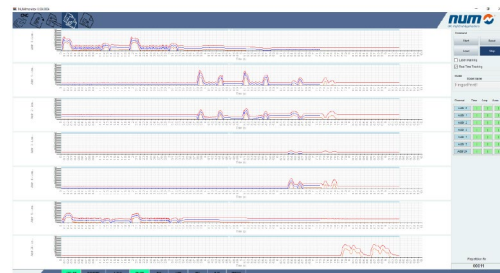
Um die Auswirkungen von Maschinenstillstandszeiten zu reduzieren, ist die Vorhersage von Ausfällen sehr wichtig; sie ermöglicht die Beschaffung von Ersatzteilen im Voraus und die Planung eines Interventionseinsatzes in der geeignetsten Zeitspanne, bevor der Fehler auftritt. NUM bietet zwei verschiedene Diagnose- und Fehlervermeidungslösungen an, die auf unterschiedlichen Konzepten basieren: eine Software-Anwendung namens NUMmonitor und eine Diagnose- und Präventionslösung, die künstliche Intelligenz (KI) verwendet.

Beide Lösungen zielen darauf ab, die mechanischen Probleme einer Maschine vorherzusagen, wie z.B. eine Erhöhung der Reibung, des Spiels, der Vibrationen, der Instabilität... und elektrische Probleme, wie z.B. eine Verminderung des Motorwirkungsgrades (verursacht z.B. durch Magnetderating), fehlerhaften Encoder-Offset, eine fehlende Phase, schwerwiegende Antriebsprobleme...

Die beiden Lösungen verfolgen unterschiedliche Ansätze:

- NUMmonitor erstellt einen „Fingerabdruck“ der Maschine; durch regelmäßige Überprüfung der Maschine anhand des Fingerabdrucks ist es möglich, Abweichungen und mögliche Ausfälle vorherzusagen.
- Die Diagnose und Vorbeugung mittels KI ermöglicht es, das Verhalten der Maschine „online“ zu überwachen und bei abweichenden Phänomenen (Ausfälle, Alterung, Schmierungsprobleme ... etc.) Warnungen zu generieren.

Schauen wir uns genauer an, wie NUMmonitor funktioniert. Durch Ausführen eines Testteilprogramms auf der Maschine ist es möglich, automatisch eine gemittelte Kurve einer bestimmten Achsenvariablen (z.B. Achsstrom oder Last) zu erstellen. Sobald die gemittelte Kurve erzeugt ist, werden minimale und maximale Hüllkurven (der Benutzer kann die Regeln definieren) erstellt. Diese Hüllkurven definieren die maximale Abweichung einer bestimmten Variablen. Die periodische Überprüfung der Maschine mit Hilfe desselben Testteilprogramms ermöglicht es, Abweichungen und Derating zu identifizieren. NUMmonitor, in Verbindung mit einem NUM Flexium<sup>+</sup>-System, erfordert keine zusätzlichen Geräte/Sensoren und der gesamte Prüfprozess kann automatisiert werden. Abgesehen von der „Fingerabdruckfunktion“ kann NUMmonitor auch für die Prozessüberwachung (Bearbeitung) verwendet werden.

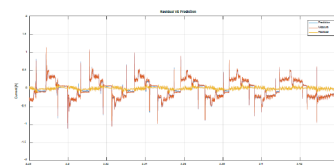


Beispiel einer Maschine, bei der 7 Achsen überwacht werden  
Blau: gemittelter Achsenstromwert, der gemessen wird, wenn die Maschine neu und getestet ist, Rot: minimale und maximale Hüllkurven

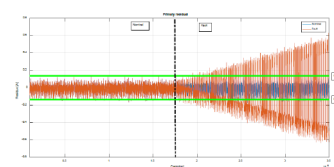
Ein anderer Ansatz verwendet künstliche Intelligenz (KI) zur Implementierung von Diagnose- und Fehlerverhütungsfunktionen. Sobald eine Maschine vollständig in Betrieb genommen wurde und produktionsbereit ist, beginnt ein maschineller Lernprozess.

Wenn die Maschine im Automatikbetrieb eingesetzt wird (z.B. während Standard-Bearbeitungssituationen), werden verschiedene Kennwerte erfasst, und mit Hilfe dieser Daten wird ein neuronales Netz entworfen und eingestellt. Die NUMai Software-Applikation implementiert das designte und getunte neuronale Netzwerk. Es läuft auf dem Industrie-PC der Maschine (demselben PC, der auch für das HMI der Maschine verwendet wird) und emuliert kontinuierlich das normale Verhalten der Maschine im Online-Modus. Wenn sich nach einer bestimmten Zeit das Verhalten der Maschine aufgrund von Alterung, Störungen, Schmierungsproblemen usw. ändert, erkennt die NUMai-Software die Abweichung und gibt eine Warnung aus!

Um das Prinzip zusammenzufassen: Ein neuronales Netz lernt, wie die Maschine unter normalen Bedingungen funktioniert, wenn Abweichungen (z.B. ein mechanisches Problem) auftreten, werden die Symptome identifiziert! Auch in diesem Fall ist die Lösung vollständig integriert und es werden keine zusätzlichen Sensoren benötigt.



Dieses Beispiel zeigt den Vergleich zwischen der durch das neuronale Netz gemachten Vorhersage einer Messgröße (blau) und dem gemessenen Wert der Messgröße (rot). Der Restfehler ist gelb dargestellt



Dieses Beispiel zeigt den Restfehler einer vorhergesagten Variablen, dann tritt ein Fehler auf (rechte Seite), der Restfehler erhöht sich und eine Warnung wird ausgegeben



# Unrundschleifen

Betrachten wir zum Beispiel eine Kurvenscheibe erkennen wir, dass auch unrunde Werkstücke geschliffen werden müssen. Beim Rundschleifen soll eine perfekt runde Form erreicht werden, dagegen wollen wir beim Unrundschleifen die definierte unrunde Form mit entsprechender Oberflächengüte erzeugen.

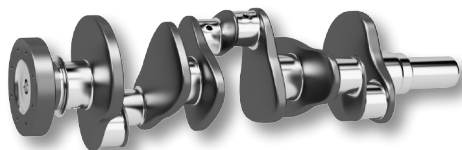
NUM verfügt über grosse Erfahrung bei Schleifanwendungen. Neben dem Werkzeugschleifen werden auch das Aussen- und Innenrundschleifen, das Flachsleifen sowie das spitzenlose Rundschleifen mit speziell auf die jeweilige Anwendung zugeschnittenen CNC-Systemen angeboten.

Das Unrundschleifen ist bei den NUM CNC-Systemen eine Spezialität des Rundschleifens. Dabei wird die C-Achse mit den X- und Z-Achsen so interpoliert resp. synchronisiert, dass auch Formen geschliffen werden können, die mit einer herkömmlichen Rundschleifmaschine nicht herstellbar sind.

Die folgenden Bilder zeigen einige mögliche Formen resp. Werkstücke die geschliffen werden können. Der Formvielfalt sind bei konvexen (nach aussen gewölbten) Flächen keine Grenzen gesetzt. Bei konkaven (nach innen gewölbten) Formen gibt es natürlich prozessbedingte geometrische Einschränkungen.



Nockenwelle



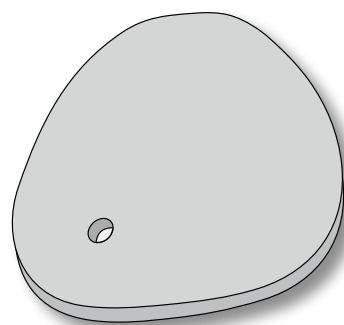
Kurbelwelle

## Funktionen

Das Unrundschleifen ist eine äusserst komplexe Schleifanwendung, da die unrunde Kontur zu immer wechselnden Eingriffs- und Bewegungsverhältnissen am zu schleifenden Werkstück führt. Es bedarf deshalb spezieller Software, damit das Unrundschleifen auch gelingt. Bei NUMgrind wird die geschlossene Form des „Werkstückes“ in der XY-Ebene definiert. Geschliffen wird aber indem die X-Achse mit der C-Achse (Spindel) interpoliert respektive synchronisiert wird. Dazu kann noch eine axiale Bewegung in Z kommen. Diese wird mittels Pendeln oder Mehrfacheinstecken ausgeführt. Die Kontur wird in der Flexium+ NCK von der XY-Ebene in die XC-Ebene transformiert und die entsprechenden Ausgleichs- und Zustellbewegungen unter Berücksichtigung des Schleifscheibendurchmessers berechnet. Der Kontur kann ein Geschwindigkeitsprofil mitgegeben werden, welches selbstverständlich auch transformiert wird, wobei die Steuerung automatisch die definierten maximalen Geschwindigkeiten und Beschleunigung berücksichtigt. Im NUMgrind-Unrundschleifpaket der Flexium+ sind diese Unrundschleifzyklen einsatzbereit enthalten.

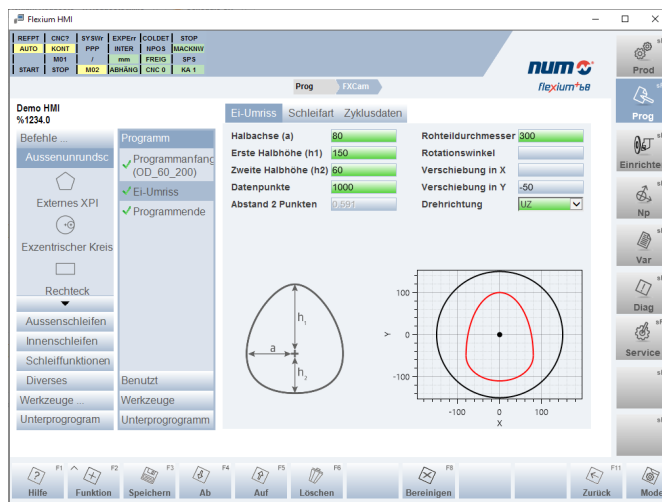


Stanzstempel



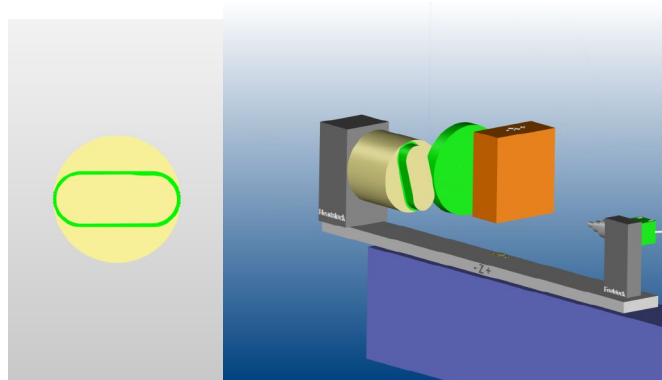
Kurvenscheibe

Im dazugehörigen HMI stehen eine grosse Anzahl vordefinierter Formen zur Verfügung, wodurch die Teileprogrammierung erheblich erleichtert wird. Es können jedoch auch Profile importiert und angepasst werden. Nach dem Ausfüllen der Dialogseiten und der Festlegung der Bearbeitungsreihenfolge erstellt das NUMgrind HMI das notwendige Teileprogramm, welches dann auf der Maschine abgefahren werden kann.



Ausschnitt der Eingabeseite für die Eiform

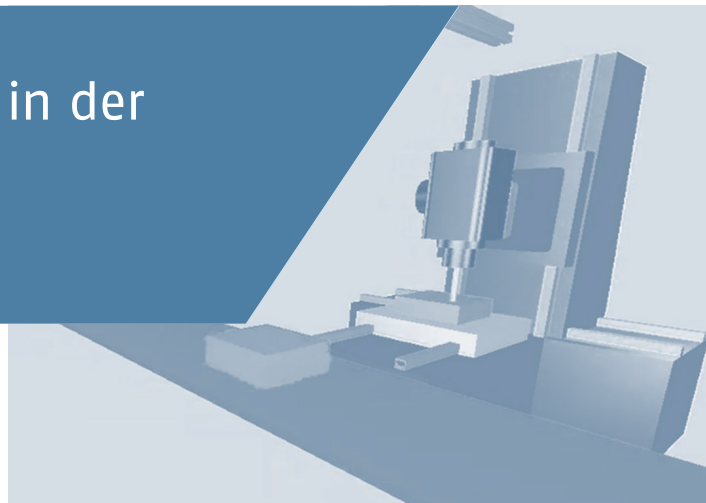
Mit Flexium 3D lassen sich die Schleifbewegungen und der Materialabtrag simulieren. Beispiel:



3D-Simulation Unrundschleifen

Das NUMgrind-Paket enthält umfassende Schleifzyklen für das Aussen-/Innenrundschleifen und optionales Unrundschleifen. Es wird als schlüsselfertiges Komplettpaket geliefert, kann jedoch mit zusätzlichen Zyklen und Funktionen individuell erweitert werden.

# Digitaler Zwilling – reales Objekt in der digitalen Welt



## Digitaler Zwilling

**Die Entwicklung von digitalen Zwillingen zählt zu den aktuellen Top-Technologietrends und ist eine der Säulen von Industrie 4.0. Das Ziel ist ein reales Objekt in der digitalen Welt möglichst 1:1 abzubilden.**

Ein digitaler Zwilling beinhaltet Daten und Algorithmen und Sensoren koppeln ihn an die reale Welt an. Ein digitaler Zwilling ist ein virtuelles Modell z.B.

- Eines Produktes
- Eines Prozesses (Maschinenpark, Anlage, Produktion)
- Einer Dienstleistung (Einhalten von Lieferzeiten, Qualitätskontrolle)

Diese Objekte, Prozesse oder Dienstleistungen müssen in der realen Welt noch nicht existieren. Sie können sich ebenso gut in der Produktentwicklung befinden.

Was bringt diese Kopplung der realen mit der virtuellen Welt? Sie ermöglicht die parallele Entwicklung von Mechatronik, der Überwachung von Systemen (Probleme verstehen und bearbeiten, bevor sie überhaupt auftreten; Ausfallzeiten vermeiden) und der Analyse von Daten. Bei richtiger Anwendung können Kosten und die Time to Market reduziert werden.

### Produktzwilling

Wir als Steuerungshersteller wollen unsere Kunden bei der Herstellung und Wartung ihrer Maschine unterstützen. Daher liegt das Augenmerk dieses Artikels auf der Erstellung eines digitalen Zwillings ihres Produkts, dem Produktzwilling. Er entsteht zu Beginn einer Entwicklung und wird schrittweise erweitert bis das reale Produkt existiert. Der Zwilling besteht aus der Produktstruktur sowie weiteren Angaben wie der Geometrie in einem M-CAD, dem Elektro-Schema in einem E-CAD, der Software etc. Damit können Teams hochgradig parallel und effizient entwickeln.

Ohne digitalem Zwilling werden die mechanischen Maschinenkomponenten erst bei der Inbetriebnahme mit der Steuerung zusammengeführt. Dadurch ist sie langwierig, risikobehaftet und aufwändig, da Probleme erst spät erkannt werden. Basis für eine reale Inbetriebnahme ist die reale Maschine, welche während der Entwicklungsphase noch nicht existiert, sondern erst zu einem späteren Zeitpunkt. Der digitale Zwilling steht hingegen bereits beiziten zur Verfügung und kann schon während der Entwicklungsphase zu einer virtuellen Inbetriebnahme genutzt werden, bevor erste mechanischen Teile gefertigt sind und real existieren. Der digitale Zwilling „vertritt“ dabei Mechanik, Aktorik und Sensorik der späteren realen Maschine und bietet anhand der 3D-Maschinensimulation eine realitätsnahe Darstellung. Für die Entwicklung der Steuerungssoftware ergeben sich daraus neue Möglichkeiten, da diese frühzeitig gegen den digitalen Zwilling getestet und optimiert werden kann.

### Aufbau

Ein System mit einem digitalen Zwilling besteht aus drei Elementen:

- Realem Objekt
- Digitalem Zwilling im (teil)virtuellen Raum
- Informationen, die beide Objekte miteinander verbinden

Man unterscheidet beim digitalen Zwilling grundsätzlich zwei Typen:

- Hardware in the Loop (HiL)
- Software in the Loop (SiL)

Im Fall von „Hardware in the Loop“ schliesst der digitale Zwilling eine reale CNC-Steuerung mit ein. D.h. der PC mit der Software des digitalen Zwillings ist über eine Verkabelung mit der Steuerung verbunden. Auf der Steuerung wird der aktuelle Softwarestand in Wechselwirkung mit dem Simulationsmodell im digitalen Zwilling ausgeführt. Zwischen beiden Systemen erfolgt ein Signalaustausch, und über die 3D-Visualisierung im digitalen Zwilling wird der Programmablauf realitätsnah dargestellt.

Im Fall von 'Software in the Loop' kommuniziert der digitale Zwilling mit einer virtuellen Steuerung. Die gesamte Funktionalität befindet sich dabei auf einem PC. Dies ist eine Möglichkeit, welche in einer frühen Entwicklungsphase vorteilhaft sein kann, wenn die reale Steuerung noch nicht verfügbar ist.

### Virtuelle Inbetriebnahme

Mittels einer virtuellen Inbetriebnahme lassen sich Effizienzsteigerungen und eine Verkürzung von Entwicklungszeiten erreichen. Auch ist ein deutlich höherer Entwicklungsstand der Software vor dem Start der Inbetriebnahme an der realen Maschine zu verzeichnen. Dadurch kann die Maschineninbetriebnahme in kürzerer Zeit, kostengünstiger und mit geringerem Risikopotenzial durchgeführt werden.

Eine weitere Anwendung der virtuellen Inbetriebnahme sind Umbauten an Maschinen z.B. andere Beladesysteme. Wenn der digitale Zwilling die Wirklichkeit, auch bezüglich der zeitlichen Abläufe, gut abbildet können verschiedene Versionen der Mechanik gegeneinander abgewogen werden, ohne dass sie hergestellt werden müssen.

Der digitale Zwilling kann auch zu Trainingszwecken verwendet werden, was einen zusätzlichen Nutzen darstellt. Damit kann Bedienpersonal in Verbindung mit der Simulation auf virtueller Basis am realen Steuerungssystem geschult werden. In einem Maschinenschauraum könnten Maschinen oder -varianten präsentiert werden, die, aus welchen Gründen auch immer, momentan nicht ausgestellt sind.

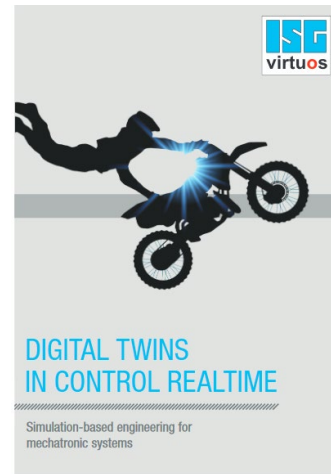
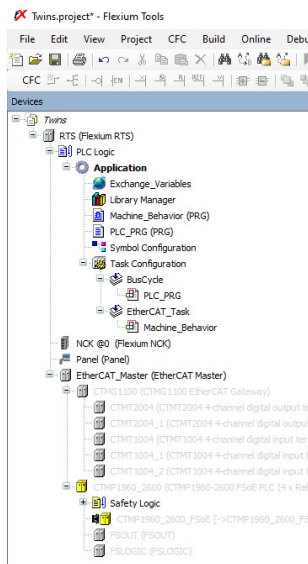
## Digitale Zwillinge mit NUM-Steuerungen

Wir bieten zwei Versionen von digitalen Zwillingen für unsere Steuerung an. Einerseits eine Mischung von Software und Hardware in the Loop, andererseits eine klassische Hardware in the Loop-Lösung.

Die erste Variante beinhaltet ein Maschinenmodell in der integrierten SPS der Flexium<sup>+</sup>-Steuerung. Dieses Modell ist ein eigenständiges SPS-Programm und verwendet vordefinierte Komponenten, welche einzelne Maschinenelemente simulieren, wie Sensoren, Spindeln, pneumatische Zylinder etc. Die Flexium NCK führt die NC-Programme aus und simuliert die Positionswerte der Achsbewegungen der Maschinenachsen. Um das gesamte Verhalten gut zu verstehen, ist es hilfreich, den Prozess zu visualisieren. Dazu wird der CODESYS Depictor verwendet. Damit wird die Maschine modelliert und animiert. Die Informationen für die Modellanimation stammen vom Simulationsprogramm der SPS und der Flexium NCK.

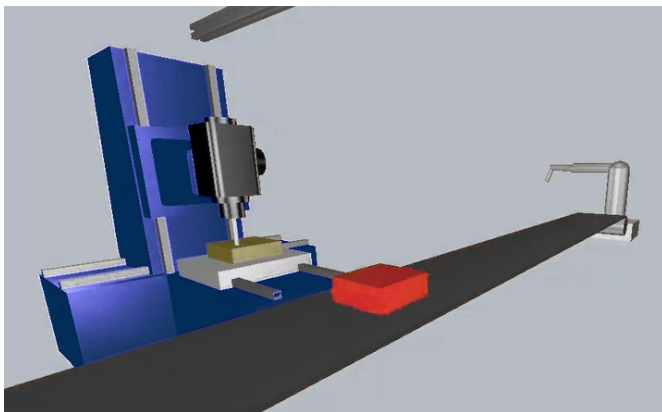
Für diesen digitalen Zwilling sind notwendig:

- NUM iPC (z.B. FS154i)
- Flexium NCK
- Flexium Tools
- CODESYS Depictor



Für diesen digitalen Zwilling sind notwendig:

- NUM iPC (z.B. FS154i)
- Flexium NCK
- Flexium Tools
- PC
- ISG-virtuos
- Schnittstellenmodul in der Flexium<sup>+</sup> für die Verbindung mit ISG-virtuos



Auch für einen klassischen Hardware in the Loop-Zwilling haben wir eine Lösung. Dafür verwenden wir ISG-virtuos, welches ein auf Echtzeitanwendungen spezialisierte Softwaredesign aufweist. Dieses Tool ermöglicht den Test, die Inbetriebnahme und die Optimierung von Automatisierungssystemen mit realen Steuerungen. ISG-virtuos ersetzt die Maschine durch einen PC und kommuniziert mittels EtherCAT mit der Flexium<sup>+</sup>-Steuerung in Echtzeit. Die virtuelle Maschine wird aus virtuellen Komponenten aufgebaut, die sich hinsichtlich Schnittstellen, Parameter und Betriebsarten wie die realen Komponenten verhalten. Damit entspricht sie im Detail dem Aufbau des realen Systems. Die Bewegungen der Maschine werden in einer 3D-Simulation dargestellt. Die dazu notwendigen Informationen werden über EtherCAT zwischen dem Zwilling und der Flexium<sup>+</sup>-Steuerung ausgetauscht.



Digitaler Zwilling Verbindung Flexium<sup>+</sup>

Mithilfe dieser virtuellen Maschine werden realistische Test- und Inbetriebnahmesituationen inklusive aller Steuerungsfunktionen in der Ablauf- (SPS) und der Bewegungssteuerung (CNC) simuliert. Diese Systemtests können auch automatisiert durchgeführt werden. Die so entwickelten und getesteten Funktionen werden im Anschluss einfach auf die realen Systeme übertragen.

Welche der beiden Lösungen gewählt wird hängt von verschiedenen Faktoren ab und ist nicht immer ganz einfach zu beantworten. Unsere Ingenieure stehen ihnen mit ihrem Knowhow beim Erarbeiten der Entscheidungskriterien oder sogar in der Realisierung der virtuellen Maschine gerne zur Verfügung.

# Beschleunigungs- sensor löst Schwin- gungsprobleme

# Effektiveres Arbeiten mit neuen CNC-Funktionen

## NUM-Beschleunigungssensor

**Es gibt viele Unternehmen, die heute verschiedene Arten von sehr guten und robusten Sensoren, einschliesslich Beschleunigungssensoren, auf den Markt bringen. Warum also präsentiert NUM jetzt eine eigene Lösung?**

Die meisten derzeit auf dem Markt erhältlichen Beschleunigungssensoren sind nicht in der Lage, hohe Frequenzen zu messen; sie benötigen in der Regel zusätzliche Signalaufbereitungselektronik, bevor sie dann über einen Feldbus, der im besten Falle alle paar Millisekunden Daten liefert, an ein CNC/SPS-System angeschlossen werden können.

**Können typische Maschinenschwingungen gedämpft werden, wenn der Beschleunigungswert nur alle paar Millisekunden verfügbar ist?** In der Regel ist die Antwort nein, können sie nicht. NUM hat daher beschlossen, einen eigenen Beschleunigungssensor zu entwickeln, der direkt an die Servoantriebe von NUM angeschlossen werden kann. Mit einer Abtastrate von 100 Mikrosekunden kann er in geschlossenen Regelkreisconfigurationen mit Bandbreiten bis zu einigen hundert Hertz eingesetzt werden.

Eine der interessantesten Anwendungen ist die Folgende: Der Tool Center Point (TCP) einer Werkzeugmaschine schwingt aufgrund von Eigenschwingungen der mechanischen Struktur der Maschine; selbst wenn die Maschine mit einem hochauflösenden Geber (im Servomotor integriert) ausgestattet ist, ist es nicht möglich, die TCP-Schwingung zu dämpfen, da sie nicht gemessen wird. Eine komplexe Systemmodellierung und der Einsatz von Zustandsreglern könnte gute Dämpfungsergebnisse liefern, aber die Komplexität ist sehr hoch und die schwache Robustheit der Kompensation ist ein Problem (z.B. bei einer kleinen Parameteränderung, wie der Trägheit, würde die Wirksamkeit der Kompensation verloren gehen).

Durch die Messung der TCP-Beschleunigung (z.B. in jeder der Hauptachsenrichtungen X, Y und Z), mit NUM-Beschleunigungssensoren, die an NUM-Servoantriebe angeschlossen sind, und durch die Verwendung fortschrittlicher Funktionen wie DEM-X (Drive Embedded Macro) und der aktiven Dämpfungsfunktion von NUM kann die TCP-Schwingung

präzise und robust gedämpft werden. Ein Beispiel ist in den beigefügten Bildern dargestellt. In einigen Fällen werden hochgenaue lineare Massstäbe verwendet. Diese ermöglichen es, die aktive Dämpfung von NUM zur Dämpfung der kinematischen Schwingungen im Antriebsstrang zu nutzen, aber das bedeutet nicht automatisch, dass auch die TCP-Schwingungen gedämpft werden.

Dies ist nur eines der vielen möglichen Probleme, die mit dem Beschleunigungssensor von NUM gelöst werden können. Die Beschleuni-

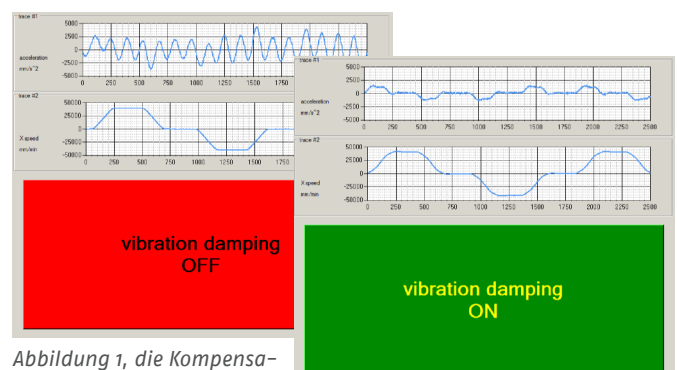


Abbildung 1, die Kompensation ist AUS

Spur # 2: Geschwindigkeit der X-Achse

Spur #1: Werkzeugspitze schwingt mit seiner Eigenfrequenz (etwa 3 Hz)

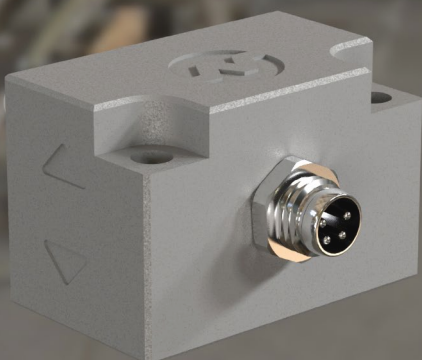
Abbildung 2, die Kompensation ist eingeschaltet

Spur # 2: Geschwindigkeit der X-Achse

Spur #1: Werkzeugspitze bewegt sich und die Beschleunigung ist nur die programmierte (Eigenfrequenz vollständig kompensiert)

gungsinformationen können auch digital und zyklisch an die Flexium+ NCK übertragen und im NCK-Ringpuffer gespeichert werden. Diese Informationen können dann zyklisch in den Windows-Bereich zur weiteren Auswertung oder zur Verwendung mit NUMmonitor hochgeladen werden. Die Beschleunigungsinformationen können auch für viele andere Zwecke verwendet werden: zur Optimierung des Bearbeitungsprozesses (z.B. zur Vermeidung von Rattern), zur Erkennung von Spindelvibrationen (Lagerprobleme), zur Erkennung von mechanischem Derating (Reibung / Spiel), zur Erkennung und Protokollierung von Maschinenkollisionen, zur Abschätzung der Werkzeuglebensdauer, zur Erkennung von Werkzeugbrüchen usw.

Der Beschleunigungssensor von NUM, der an ein NUM Flexium+ CNC-System angeschlossen ist, kann zur Lösung vieler Probleme eingesetzt werden. Bitte nehmen Sie mit uns Kontakt auf, damit wir Sie bei der Lösung Ihrer Probleme unterstützen können.



# Neue CNC-Funktionen: Trochoidaler Fräszyklus (G725) und Gravurzyklus (G730)

Im Rahmen der letzten Software-Version hat NUM eine Reihe verschiedener Flexium+ NCK-Zyklen eingeführt. Sie stehen im Zusammenhang mit einer effektiveren und schnelleren Teilebearbeitung bei Fräsanwendungen und beinhalten eine wesentliche Erweiterung für industrielle Gravuranwendungen mit Buchstaben, Zahlen und Sonderzeichen.

## FXS0000700 Trochoidaler Fräszyklus (G725)

Eine trochoidale Bewegung ist die Kurve, die einen Punkt auf dem Umfang eines Kreises beschreibt, wenn sich der Kreis entlang einer geraden Linie bewegt. Trochoidales Fräsen ist somit eine spezifische Strategie für das Fräsen, die von neueren CAM-Programmier-systemen in Form von Steuerungszyklen verwendet wird, um einen konsistenten Werkzeugeinsatz, einen höheren Materialabtrag sowie eine konstante mittlere Spandicke zu erreichen. Dadurch werden optimale und effektive Bearbeitungsprozesse gewährleistet.

Die wichtigsten Kundenvorteile sind:

- Verringerte Schnittkräfte
- Reduzierte Wärementwicklung
- Höhere Bearbeitungsgenauigkeit
- Verbesserte Werkzeugstandzeit
- Schnellere Zykluszeiten
- Ein Werkzeug für mehrere Nutengrößen

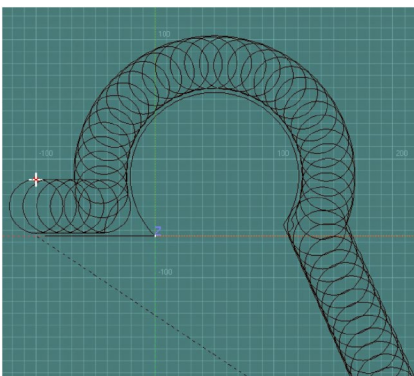
Der Trochoidale Fräszyklus kann mit G725 in der NUM-ISO-Programmierung mit verschiedenen Zyklusparametern, einschliesslich der Vorschubdefinition, eingesetzt werden.

Die Syntax ist sehr einfach:

G725 EL.. [EF.] [EG..] [ES..] [EE..] ER.. EH.. H..N.. N.. Q..

Beschreibung der Zyklusparameter:

EL..	Breite der Trochoidalbearbeitung
EF..	Bearbeitungsvorschub
ES..	Multiplikativer Faktor für den Vorschub des Nichtbearbeitungspfades ( $V = ES * EF$ )
ER..	Rückzugsebene in der Werkzeugachse
EH..	Höhe, in der die Bearbeitung beginnt
EG..	Bewegung im Uhrzeigersinn (-1) oder gegen den Uhrzeigersinn (1)
H..	Datei, in der das Profil programmiert ist
N..N..	Erster und letzter Block des Profils
Q..	Multiplikativer Faktor für Vorwärtsbewegung in Bearbeitungsrichtung
EE..	Ist 0 programmiert wird Schlichtbearbeitung durchgeführt



FXS0000700 Trochoidaler Fräszyklus (G725)

## FXS0000701 Gravurzyklus (G730)

Der Zyklus G730 dient zum Gravieren von Zeichen aus einer Textfolge durch Interpolation der Achsen in der Maschine. Die verfügbaren Symbole sind die Gross- und Kleinbuchstaben (A-Z und a-z), Zahlen von 0-9 und einige Sonderzeichen. Es ist möglich, Text in einer geraden Linie, mit einer Neigung oder entlang des Umfangs eines Kreises mit einem bestimmten Radius R zu schreiben. Jeder Buchstabe kann auch um einen zusätzlichen Winkel (geneigtes Zeichen) gedreht werden. Dieser Gravurzyklus ermöglicht es dem Anwender, einen Text (wie z.B. eine ID, Seriennummern, Stückkodierung oder Datum und Uhrzeit) auf das Werkstück zu schreiben, ohne ein CAD/CAM-System oder ein anderes Software-Tool zu verwenden.

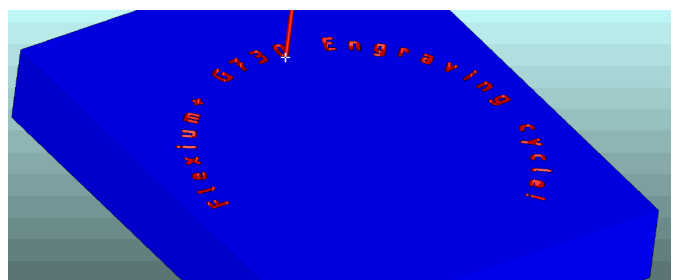
Die Syntax lautet:

G730 X.. Y.. Z.. R.. EL.. EA.. EI.. ER.. EH.. EX.. F..

Der Gravurzyklus der G730 verfügt über einen vollständigen Satz von Parametern zur Bestimmung der Position, des Layouts und des Musters des Textes.

X..	X-Position der SE (Südost, unten links) Ecke des Rechtecks einschliesslich des ersten Buchstabens
Y..	Y-Position der SE (Südost, unten links) Ecke des Rechtecks einschliesslich des ersten Buchstabens
Z..	Z-Position des Gravurendes (Tiefe)
EL..	Höhe der Buchstaben
F..	Bearbeitungsvorschub
ER..	Rückzugsebene in der Werkzeugachse
EH..	Höhe, in der die Bearbeitung beginnt und alle Bewegungen zwischen den Buchstaben stattfinden
R..	Radius des Kreises, auf dem der Text eingraviert werden soll
EA..	Neigungswinkel des Textes bei Geraden oder Startwinkel im Kreis
EI..	Leerzeichen zwischen den Zeichen (Space)
EX..	Zusätzliche Rotation jedes Zeichens
EP..	Axialer Weg

Der bemerkenswerteste Aspekt dieser neuen Funktionen ist, dass sie beide die Form von benutzerdefinierten G-Befehlen haben. Dies bietet nicht nur mehr Flexibilität, sondern zeigt auch die Leistungsfähigkeit der G-Funktionen für diese Art von Anwendungen. Natürlich verfügt die Flexium+ CNC über die notwendige Rechenleistung für eine integrierte Funktion, aber eine benutzerdefinierte G-Funktion ist genauso effizient wie eine integrierte und bietet darüber hinaus mehr Anpassungsmöglichkeiten. Weitere Informationen zu G725 und G730 oder anderen benutzerdefinierten G-Funktionen finden Sie in der Flexium+-Dokumentation oder erhalten Sie von Ihrem NUM-Ansprechpartner, der Ihnen gerne Anregungen und Lösungshilfen gibt.



FXS0000701 Gravurzyklus (G730)

## Schützen sie ihr Know-how

Gute Maschinen zeichnen sich unter anderem durch ein oder mehrere Alleinstellungsmerkmale (unique selling proposition, USP) aus, was sie von der Konkurrenz abhebt und dadurch die Vermarktung entsprechend unterstützt. Diese USPs können ganz verschiedener Natur sein, wobei sie heute sehr häufig durch Softwarefunktionen oder in Kombination verschiedener Disziplinen realisiert werden. Ein USP und das Know-how, welches für diesen USP gebraucht wird, sollte so gut wie möglich geschützt werden. Es kann sich durchaus auszahlen an dieser Stelle etwas paranoid zu sein. Es gilt zu verhindern, dass der USP durch einfaches Kopieren plötzlich auf Konkurrenzmaschinen zu finden ist. Da heute bei den USPs in vielen Fällen Software beteiligt ist, braucht es zunehmend entsprechende Schutzmechanismen auf den verschiedenen Systemen. Es gibt natürlich auch noch andere Gründe eine Software zu schützen, wie zum Beispiel Schutz vor ungewollter Veränderung oder aus Sicherheitsgründen wie zum Beispiel bei der Safety SPS.

Das Flexium<sup>+</sup>-System bietet verschiedene Möglichkeiten für den Know-how-Schutz. Dabei kann das System grob in drei Bereiche unterteilt werden: SPS, CNC/Antriebe und HMI respektive Software, die auf dem PC läuft. In jedem Bereich können Funktionen vor unerlaubtem Zugriff und unerlaubtem Kopieren geschützt werden.

### SPS

Beginnen wir mit der SPS und dem Schutz vor versehentlichen Änderungen. Flexium Tools bietet dafür die Möglichkeit, ein Projekt schreibgeschützt zu öffnen oder aber im Projekt selbst kann definiert werden, dass es nur schreibgeschützt geöffnet werden kann. Der eigentliche Kopierschutz respektive Know-how-Schutz erfolgt durch Verschlüsselung der Projektdatei. Dies geschieht entweder mit einem Projekt-Passwort, mithilfe des CODESYS Security Keys (Dongle) oder mit Hilfe eines Zertifikats. Soll nur ein bestimmtes Modul der SPS geschützt werden, was im Servicefall Vorteile hat, kann man mit geschützten Bibliotheken arbeiten. Die Bibliotheksdatei auf der SPS enthält dabei keinen Quellcode mehr, sondern nur noch einen verschlüsselten Pre-compiled-Code.

Um zukünftige Serviceeinsätze einfach zu halten, sollte der Quellcode des SPS-Projekts immer auf der Steuerung vorhanden sein, sei dies unverschlüsselt, mit verschlüsselten Bibliotheken oder vollverschlüsselt.

### CNC/Antriebe

Auf der Ebene der CNC/Antriebe bietet die Flexium<sup>+</sup> die Möglichkeit CNC-Programme (M- und G-Funktionen, Unterprogramme, Makroprogramme sowie Echtzeitprogramme) geschützt zu speichern und auszuführen. Dazu werden die Programme in spezielle Speicherzonen der Steuerung geladen und falls gewünscht mit einem Passwort verschlüsselt. Beim Schutz der Programme kann bestimmt werden, ob der Programmcode während der Programmausführung angezeigt wird oder

nicht. Wird von der Steuerung ein Back-up gemacht, dann werden diese Programme nur verschlüsselt aus der Steuerung geladen. Um zu verhindern, dass diese speziellen Programme unautorisiert auch auf anderen NUM-Steuern laufen, lässt sich der Programmcode mit der Seriennummer der Steuerung verknüpfen. Dadurch lässt sich das Programm ausschliesslich auf dieser Steuerung ausführen. Soll ein Programm dagegen für einen bestimmten Maschinentyp oder Optional für Maschinen freigegeben werden, kann dies über die Abfrage von Freigabe der Optionen erfolgen. Die Optionsbits befinden sich in einer Lizenzdatei, welche zusammen mit dem Lizenzhardlock der CNC verschlüsselt ist.

### HMI/Software

Wie im restlichen System ist auch die, auf dem PC laufende, Standard-/Bedienoberfläche zum grössten Teil erst mal nicht geschützt. Sollen nun speziell entwickelte Teile der Bedienoberfläche oder andere auf dem PC laufende Softwaremodule geschützt werden, bedient man sich verschiedener Methoden, abhängig davon was das eigentliche Ziel des Schutzes ist. Die Technologie-HMIs, welche mittels Flexium CAM entwickelt wurden, können mit einem Passwort geschützt und verschlüsselt werden. Sollen andere HMI-Teile oder Software geschützt werden, so kann der Maschinenhersteller Schutzmechanismen einsetzen, die er für solche Fälle auch sonst schon im Einsatz hat. Sollte der Maschinenhersteller keine Präferenz haben, sind unsere Ingenieure natürlich gerne bereit, für den jeweiligen Anwendungsfall, die Schutzmechanismen zu analysieren und einen konkreten Vorschlag zu unterbreiten. Durch das skalierbare, offene CNC-System können auch auf dem PC laufende Softwareteile mit, in der eigentlichen CNC verwendeten, Optionsbits verknüpft und verschlüsselt werden.



Der Schutz von Know-how und damit die Verschlüsselung von Software gewinnt immer mehr an Bedeutung. Es ist sicher nicht verkehrt sich zu diesem Thema ein paar Gedanken zu machen. Unsere Ingenieure stehen ihnen mit ihrem breiten Wissen gerne zur Verfügung.

# Kompensation von Winkel- und Ausrichtungsfehlern zwischen den Achsen

Ein kritischer Aspekt der Werkzeugmaschinengeometrie ist die Rechtwinkligkeit zwischen den Achsen, also zwei orthogonale Achsen (verfahrbare Tische, Schlitten), welche nicht exakt im 90°-Winkel zueinander montiert sind. Bei der Herstellung und Montage von Komponenten entstehen geometrische Abweichungen, welche die Bewegungen entlang der Achsen einer Werkzeugmaschine verzerren.

Rechtwinkligkeitsfehler werden oft durch mechanische Biegung oder Fehlausrichtung bei der Montage der Teile, durch bearbeitete Oberflächen von festen Teilen die nicht perfekt rechtwinklig sind, oder durch die nicht ganz so exakte Positionierung mehrerer Teile zueinander verursacht. In der ISO-230-Norm sind Positionsfehler (d.h. Positionierungs- und Orientierungsfehler) definiert, die durch konstante und vorzeichenbehaftete Werte beschrieben werden. Daraus können Rechtwinkligkeits- und Ausrichtungsfehler zwischen den Achsen leicht modelliert werden.

## Positionsfehler: Geometrische Fehler in Verbindung mit einer geraden Referenzlinie

Ein Gleitelement ermöglicht die Bewegung eines Körpers in einer räumlichen Richtung. In der ISO 230-1 wird die Bewegungsrichtung in einem dreidimensionalen Raum durch zwei Orientierungsparameter und einen Nullpunktparameter festgelegt.

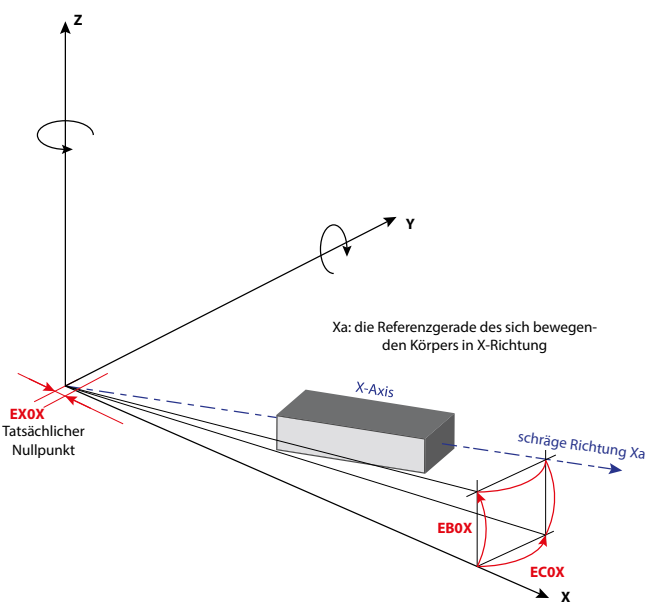


Abb.1 Positionsfehler für eine Linearachse (X-Achse)

Die Abbildung 1 zeigt die Positionsfehler für eine X-Achse, wobei

- $EBoX$  der Orientierungsfehler der X-Achse um die Y-Richtung ist; die Messung der Rechtwinkligkeit erfolgt von X in Bezug auf die Z-Achse;
- $ECoX$  der Orientierungsfehler der X-Achse um die Z-Richtung ist; die Messung der Rechtwinkligkeit erfolgt von X in Bezug auf die Y-Achse;
- $EXoX$ : Nullpunktpositionsfehler der X-Achse.

## Positionsfehler auf einer 3-Achsen-Maschine wXYZt

Beim schrittweisen Zusammensetzen der kinematischen Elemente der Maschinenstruktur fügen wir in der Modellierung für jede Achse eine Bezugslinie ein. Die Bezugslinie wird durch ihre zwei Orientierungsrichtungen dargestellt, von denen eine in Bezug auf die andere aufgebaut ist.

Die Nullpunktpositionsfehler der Achsen werden in diesem Beispiel vernachlässigt.

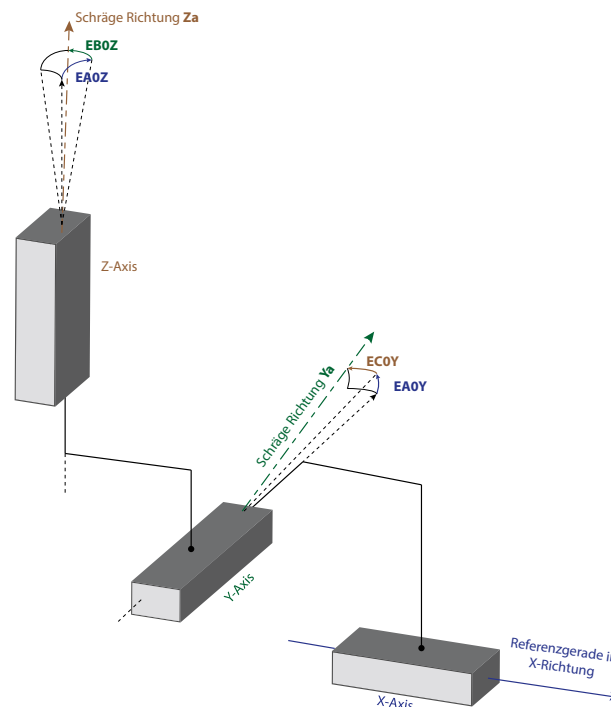


Abb.2 Set von Orientierungsfehlern für die Kompensation der Rechtwinkligkeit für eine 3-Achsen-Maschine wXYZt

Abbildung 2 veranschaulicht das Set von Positionsfehlern einer 3-Achsen-Maschine, bei der die Bezugslinie der ersten Achse mit der X-Achse zusammenfällt und bei der:

- $EAoY$  und  $ECoY$  jeweils den Orientierungsfehler der Y-Achse um die Richtung der X-Achse und der Z-Achse darstellen,
- $EAoZ$  und  $EBoZ$  den Orientierungsfehler der Z-Achse um die X-Achsen- und die Y-Achsenrichtung darstellen.

## Wie können solche Winkelabweichungen korrigiert werden?

Um solche Fehler zu kompensieren, gibt es zwei mögliche Lösungen: Entweder man korrigiert mit teurer und zeitaufwendiger Nacharbeit die Mechanik der Maschine oder man misst solche Fehler und korrigiert sie in Echtzeit mit Hilfe des Flexium<sup>+</sup>-CNC-Systems.

Die Flexium<sup>+</sup>-CNC-Systeme bieten bislang die Möglichkeit Rechtwinkligkeitsfehler und vieles mehr, mit Hilfe der Option VECOMP (Volumetrische Fehlerkompensation), zu kompensieren. Mit dem nächsten grossen Software-Release steht eine einfach zu bedienende Standardfunktion zur Kompensation von Rechtwinkligkeitsfehlern zur Verfügung!

Diese neue Funktion unterstützt Kinematiken von Maschinen mit bis zu 5 Achsen, inklusive Gantry-Maschinen. Es lassen sich damit auch orthogonale Fehler von Drehachsen kompensieren. Reicht die Kompensation von Rechtwinkligkeitsfehlern nicht aus, sondern benötigt man die vollständige volumetrische Kompensation (zur Kompensation von Abweichungen wie vertikale und horizontale Geradheit oder Winkelfehler wie Rollen, Nicken und Gieren), dann bietet die Option VECOMP die Lösung. Roll-Nick-Gier-Winkel (englisch roll-pitch-yaw angle) sind spezielle Eulerwinkel (Lagewinkel), die zur Beschreibung der Ausrichtung im dreidimensionalen Raum herangezogen werden.

# Revoc als Spezialist für Retrofit von Kellenberger Rundschleifmaschinen



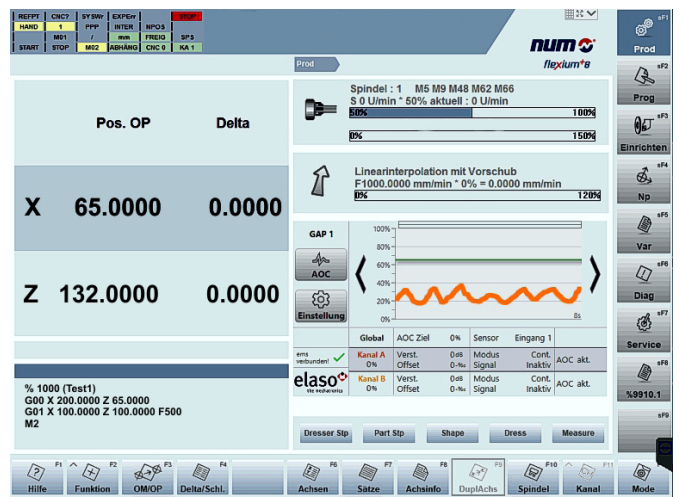
Die Revoc AG in Romanshorn am Bodensee (Schweiz) ist ein ausgewiesener Spezialist für Generalüberholungen, Reparaturen und Servicearbeiten an Kellenberger Rundschleifmaschinen. Das 1996 gegründete Unternehmen hat sich mittlerweile am Markt bestens etabliert. Die Geschäftsführer Roland Brüllmann und Thomas Zeller kennen die Kellenberger Rundschleifmaschinen bis ins letzte Detail. Beide waren vorgängig über mehrere Jahrzehnte direkt beim Maschinenhersteller in den Bereichen Kundendienst, Verkauf und Schulung aktiv.

Die Revoc AG ersetzt beim Retrofit der Kellenberger Maschine die komplette Elektrotechnik inklusive des gesamten CNC-Steuerungssystems. In enger Zusammenarbeit mit NUM AG wird ein neuer Elektroschrank mit passender Lackierung, neuer CNC-Steuerung, neuen AC-Servo-Achsantrieben und Positioniersystemen hergestellt. Die Maschine ist nach vollendetem Retrofit funktional, geometrisch wie auch optisch neuwertig. Jede Maschine wird nach original Kellenberger Prüfprotokollen geometrisch abgenommen, wobei man für die Komplettrevision einer Kellenberger CNC-Rundschleifmaschine, grob mit 12 Wochen rechnet. Aktuell ist man bei Revoc in der Lage 10–12 solche Retrofits pro Jahr durchzuführen. Die Kapazität kann bei steigender Nachfrage natürlich nach oben angepasst werden.

**Ganz nach dem Motto: Zeiten ändern sich, Qualität aber nicht**  
Kellenberger Maschinen genießen einen guten Ruf und es wundert nicht, dass ein Retrofit als attraktive und nachhaltige Lösung zum Erhalt dieser Maschinen sowie zur Verlängerung der Einsatzzeit auf reges Kundeninteresse stossen. Der hier vorgestellte Retrofit bezieht sich auf eine Kellenberger CNC-Universal-Rundschleifmaschine des Typs UR 175X1000 (175 mm Spitzenhöhe bei 1'000 mm maximale Werkstücklänge). Diese Modernisierung markiert dabei auch den Grundstein für eine erstmalige Zusammenarbeit der Firmen Revoc und NUM.

**Effektive Zusammenarbeit Revoc und NUM**  
Unsere Beispielmachine wurde im Jahr 1992 an den Kunden ausgeliefert und erfuhr in der Zwischenzeit nur reguläre Services. Nach nunmehr 28 Jahren steht die erste Überholung an. Die Grundfunktionen sowie die Mechanik bleiben in diesem Fall erhalten. Der Retrofit startet mit der Demontage durch die Revoc-Spezialisten. Der Maschinenständer sowie weitere Maschinenteile werden sandgestrahlt und nach Kundenwunsch neu lackiert. Je nach Zustand müssen zwischen 300 und 500 Einzelteile revidiert beziehungsweise nachbearbeitet werden. Auch bei einem Retrofit müssen die heute geltenden Vorschriften für Werkzeugmaschinen, wie zum Beispiel die CE-Konformität erfüllt werden. Dazu gehört unter anderem ein CE-konformer Elektroschrank, eine Safety-Lösung sowie ein überwachter Spritzschutz. CEO Roland Brüllmann meint dazu: „Wir haben zusammen mit der renommierten Steuerungsfirma NUM ein Konzept ausgearbeitet um die komplette CNC-Steuerung sowie die Elektro-Technik zu ersetzen.“ Die Inbetriebnahme der Maschine erfolgte mit NUM zusammen und verlief absolut ideal. „Ich schätzte die kollegiale Basis der Zusammenarbeit sowie die stets schnellen und kompetenten Antworten seitens NUM. Die gegenseitige Kommunikation verlief sehr gut“, ergänzt Thomas Zeller.

**Schnelle Zustellung der Schleifscheibe dank GAP-Sensor**  
Als Steuerungssystem wird eine NUM Flexium+ 8 mit dem NUMgrind Softwarepaket für das Rundschleifen eingesetzt. Die Achsen werden durch zwei BPX126 Motoren und einen BPG142 Motor bewegt. An die NUM-Steuerung ist ein GAP-/Körperschallsensor (Grinding Analysis Process), von elaso angeschossen, welcher das „Luftschleifen“ überbrückt. Dieser ist komplett ins HMI der Steuerung integriert und wird auf dem Bildschirm grafisch dargestellt, sodass der Anwender dieses Signal auch für andere Tätigkeiten wie das Anfahren des Abrichtdiamanten oder das Kalibrieren der Scheibe beim Einrichten übernehmen kann.



NUM-Steuerung Flexium+ 8 mit GAP-Sensor-Integration



### Schleifzyklen

Das NUMgrind Softwarepaket bietet für das Rundschleifen spezifische Schleif- und Abrichtzyklen für die Innen- und Aussenbearbeitung an. Für die Programmierung der Steuerung sind keine DIN-ISO Kenntnisse nötig. Der Bediener wird mittels der grafischen Oberfläche durch die Programmerstellung geführt. Eine Scheibendatenverwaltung mit diversen Scheibenformen für acht gespeicherte Konfigurationen erleichtert das schnelle Erstellen der Schleifprogramme. Zusätzliche Schleiffunktionen wie ein interaktives Zwischenabrichten im Automatikprozess, ein Notrückzug oder die Korrektur eines Konizitätsfehlers stehen dem Bediener zur Verfügung. Längsmessgeräte sowie In-Prozess-Messsysteme für die Überwachung der Durchmesser sind optional erhältlich.



Revidierte Kellenberger Maschine UR 175X1000 von 2020

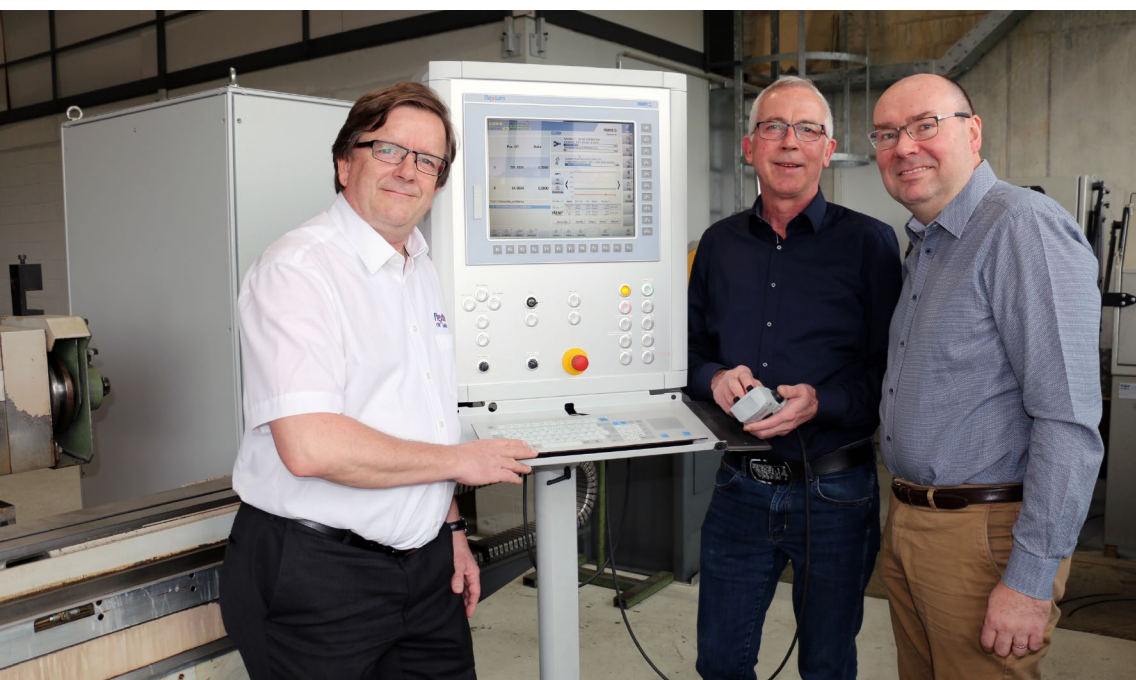


Kellenberger Maschine UR 175X1000 von 1992

### Rundum-sorglos Paket

Nebst der Modernisierung der Maschine bietet Revoc natürlich auch alle weiteren notwendigen Dienstleistungen an. So zum Beispiel die gesamte Liefer- und Transportabwicklung, die Inbetriebnahme der Maschine, die Schulung der Maschinenbediener, und viele mehr. Nachdem die modernisierte Maschine wieder in Betrieb ist, braucht sie auch Service oder allenfalls Erweiterungen. Ganz nach Kundenbedarf bietet Revoc diese Dienstleistungen national wie international an. Bedient werden dabei alle Unternehmen über jegliche Branchen hinweg, in welchen Kellenberger Rundschleifmaschinen im Einsatz sind. Revoc unterstützt dabei den 1-Mann Betrieb wie auch grössere Unternehmen aus dem Formen- und Werkzeugbau mit dem gleichen Leistungsangebot.

Ein Gesamtpaket, das sich lohnt!



Von rechts nach links: Herr Thomas Zeller, Stellvertretender Geschäftsführer Revoc mit Herr Roland Brüllmann, Geschäftsleitung Revoc und Herr Kurt Plüss, Area Sales Manager von NUM

# Erfolgreicher Retrofit für ein neues Leben einer Walter Power mit NUMROT $o$ plus



Der Geschäftsführer und Inhaber Herr Swen Hagelstein, führt in Wasserburg am Bodensee (Deutschland) seinen stetig wachsenden Betrieb, die SOS Elektronik. Die Firma verfolgt das Ziel, alte Werkzeugmaschinen wieder auf den neuesten Stand zu bringen und betriebsicher zu machen. Dies um einerseits Ressourcen zu schonen und andererseits einen weiteren langjährigen Einsatz der Maschine zu ermöglichen. Hagelsteins erfahrenes und internationales Team überholt alte Maschinen, ersetzt die CNC-Steuerungen und bringt die Leistungselektronik auf den Stand der Technik. SOS Elektronik erweckt die Maschinen wieder zu einem neuen Leben. Der Retrofit kann bei SOS in Wasserburg oder direkt vor Ort beim Kunden erfolgen.

Das Retrofit-Angebot der Firma SOS Elektronik präsentiert sich als voller Erfolg. Sie bieten Generalüberholungen diverser Maschinenmodelle bei SOS Elektronik oder vor Ort an. Darunter zählen beispielsweise Maschinen wie die Walter Power, die Hawemat 2000 und 3000 oder die Schmitt Tempo ETC 502. Aus dem ursprünglichen Geschäftsgedanken des weltweiten Feldservice für Walter CNC-Schleifmaschinen, konnte das Angebot dank erhöhter Nachfrage schnell erweitert werden. Besonders zu betonen gilt, dass SOS Elektronik komplett unabhängig und selbstständig arbeitet.

## Dreimal so schnell wieder einsatzbereit

Um Ressourcen zu schonen und Energie und Zeit zu sparen, setzt SOS Elektronik auf den Umbau vor Ort. Die Vorbereitung des Retrofits findet bei SOS Elektronik statt, einschliesslich eines Vorabtests der zu tauschenden Teile, danach geschieht alles beim Kunden vor Ort am Maschinenstandort. Aufgrund der Einsatzdauer der Maschinen stehen die zu überholenden Maschinen oft in hinteren und schwierig zugänglichen Bereichen der Produktionshalle. Bei einem Abbau und Transport ist meist mit längeren Ausfallzeiten, Umsatzeinbussen und hohen Transport- und Zollkosten zu rechnen. Auch werden durch den Umbau vor Ort Zollprobleme vermieden, Wartezeiten verkürzt und meist wird keine Ersatz- oder Leihmaschine benötigt. Mit einem Umbau vor Ort ist die Maschine dreimal so schnell wieder einsatzfähig als dies mit einem Abbau und Transport der Fall wäre.

Geschäftsführer Herr Swen Hagelstein spricht über den Kernpunkt der Retrofit-Philosophie: „Die Maschine muss über Jahre hinaus wieder das können, was sie vorher konnte, und gerne auch ein bisschen mehr.“ Weiter fügt Hagelstein an: „Ich vergleiche das immer gerne mit einem alten Auto: Der Kunde hat einen alten Golf 2, 55 PS, und will diesen behalten. Motor und Getriebe pfeifen aber aus dem letzten Loch. SOS Elektronik baut ihm wieder einen Motor in dieser Grösse ein. Das heisst er hat wieder 55 PS, fährt noch immer Golf 2. Zusätzlicher Vorteil: Der neue Motor ist sparsamer, sicherer, umweltfreundlicher und läuft ruhiger, es bleibt aber ein Golf 2.“

## Überzeugt durch die Zusammenarbeit

Hagelsteins beruflicher Ursprung und Background ist der CNC-Steuerungsbau. Genau deshalb war es für ihn von zentraler Bedeutung, eine Werkzeugschleifsoftware zu integrieren, welche breit im Markt etabliert ist und in der Branche als erfolgreich eingeführte Anwendungssoftware gilt. Erste Projekte und Interessenten wurden an Land gezogen und SOS Elektronik startete mit NUM den gemeinsamen Weg den Maschinen ein neues Leben einzuhauchen. Neben der

bekanntem NUM CNC-Steuerung Flexium<sup>+</sup> wird die etablierte Anwendungssoftware NUMROT $o$ plus<sup>®</sup> in den „alten“ Maschinen eingesetzt. NUMROTO ist seit über 30 Jahren ein umfassendes Softwarepaket zur Herstellung und zum Nachschärfen von verschiedensten Werkzeugen. NUMROTO ist heute Trendsetter und Marktführer im Werkzeugschleifen zugleich – weltweit. Innovative Hightech-Lösungen, flexible und vielseitige Einsatzmöglichkeiten, kontinuierliche Weiterentwicklung und umfassendes Anwender-Know-how garantieren Qualität und Wirtschaftlichkeit seit jeher bei allen Standard- und Spezialwerkzeugen.

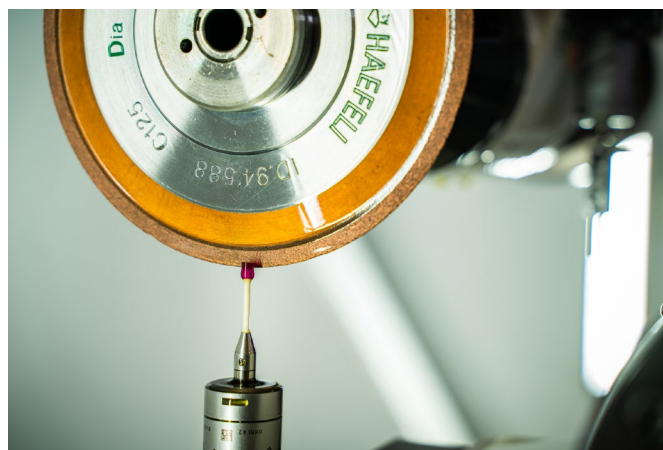


Geschäftsführer SOS Elektronik, Herr Swen Hagelstein (links), mit Area Sales Manager NUM Schweiz, Herr Ralph Jacobs

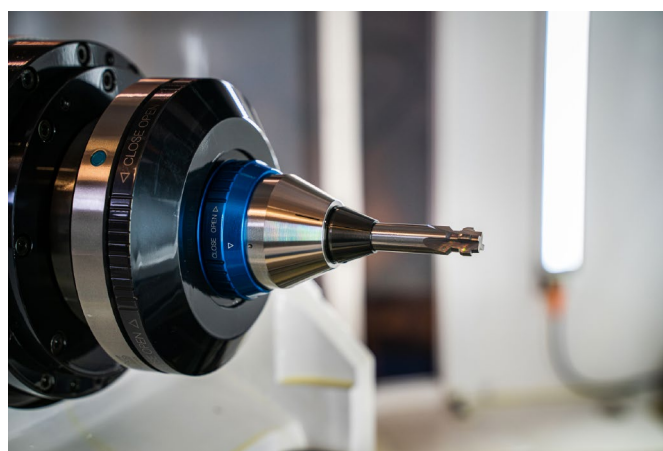
Wie Area Sales Manager von NUM Schweiz Herr Ralph Jacobs dazu äussert: „Zwei Parallelwelten haben sich hier gefunden und ergänzen sich hervorragend. Durch die räumliche Nähe von SOS und NUM lässt sich vieles schnell umsetzen, aber auch der gegenseitige Gewinn an Know-how ist bemerkenswert.“ Eine gute und solide Basis für die Zusammenarbeit war somit schnell vorhanden. Der erste Retrofit einer gebrauchten Power Regrinder auf eine NUM CNC-Steuerung konnte in kurzer Zeit umgesetzt und erfolgreich in Betrieb genommen werden. Laut Herrn Jacobs haben die ersten Schleiftests auf dieser ersten überholten Power Maschine bereits beachtenswerte Ergebnisse ergeben. Durch den kompletten Umbau auf das neue NUM CNC-Steuerungspaket wird die neuste Sicherheits-Architektur von NUM eingesetzt und damit entspricht die Maschine den heutigen Sicherheitsbestimmungen. Neben dem Einbau der NUM CNC und der Verwendung der bekannten NUMROTO Software wurde die Power Maschine durch den zusätzlichen Einbau von Werkzeug- und Scheibentastern in ihrem Funktions- und Leistungsumfang erheblich erweitert und für zukünftige Einsatzmöglichkeiten optimiert.

#### Ganz im Sinne der Zukunft

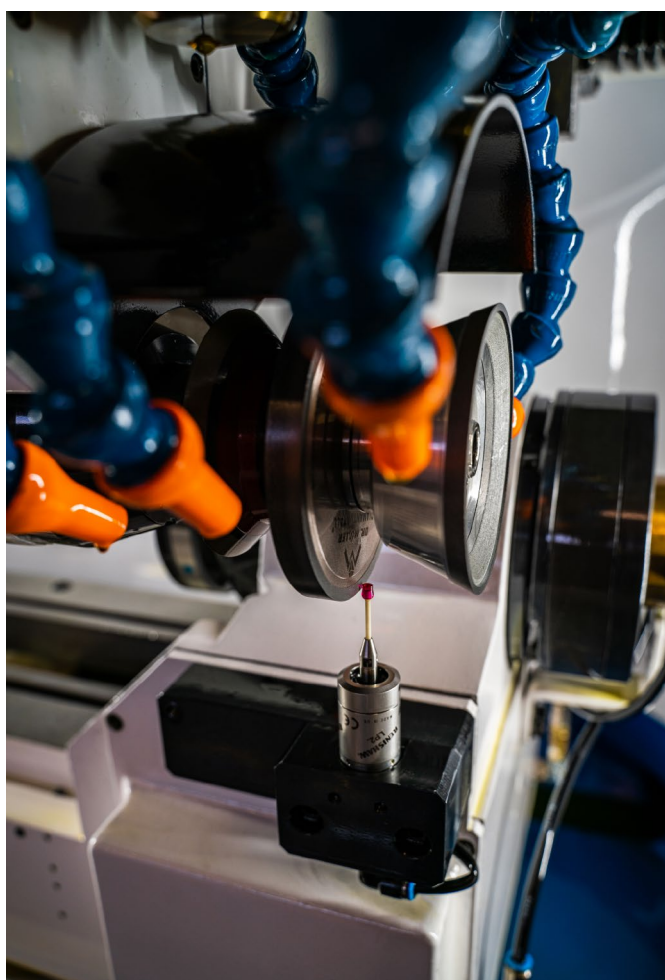
In Zeiten wo Nachhaltigkeit von grosser Bedeutung und für die kommenden Generationen zukunftsweisend ist, setzt SOS Elektronik auf das passende Geschäftsfeld. Die Maschinen erhalten ein zweites Leben und die Produktion beim Endkunden kann wie gewohnt weitergehen oder sogar noch gesteigert werden. Zum Start wurde die weit verbreitete Walter Modellreihe Power Regrinder revidiert. Zukünftig sind aber auch Retrofits für die Walter Baureihen Classic und Mini sowie ein optionales Lader- oder Roboter-System vorgesehen. Die Verlängerung der Lebenszeit durch den Retrofit einer vorhandenen Maschine um zusätzliche Jahre ist ökonomisch sinnvoll, vor allem in Anbetracht der heutigen, von Wettbewerb geprägten Märkte, auf denen die Produktionskosten immer wichtiger werden.



Erweiterte NUMROTO Funktion: Scheibemesstaster



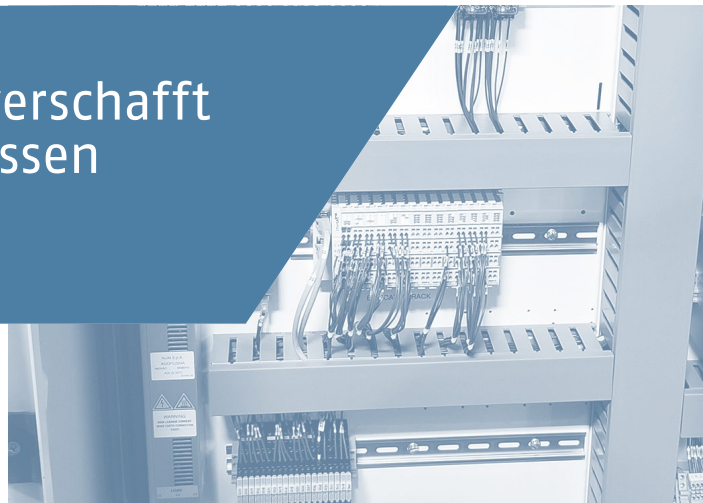
Fertig geschliffenes Sonderwerkzeug



Tasten wichtiger Werkzeuggrössen

Erweiterte NUMROTO Funktion:  
Scheibemesstaster

# CNC-Modernisierungsprogramm verschafft US-Werkzeughersteller einen grossen Produktivitätsvorteil



32-jährige Wendeplattenschleifmaschine erhält neues Leben – und die Produktionszeiten reduzieren sich jetzt pro Werkzeug um 10 Minuten. Der US-amerikanische Wendeplattenhersteller McQuade Industries, Inc. hat durch die Implementierung eines neuen CNC-Systems, für seine Produktionslinie mit 5-Achsen-Wendeplattenschleifmaschinen, einen äusserst kosteneffizienten Produktivitätsvorteil erzielt. Die aufgerüsteten Maschinen sind viel einfacher einzurichten und zu bedienen, wodurch das Unternehmen die Produktionszeit der Schneidwerkzeuge mit komplexen Geometrien um mehr als zehn Minuten pro Werkzeug reduzieren konnte.

McQuade Industries wurde 1978 gegründet und hat sich in der metallverarbeitenden Industrie, für die sehr hohe Qualität seiner Präzisions-Wendeplatten-Werkzeuge, einen beneidenswerten Ruf erarbeitet. Das Unternehmen mit Sitz in Clinton Township, Michigan, stellt eine breite Palette von Werkzeugen her, darunter Bohrstangen, Fräser, Wälzfräser, „Generating Heads“, „Draw Bar Style“ Werkzeuge und Steckmodule sowie komplette schlüsselfertige Werkzeugpakete. Darüber hinaus bietet das Unternehmen seinen Kunden einen schnellen Nachschleif- und Reparaturservice für Werkzeuge, der durch umfangfassende Erfahrung mit speziellen Hartmetall- und Präzisionsformeinrichtungen unterstützt wird, an.

Bei den Maschinen, die modernisiert werden, handelt es sich um RS-12-Wendeplattenschleifmaschinen, die ursprünglich von der Firma Ewag AG in der Schweiz hergestellt wurden. McQuade installierte bereits 1988 mehrere dieser hochwertigen Präzisionsschleifmaschinen, die sich im Laufe der Jahre durch ihre exzellente Leistung sehr bewährt haben. Donald Ostgen, McQuade's Produktionsleiter, erklärt dazu: „Nach über 30 Jahren können selbst die besten Maschinen Anzeichen ihres Alters zeigen! Obwohl sie mechanisch noch in gutem Zustand sind, fehlte dem Steuerungssystem der Schleifmaschinen allmählich die Flexibilität, die wir für einige der komplexeren Werkzeuggeometrien von heute benötigten, was zu langen Rüst- und Bearbeitungszeiten führte.“

Unabhängig von der Tatsache, dass die Wendeplattenschleifmaschinen nach wie vor einen wertvollen Trumpf darstellen, hatte McQuade im Laufe der Jahre eine grosse Anzahl von Werkstückprogrammen entwickelt, die idealerweise auf allfälligen Ersatzmaschinen

ohne Modifikation laufen müssten. Das Unternehmen beschloss daher seine Investition durch ein Modernisierungsprojekt zur Ausrüstung der CNC-Systeme der Maschinen zu sichern und beauftragte schlussendlich die Firma Advanced Machine Technologies, LLC, ein auf CNC-Modernisierungen spezialisiertes Unternehmen mit Sitz in Owosso, Michigan.

Die ursprünglichen RS-12-Wendeplattenschleifmaschinen waren mit CNC-Systemen NUM 760, Servoantrieben NUM Güttinger NGS 610 und NUM/SEM-DC-Servomotoren ausgestattet. Durch die zahlreichen Automatisierungs-Upgrade-Projekte in den letzten 22 Jahren, in Zusammenarbeit mit NUM, verfügt Advanced Machine Technologies über beträchtliche Erfahrung beim Ersatz von älteren CNC-Systemen wie diesem. In diesem Fall empfahl das Unternehmen die Aufrüstung auf das CNC-System Flexium<sup>+</sup> 68, der neuesten Steuerungs-



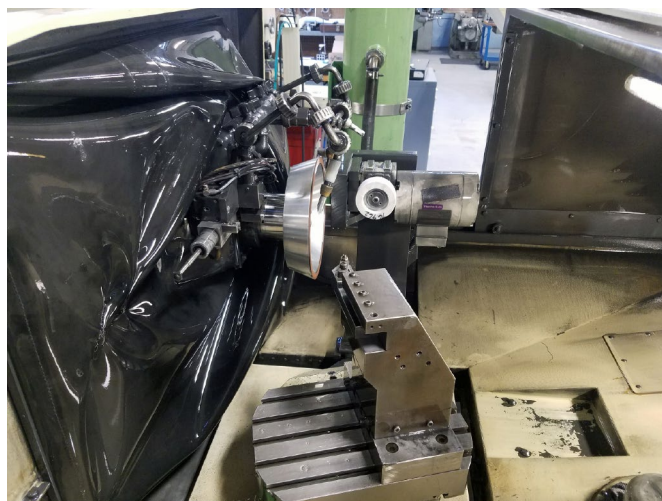
Vor dem Retrofit



generation von NUM, und den Austausch der Antriebe und Motoren aller fünf Achsen durch digitale Servoantriebe NUMDrive X und neue bürstenlose Servomotoren von NUM.

Durch den Umstieg auf die NUM Flexium+ CNC-Plattform gewährleistet McQuade die volle Flexibilität bei den Schleifzyklen, während weiterhin eine vertraute HMI (Mensch-Maschine-Schnittstelle) und das bekannte Maschinensetup verwendet werden.

Dieser Modernisierungsweg bietet auch die volle Rückwärtskompatibilität der Werkstückprogramme, welche das Unternehmen in den letzten dreissig Jahren entwickelt hat. Darüber hinaus stellt der in Flexium+ integrierte PC eine flexible IIoT-Plattform dar, die Industry 4.0-tauglich ist. McQuade bekommt damit starke Konnektivitätsvorteile für zukünftige Produktivitätssteigerungen und versetzt NUM oder Advanced Machine Technologies in die Lage bei Bedarf Remote-Support-Dienste anzubieten.



Die Modernisierung hat sich als durchschlagender Erfolg erwiesen. Die Umstellung auf voll-digitale Antriebe und Motoren hat die Gesamtgeschwindigkeit und Leistung der Maschine erheblich gesteigert, was zu höheren Schleifvorschüben und verbesserter Oberflächengüte führt. Donald Ostgen ist mit den Arbeiten äusserst zufrieden, die Advanced Machine Technologies erbringt, und ebenso mit den verbesserten Möglichkeiten der Wendeplattenschleifmaschine. „Wenn jemand an den Vorteilen eines CNC-Upgrades zweifelt, sollte er einen Blick auf unsere Installation werfen. Die Verarbeitungsqualität ist hervorragend, die Schleifmaschine ist jetzt viel einfacher zu programmieren und das Handbediengerät hilft wirklich, die Bedienung zu vereinfachen. Wir sind in der Lage, auf dieser Maschine Teile zu bearbeiten, die wir bisher nur auf unseren Funkenerosionsmaschinen bearbeiten konnten, und dank der erhöhten Flexibilität sparen wir jetzt über 10 Minuten pro Teil im Vergleich zum Vor-Nachrüstmodell.“

Die erste modernisierte RS-12-Wendeplattenschleifmaschine ist jetzt in der Produktionslinie von McQuade voll in Betrieb, und das Unternehmen hat bereits mit der Modernisierung der nächsten Maschine in der Linie begonnen.



Nach dem Retrofit

McQuade gab für die Projektdurchführung grünes Licht, verlangte aber, dass Advanced Machine Technologies zunächst eine einzelne Maschine umrüsten sollte, damit deren Leistung bewertet werden konnte, bevor weitere Schritte unternommen würden. Als Teil der Umrüstung wurde die Wendeplattenschleifmaschine zusätzlich zum CNC-System, den Antrieben und Motoren mit einem neuen berührungsempfindlichen Bedienfeld NUM FS122, einem MPo8 Maschinenbedienfeld und einem tragbaren Handrad der Baureihe HBA ausgestattet. Der Frequenzumrichter für den vorhandenen Schleifspindelmotor wurde ebenfalls ersetzt, wobei ein NUMDrive X-Servoantrieb mit kleinerem Platzbedarf eingesetzt wurde. Dieser Lösungsansatz hat den Vorteil, dass alle Befehls-, Rückmelde- und Statusinformationen jetzt über einen schnellen digitalen Bus ausgetauscht werden, sowie die Verkabelung vereinfacht und die Diagnosefähigkeiten verbessert wird.



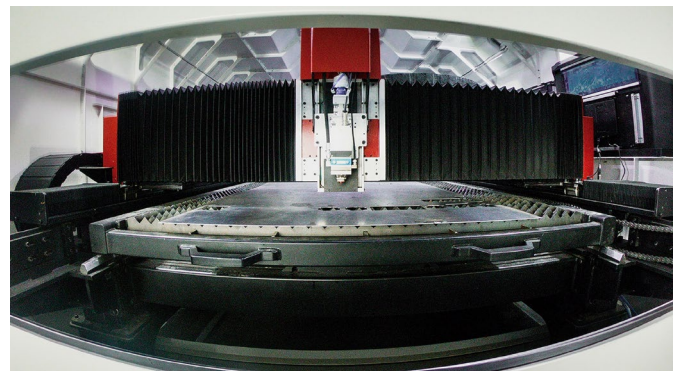
# Hochgeschwindigkeits-Laserschneidmaschine verwendet neue CNC-Techniken zur Steigerung der Produktivität



Der CNC-Spezialist NUM unterstützt Grupa Plasma Automation – einem der führenden Hersteller von Fertigungsanlagen in Lateinamerika – bei der Entwicklung einer innovativen Hochgeschwindigkeits-Laserschneidmaschine, die eine adaptive Echtzeit-Höhensteuerung verwendet, um die Produktivität zu steigern.

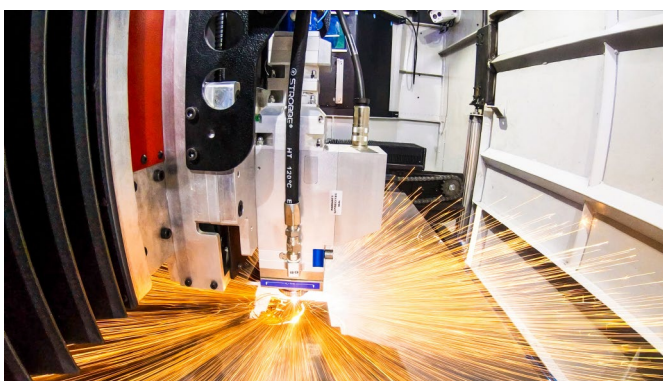
Grupa Plasma Automation umfasst acht Unternehmen, die sich auf die Entwicklung und Herstellung von Fertigungsautomation spezialisiert haben. Die Gruppe produziert eine breite Palette von Plasma-, Laser- und Wasserstrahlschneidmaschinen. Die 1991 gegründete GPA ist im Laufe der Jahre stetig gewachsen und hat sich einen grossen und renommierten Kundenstamm aufgebaut; allein in Mexiko hat sie mehr als 700 Schneidsysteme bei Unternehmen installiert und ist heute sowohl auf dem nationalen als auch auf dem internationalen Markt tätig.

Das Ziel von GPAs neuester CNC-Laserschneidmaschine ist es Blechverarbeitern eine ultra-flexible Präzisionsschneidlösung zu bieten. Die als SPEED CUT bezeichnete Maschine ist in der Lage, eine Vielzahl von Metallen mit unterschiedlichen Dichten zu schneiden, darunter verzinktes Eisen, Aluminium, Messing, Edelstahl und Kohlenstoffstahl. Sie verfügt über einen Arbeitsbereich von 1,5 x 3 Metern und eine maximale Schneidgeschwindigkeit von 120 Metern pro Minute bei einer Positioniergenauigkeit von 40 Mikrometern. Das System bietet auch bei hohen Geschwindigkeiten einen extrem ruhigen Lauf.

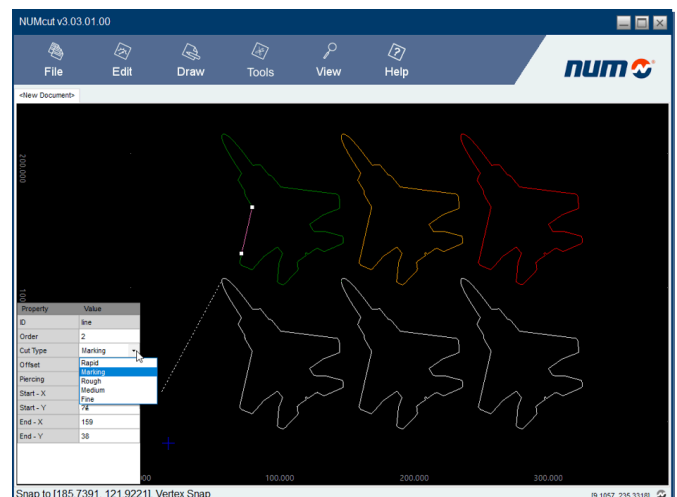


Sämtliche Funktionen zur Positionierung des Schneidkopfes an der Maschine werden von einem CNC-System NUM Flexium+ 8 gesteuert. Omar Sandoval, Eigentümer und CEO von GPA, erklärte: „Wir haben uns für eine Partnerschaft mit NUM vor allem wegen der offenen Architektur der CNC-Plattform und der Bereitschaft von NUM zur aktiven Teilnahme an gemeinsamen Entwicklungsprojekten wie diesem entschieden.“

Alle vier Maschinenachsen werden von drehmomentstarken NUM BPX-Servomotoren betrieben, die von digitalen NUMdrive X-Servoantrieben gesteuert werden; die Y1- und Y2-Portalachsen sind mit leistungsstarken 9,8 Nm Motoren ausgestattet, während die X- und



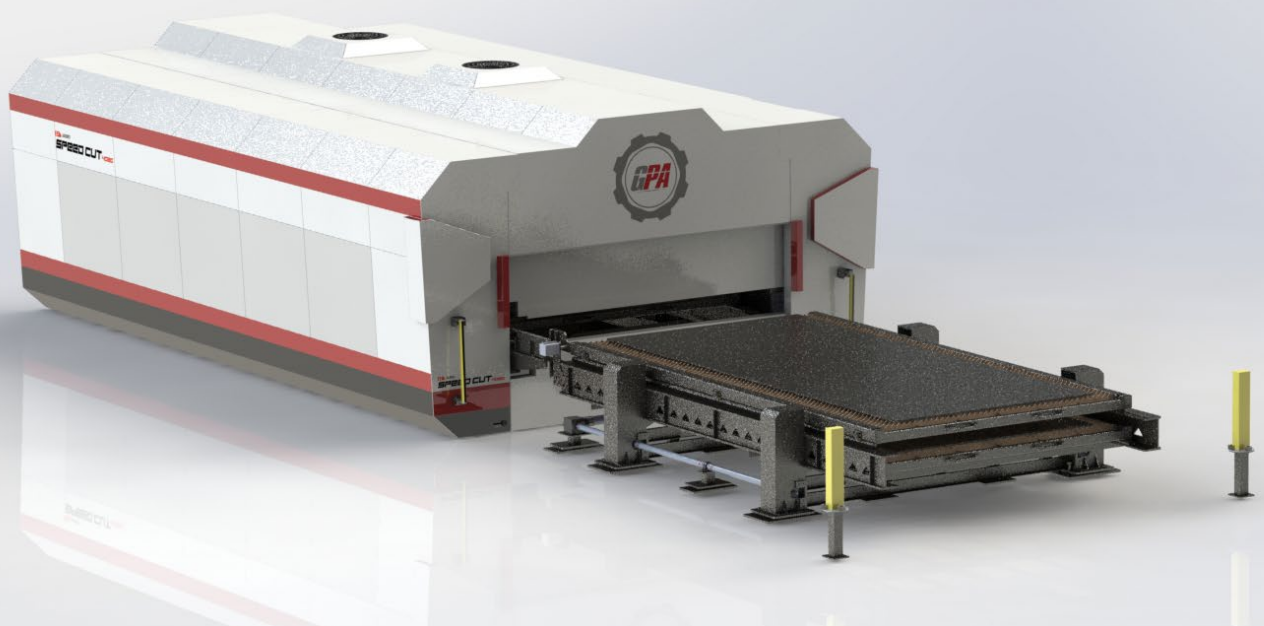
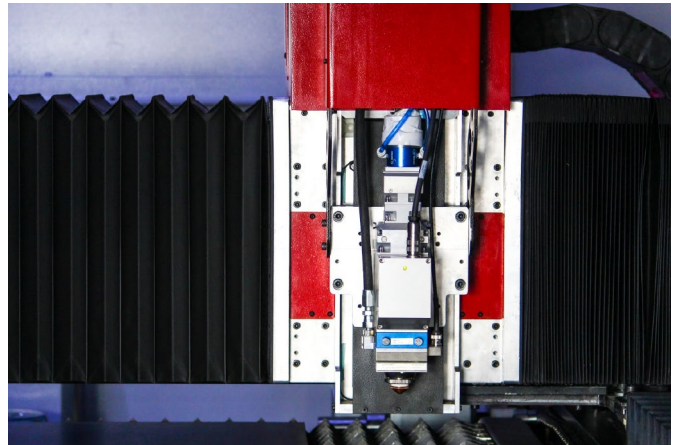
Zur Maximierung von Leistung und Zuverlässigkeit basiert die neue Schneidmaschine von GPA vollständig auf branchenführender Laser- und Steuerungstechnologie. Die Laserquelle ist ein 2 kW IPG Photonics Festkörper-Ytterbium-Fasersystem mit einer Wellenlänge von 1,07 Mikrometern, und als Schneidkopf kommt ein Precitec LightCutter 2.0 zum Einsatz. Dieser spezielle Schneidkopf ist für seine dynamischen Leistungsmerkmale bekannt – er verfügt über eine automatische, motorbetriebene Justierung der axialen Fokusposition, kann Beschleunigungsraten von bis zu 3 g bewältigen und deckt einen grossen Fokuspositionsbereich von 23 mm ab.



Z-Achsen mit kleineren 2,7 Nm bzw. 1,4 Nm Motoren ausgestattet sind. Die Inbetriebnahmesoftware Flexium Tools von NUM ermöglicht die Optimierung der Y1/Y2-Achsen, während die Synchronisation aktiv ist, was ein sehr effizientes Mittel zur Maximierung von Leistung und Präzision darstellt.

Die Z-Achse steuert die vertikale Höhe des Laserschneidkopfes über dem zu schneidenden Blech. Durch die Nutzung der einzigartigen Echtzeitoperatoren (EO) des NUM Flexium-Systems, welche es ermöglichen ereignisgesteuerte Maschinenzyklen in den Echtzeit-CNC-Kernel zu integrieren, profitiert der Benutzer der Speed-Cut-Maschine von einem automatischen, dynamischen Höhensteuerungssystem, das extrem hohe Schneidgeschwindigkeiten ermöglicht. Das System wertet die Daten des Schneidkopfhöhensensors der Maschine aus und verwendet sie, um sehr schnell die PID-Regelkreisparameter (proportional-integral-derivativ) im Servo der Z-Achse anzupassen. Der Höhen-sensor wird auch im Rahmen der automatischen Werkstückerkennung eingesetzt um die Abmessungen, den Nullpunkt und den Winkelversatz des Werkstücks zu bestimmen, was die Bedienung der Maschine weiter vereinfacht.

Steven Schilling, Geschäftsführer der NUM Corporation in Naperville, Illinois, betont: „Wir sind sehr erfreut, bei der Entwicklung dieser neuen Maschine mit GPA zusammenarbeiten zu dürfen. Zusätzlich zu den adaptiven Echtzeit-Höhensteuerungs- und Werkstückerkennungssystemen bietet die kundenspezifische Version der NUMcut-Software, die wir zur Verfügung stellen, eine Bibliothek mit Materialschnittbedingungen für den Anwender. Sie wird von GPA mit den optimalen Laserleistungsstufen, Schneidgeschwindigkeiten usw. in Abhängigkeit von Materialtyp und -dicke vorinstalliert. Die Bereitstellung dieser Bibliothek erhöht die Produktivität und Schneidgenauigkeit der Maschine weiter.“



# Flexium+: Leistung und Beständigkeit



**Das Ziel von NUM leistungsstarke, langlebige und über einen langen Zeitraum kompatible Produkte anzubieten, ist für Anwender und Hersteller gleichermaßen eine Win-Win-Lösung. Die unten beschriebene Konstellation ist ein perfektes Beispiel dafür.**

APTE, mit Sitz in La Bussière im französischen Loiret, entwickelt und fertigt thermoplastische Teile für die Automobil-, Medizin-, Luftfahrt- und weitere Industrien.

Diese Teile, deren Abmasse mehr als zwei Meter erreichen können, werden aus verschiedenen Materialien hergestellt. Vom klassischen ABS bis hin zu den neuesten komplexen Materialien, die dank ihres weichen Griffs, beispielsweise für die Innenausstattung von Autos verwendet werden. Ungeachtet des Materials ist das Umformen nur ein Teil des Prozesses. Nach dem Umformprozess werden die Werkstücke durch bohren, ausschneiden von verschiedenen Ausschnitten und entgraten weiter bearbeitet. Beim Bearbeiten werden die mit der Warmumformung entstandenen Spannungen freigesetzt und die Baugruppe erfährt Verformungen, die sicherlich minimal und reproduzierbar, aber im Voraus schwer abzuschätzen sind. Aus diesem Grund muss es möglich sein, die Bearbeitungsprogramme schnell und möglichst einfach anzupassen.

Als Herr Zedda, der Geschäftsführer von APTE, beschloss, seinen Maschinenpark zu vergrößern, um mit dem Wachstum des Unternehmens Schritt zu halten, war klar, dass das Steuerungssystem aus den oben genannten Gründen von NUM geliefert werden musste. Ein weiterer Grund war aber auch die Kompatibilität mit dem bestehenden Maschinenpark, mit welchem man vollauf zufrieden ist. Die Firma Mécanuméric wurde als Maschinenlieferant gewählt, da ein Modell der Serie Normaprofil T die gewünschten Anforderungen erfüllte und der Lieferant bereits im Maschinenpark vertreten war.

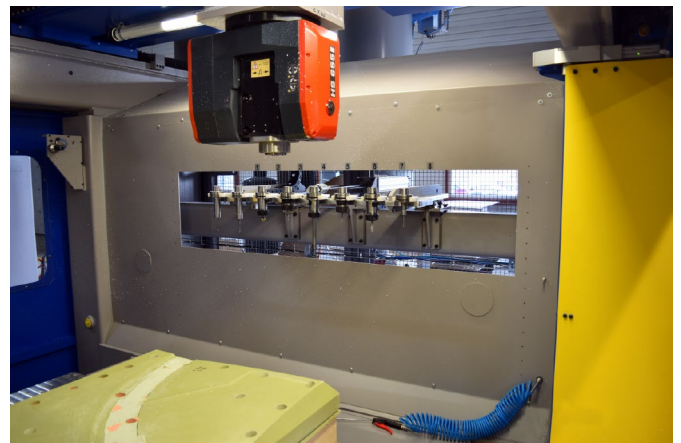
Mécanuméric mit Sitz in Albi, im Südwesten Frankreichs, ist auf Maschinen zum Fräsen sowie für Wasserstrahl-, Laser-, Ultraschall- und andere innovative Techniken spezialisiert. Mit mehreren zehntausend weltweit installierten Maschinen deckt ihr Kundenkreis die Bereiche Industrie, Zahnmedizin und Bildung ab. Obwohl das Unternehmen noch nicht über aktuelle Erfahrungen mit NUM-Systemen, insbesondere mit dem ausgewählten Flexium+-System, verfügt, nahm Herr Païs, Direktor von Mécanuméric, die Herausforderung an. Er hatte vollstes Vertrauen in die Fähigkeit seines Unternehmens, dieses Projekt zu einem erfolgreichen Abschluss zu bringen. Die technischen Teams von Mécanuméric und NUM nahmen sofort Kontakt auf, um eine optimale Lösung zu erarbeiten.

Nach einer Schulung stellte NUM technische Unterstützung zur Verfügung, um aufkommende Fragen zu beantworten und möglicherweise vor Ort, für sehr spezifische Vorgänge, mitzuhelfen, wie z. B. die Anpassung von Antriebsparametern an bestimmte Motoren wie die Elektrospindel mit 24'000 U/min. Die Zusammenarbeit erwies sich als sehr effizient und Mécanuméric war in der Lage, die gesamte Anwendung einschliesslich des gesamten Sicherheitskreises

selbst zu entwickeln. Bei dieser Maschine, die zwei Arbeitsbereiche hat, ist die Sicherheit von zentraler Bedeutung. Die Unterstützung von NUM war immer vorhanden, wie Herr Païs bestätigte, der seine Zufriedenheit mit der ausgezeichneten Beteiligung von NUM zum Ausdruck brachte.

Bei der Maschine handelt es sich um eine 5-achsige-Portal-Entgratungsmaschine mit RTCP, welche über zwei gesicherte Arbeitsbereiche (Zonen) verfügt, wodurch sicheres Pendelarbeiten ermöglicht wird. Jede Zone verfügt über einen eigenen Werkzeugwechsler, welcher sich links respektive rechts an der Seitenwand der Maschine befindet. Bei Bedarf und sofern es die Sicherheit zulässt, können die Werkzeugwechsler gemeinsam genutzt werden. Als Servomotoren wird die SPX-Serie von NUM verwendet. Diese Motoren brauchen nur jeweils ein einziges Kabel, das sowohl die Leistung als auch Messsignale überträgt. Dadurch wird die Verdrahtung erheblich vereinfacht und gleichzeitig die bewegten Massen minimiert. Um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten, sind die NUMDrive X Ein- oder Zweiachsservoverstärker selbstverständlich mit der SAMX-Sicherheitsfunktion ausgestattet. Das EtherCAT- I/O-Paket umfasst ein MPo6-Maschinenbedienfeld sowie rund 30 Standard- oder Sicherheitsklemmenmodule, darunter die Sicherheits-SPS selbst und eine I/O-Link-Klemme zum direkten Anschluss von Sensoren und Aktoren.

Ein wichtiges Element für den Erfolg eines Automatisierungsprojekts sind die zu verwendenden Softwarewerkzeuge. In dieser Hinsicht benötigt Flexium+ nur ein einziges Software-Paket: Flexium Tools. Diese Software-Suite, welche in einer Windows-Umgebung läuft,



Detail mit RTCP-Kopf und dem rechten Werkzeugwechsler

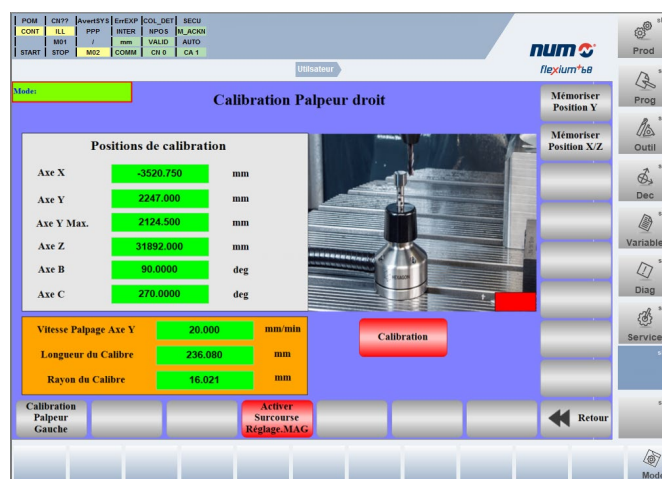




Gesamtansicht  
der Maschine  
mit ihren zwei  
Arbeitsbereichen

ermöglicht die komplette Entwicklung von der Beschreibung der Maschinenstruktur bis zur Wartung des ganzen Systems nach dessen Fertigstellung. Die Parametrierung der CNC-Steuerung und der Antriebe erfolgt mit grafischen Editoren, die durch Texteditoren unterstützt werden, um den sehr speziellen Fällen bestimmter Spezialmaschinen gerecht zu werden. Das SPS-Programm kann in einer der fünf Sprachen der Norm 61131-3 geschrieben werden. Die Sicherheits-SPS wird über zugelassene Funktionsblöcke konfiguriert. Das Softwaretool ermöglicht auch das Debugging und die Fehlersuche in den erstellten Programmen. Um unbeabsichtigte Änderungen zu verhindern, sind unterschiedliche Zugriffsrechte verfügbar, die verschiedenen Benutzergruppen zugeordnet werden können. Darüber hinaus ermöglicht Flexium Tools die Definition und Steuerung von grafischen Visualisierungsseiten, die zu Diagnose- oder Maschinensteuerungszwecken in das Standard-HMI integriert werden können. Diese leistungsstarke und einfach zu implementierende Funktionalität wurde in diesem Projekt in grossem Umfang genutzt, wie im Screenshot-Beispiel zu sehen ist. Schliesslich verfügt Flexium Tools über integrierte Software-Instrumente wie Oszilloskop, Frequenzanalyse, Kreisformtest usw. zur Einstellung der Antriebe und zur Überprüfung der Stabilität dieser Einstellungen.

Diese Partnerschaft unterstreicht einmal mehr die Stärken von NUM und die Vorteile, die Sie daraus ziehen können. Flexium<sup>+</sup>-Lösungen decken das gesamte Spektrum mit modernen, leistungsstarken CPUs, leistungsfähiger und sehr anpassungsfähiger Software, zahlreichen I/O-Peripheriegeräten und anwenderfreundlichen Benutzeroberflächen ab. Wie Herr Barsanti, Manager von NUM Frankreich, erklärt: „Das Ziel von NUM ist es, eine moderne, leistungsstarke und flexible Lösung anzubieten, die viele Jahre zu vernünftigen Kosten einsatzfähig bleibt, wie dies beim Maschinenpark von APTÉ der Fall ist.“ Er fügt hinzu: „Die Wahl von APTÉ erlaubt es uns die Früchte der Qualität unserer Arbeit auf lange Sicht zu ernten.“ Technologie ist nicht die einzige Komponente eines erfolgreichen Projekts. Es ist auch die Qualität der Partnerschaft, die wir hervorheben möchten. Unsere Verkaufs- und Technikteams stehen Ihnen zur Verfügung, um all Ihre Wettbewerbsvorteile zu fördern und Ihnen die Möglichkeit zu geben, diese auszubauen. Herr Zedda, Vorsitzender und CEO der APTÉ, bestätigt dies: „Wir sind sehr glücklich, dass wir Mécanuméric gebeten haben, uns eine mit NUM gesteuerte Maschine zu liefern und sind besonders mit der Zusammenarbeit, zwischen diesen beiden Unternehmen, äusserst zufrieden.“



Ein Beispiel für eine benutzerdefinierte HMI-Seite: Tasterkalibrierung



Von rechts nach links: Herr Gassot, FAO-Produktionsleiter von APTÉ, und Herr Barsanti, Manager von NUM Frankreich

# Eigenes Schleifsoftware-Know-how vereint mit der NUMROTO-Infrastruktur



In Zell am Harmersbach (Deutschland), im schönen Schwarzwald, findet sich die Prototyp-Werke GmbH, ein Produktionsstandort von Walter. Seit 2007 sind die Prototyp-Werke als Kompetenzmarke „Walter Prototyp“ im Bereich der Gewinde- und Fräswerkzeuge in die Walter AG eingegliedert. Walter feierte 2019 bereits sein 100-jähriges Bestehen. Das Unternehmen wurde ursprünglich durch Richard Walter in Düsseldorf gegründet, wo gesinterte Hartmetall-Legierungen und neue metallurgische Verfahren erforscht wurden. Auf einer Produktionsfläche von gut 8'000 m<sup>2</sup> werden in den Prototyp-Werken durch ca. 450 Mitarbeiter Gewinde- und Fräswerkzeuge im Schichtbetrieb hergestellt.

Weitere Kompetenzmarken der Walter Gruppe sind „Walter Titex“ (Bohrwerkzeuge), „Walter Multipliy“ (Digitale Lösungen, Werkzeugmanagement, Schulungen und Fertigungsprozessplanungen) sowie „Walter“ (Hartmetall-Wendeschneidplatten, Werkzeugsysteme zum Fräsen, Wendeschneidplatten-Bohren, Drehen und Stechen). Diese finden sich auch im Walter Logo: als vertikale Elemente. „Gelb“ steht dabei stellvertretend für die Kompetenzmarke Walter Prototyp. Weltweit beschäftigt Walter ca. 3'500 Personen. Der Stammsitz des Unternehmens liegt in Tübingen, südlich von Stuttgart, werden Kunden in über 80 Ländern, unterstützt durch zahlreiche Tochtergesellschaften und Vertriebspartner. Im Vordergrund stehen dabei die Automobil- und Schienenindustrie, Luft- und Raumfahrt, der Energiesektor sowie der allgemeine Maschinenbau.

Die Produktion in Zell am Harmersbach und NUM kollaborieren seit beinahe drei Jahrzehnten erfolgreich. Beweis dafür ist unter anderem die unten angefügte Kundenreportage von 1993 über NUMROTO mit dem bezeichnenden Titel „Schwarze Kunst ade“.

### Schwarze Kunst ade

**Fräsen mit PC und Mathematik**

NUMROTO, ein Softwarepaket zur präzisen, intelligenten 2D-Steuerung von industriellen Drehmaschinen, ist auf PC und garantiert Programme für eine oder mehrere Drehmaschinen. Wie genau sich NUMROTO im Betrieb zeigt, zeigt die folgende Reportage.

Die Entwicklung des NUMROTO-Programms ist ein Beispiel für die Zusammenarbeit zwischen der NUMROTO-Entwicklungsgruppe und den Kunden. Die NUMROTO-Entwicklungsgruppe hat die NUMROTO-Software entwickelt, die die Steuerung der Drehmaschinen ermöglicht. Die Kunden haben die NUMROTO-Software getestet und die Ergebnisse in der Reportage dargestellt.

NUMROTO ist ein Softwarepaket zur präzisen, intelligenten 2D-Steuerung von industriellen Drehmaschinen, ist auf PC und garantiert Programme für eine oder mehrere Drehmaschinen. Wie genau sich NUMROTO im Betrieb zeigt, zeigt die folgende Reportage.

Die Entwicklung des NUMROTO-Programms ist ein Beispiel für die Zusammenarbeit zwischen der NUMROTO-Entwicklungsgruppe und den Kunden. Die NUMROTO-Entwicklungsgruppe hat die NUMROTO-Software entwickelt, die die Steuerung der Drehmaschinen ermöglicht. Die Kunden haben die NUMROTO-Software getestet und die Ergebnisse in der Reportage dargestellt.

Werkzeug	Material	Werkzeug	Program
Einfache dreiflächige	4	150' 180	NUMROTO 1-1F
Fächer	5	180' 180	NUMROTO 1-1F
Komplexer Fächer	4	180' 180	NUMROTO 1-1F
perforierter	5	180' 180	NUMROTO 1-1F
Ballen mit	5	180' 180	NUMROTO 1-1F
Schneidkante	5	180' 180	NUMROTO 1-1F

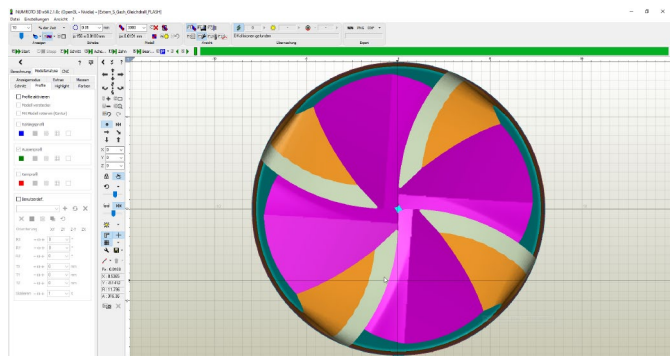
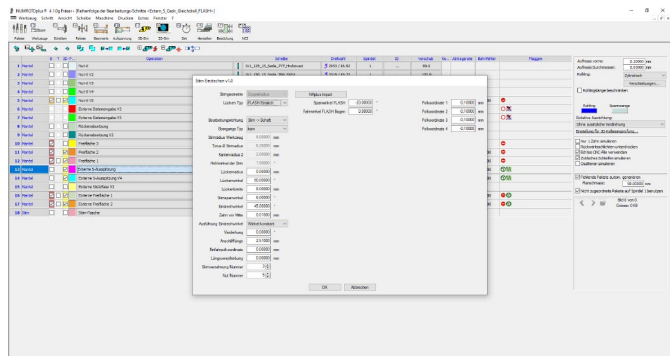
Vorkauf von NUMROTO auf Anfrage  
Bestellfrist durch NUMROTO  
Zusätzliche technische Unterlagen auf Anfrage

NUMROTOplus AG, Postfach, CH-8101 Thal, CH, Telefon: Nr. 071 530411, Fax: 071 530410  
NUMROTOplus AG, W. in der Schweiz, CH-8101 Thal, CH, 2000 2000

Herr Martin Marx, Software-Entwickler TEWL, steht seit 1982 in den Diensten der Prototyp-Werke. Bei der Reportage 1993 war er ebenso dabei wie Herr Jörg Federer von NUM. Die beiden Herren verbindet daher eine lange und fruchtbare Geschäftsbeziehung.

Der Walter Produktionsstandort im Schwarzwald eignete sich in den letzten Jahrzehnten ein umfassendes Know-how im Werkzeugschleifen an. Über Jahre hinweg wird eine Software-Eigenentwicklung auf mit NUM-Steuerungen ausgerüsteten Werkzeug-Schleifmaschinen parallel zu NUMROTO eingesetzt. Mit ihrer Hilfe liess sich manch komplexe Werkzeugform für Kunden realisieren. Bei einer

hundertjährigen Firmengeschichte wundert es somit nicht, dass der interne Wissenstransfer von zentraler Bedeutung ist und zwingend sichergestellt werden muss. Hier bietet sich NUMROTO geradezu an. Dank der Funktion „Externe Berechnung“ können eigene Algorithmen und Bahnberechnungen, und somit das eigene Know-how, in die umfassende Software-Lösung NUMROTO integriert und mit dieser verschmolzen werden.



Screenshots „Externe Berechnung“ innerhalb der NUMROTOplus® Bedienoberfläche

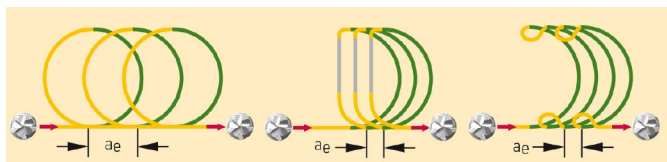
Die Prototyp-Werke nutzen einen Grossteil der NUMROTO-Infrastruktur: wie beispielsweise die hochgenaue und umfassende 3D-Simulation, Postprozessor (maschinenspezifische Berechnung der 5-Achsenbahn), Datenbank, Scheibenverwaltung, Mehrsprachigkeit und auch die X-Bearbeitungen. Die Bahnrechnungen von Prototyp werden als „Externe Berechnungen“ in NUMROTO eingebunden. Da das Unternehmen die eigenen Bahnrechnungen nur intern anwendet, sind diese für andere Kunden nicht zugänglich – und somit das Know-how des Werkzeugherstellers geschützt! Dieses flexible Konzept ermöglicht es, das vom internen Entwicklungsteam aufgebaute Wissen generationsübergreifend weiterzugeben und auch weiterzuentwickeln, während die restliche Infrastruktur des Programmiersystems durch NUMROTO unterhalten und in die Zukunft übertragen wird. „Die Funktion der externen Berechnungen ermöglicht es uns, Werkzeuge herzustellen, die NUMROTO nicht im Standardumfang bietet“, berichtet Martin Marx, und fügt ergänzend hinzu: „Die bewährte NUMROTO-Plattform ist sehr gut; es ist für uns von der Entwicklung sehr wertvoll, wenn Eigenentwicklungen schnell und unkompliziert mit der 3D-Simulationen geometrisch getestet und anschliessend automatisch kollisionsüberprüft auf der Maschine geschliffen werden.“



Hochvorschub-Fräser MD025 Supreme „Flash“

Ein Beispiel für die Wissensfusion ist der Hochvorschub-Fräser „Flash“. Die spezifische Stirnausspitzung und die Doppelradius-Freiflächen sind als externe Berechnungen ausgeführt, während der Rest dem NUMROTO-Standard entspricht.

Technologisch hochkarätig ist der neue Vollhartmetall-Fräser MD133 Supreme. Da dieser auf der Fräsmaschine einer Bearbeitungsbahn mit kreisförmigen Bewegungen mit hoher Geschwindigkeit folgt, ist eine darauf zugeschnittene Zahngeometrie erforderlich. Diese lässt sich dank dem optimalen Zusammenspiel der Programmiersysteme erreichen.



Unterschiedlich beschichtete Vollhartmetallfräser des Typs MD133 Supreme für den Einsatz in verschiedensten Anwendungsbereichen. Die speziell für die Anforderungen des dynamischen Fräsens ausgelegte Werkzeugfamilie zeichnet sich durch hohes Spanvolumen aus und ermöglicht gleichzeitig grosse Schnitttiefen

Fabian Lehmann, Teamleader Technology Development bei Walter in Zell, sagt dazu: „NUMROTO bietet durch die ‚Externe Berechnung‘ einen plattformübergreifenden Vorteil, den wir so von keinem anderen Anbieter kennen.“ Weitere Vorzüge von NUMROTO sieht Martin Marx in der Qualität der umgesetzten Arbeit: „Auch wenn die Entwicklungszeit manchmal etwas länger dauert als erhofft, so gab es noch nie Probleme bei Updates – diese sind immer ausgetestet. Zudem sind bestehende Funktionen auch nach vielen Jahren immer aufwärtskompatibel.“

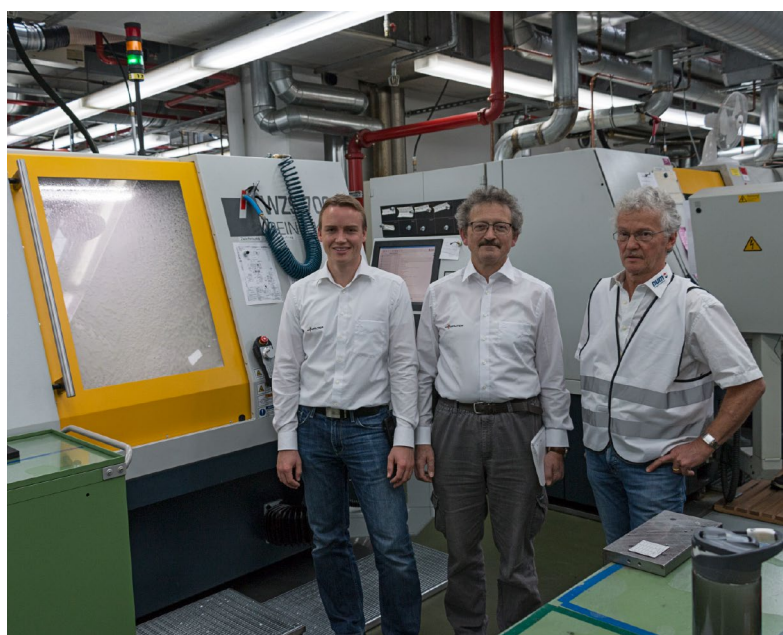


VHM-Fräser MD133 Supreme von Walter Prototyp im Einsatz



Beispiele für Fräser mit Cone-Fit-Wechselkopf; sie ergänzen die Produktvielfalt bei Walter Prototyp seit 2009

Zu den weiteren Service-Dienstleistungen gehören das Beschichten, Beschriften, Reinigen und Oberflächenbehandeln von Werkzeugen. Der Walter Produktionsstandort in Zell ist zertifiziert nach DIN EN ISO 9001, 14001, 45001 und 50001. Mit der unternehmensinternen Walter Akademie setzt die Walter AG zudem auf eine kontinuierliche fachliche Qualifizierung und Weiterentwicklung der persönlichen Kompetenzen seiner Mitarbeiter.



Von links nach rechts: Herr Fabian Lehmann (Teamleader Technology Development, Walter Prototyp), Herr Martin Marx (Software Entwickler TEWL, Walter Prototyp), Herr Jörg Federer (Leiter Anwendungstechnik NUMROTO, NUM AG)

# 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](http://www.num.com)



Folgen Sie uns auf unseren Social Media Kanälen für die neusten Infos und News zu NUM CNC Applikationen.

- [linkedin.com/company/num-ag](https://www.linkedin.com/company/num-ag)
- WeChat-ID: NUM\_CNC\_CN
- [twitter.com/NUM\\_CNC](https://twitter.com/NUM_CNC)
- [facebook.com/NUM.CNC.Applications](https://facebook.com/NUM.CNC.Applications)