

**NUM** information

## JOURNAL FÜR CNC-GESAMTLÖSUNGEN

- 04 **Engineering Highlights**
- 18 **WAWO** – Mit viel Leidenschaft, Professionalität und Innovationsgeist im Markt etabliert
- 20 **Singleplast** – Kosteneffektive Thermoformteile mit hochpräzisem CNC-Fräsen nachbearbeiten
- 22 **MICHELIN / RGI France** – Partnerschaft für „Design to Cost“
- 24 **SNCF / ACNS** – Siebzig Tonnen über dem Kopf
- 26 **Elumatec** – Mit modernem 5-Achs-Stabbearbeitungszentrum neue Märkte erobert
- 30 **NOVAJET** – NUM begleitet die Entwicklung einer neuartigen Abrasiv-Wasserstrahlschneidanlage
- 32 **Innovative CAM** – Smarte Software zur Verbindung von Informatik und Produktion
- 34 **Industrie 4.0** – **TechniControl** und NUM als Bindeglied zwischen ERP-System und Fertigung
- 36 **Chien Wei** – NUM unterstützt taiwanesischen Werkzeugmaschinenhersteller bei der Automatisierung der Produktion
- 38 **Legend Laser** – NUM Flexium+ CNC ermöglicht es dem Blechlaserschneidsystem, eine aussergewöhnliche Genauigkeit zu erreichen

## Editorial Peter von Rüti, CEO NUM Gruppe



Liebe Leserinnen und Leser,

Es freut mich ausserordentlich, Ihnen unsere neuste Ausgabe der NUMinformation vorstellen zu dürfen. Wir blicken auf ein Jahr mit vielen neuen, spannenden Projekten zurück. Einige davon stellen wir Ihnen in dieser Ausgabe der NUMinformation vor.

Im September nehmen wir erneut an der biennalen EMO in Hannover (Deutschland) teil. Sie sind herzlich eingeladen uns dort in Halle 9 auf dem Stand E40 zu besuchen. Wir präsentieren unter anderem einen neuartigen **Beschleunigungssensor** auf einem eigens dafür erstellten Exponat mit Live Demo. Mit Hilfe der Positionsgebersignale können Sie zwar Vibrationen aufgrund der kinematischen Kette auswerten, ableiten und kompensieren. Vibrationen des Werkzeugs lassen sich damit aber weder messen noch kompensieren. Mit unserem neuen Beschleunigungssensor lassen sich Schwingungen und Vibrationen dort messen wo sie auftreten. Die Schwingungssignale werden direkt im Antriebsverstärker verarbeitet, was sehr schnelle Kompensationen erlaubt. Kombiniert mit der DEMX Funktion in den Antrieben eröffnen sich ungeahnte Möglichkeiten, das Verhalten der Maschine zu optimieren. So lassen sich zum Beispiel Vibrationen in der Spindel oder am Werkzeugkopf kompensieren, wobei sich mit den Beschleunigungsinformationen auch Bearbeitungsprozesse ganz allgemein optimieren lassen.

In dieser Ausgabe der NUMinformation erwarten Sie wiederum interessante, technische Neuerungen, wie z.B. den **Earlier Block Change (EBC)**, welcher schnellere Bearbeitungszyklen ermöglicht. Wir stel-

len Ihnen **NUMgrind** vor, unsere innovative Gesamtlösung für Präzisionsschleifanwendungen, die es Werkzeugmaschinenherstellern ebenso wie Nachrüstern ermöglicht, ihren Kunden eine einfach zu bedienende Werkstückprogrammierung anzubieten. **NUMmonitor**, eine völlig neue Anwendung mit Flexium+, ermöglicht die Überwachung von diversen Bearbeitungsparametern, wie beispielsweise der Motorlast. Ein gewichtiger Vorteil von NUMmonitor ist die Tatsache, dass Sie keine zusätzliche Hardware benötigen – was Kosten spart.

**“Mit unserem neuen Beschleunigungssensor lassen sich Schwingungen dort messen wo sie auftreten und direkt im Antriebsverstärker verarbeiten, was sehr schnelle Kompensationen erlaubt.“**

*Peter von Rüti, CEO NUM Gruppe*

Für die Verarbeitung der Daten wird der Frontend- oder Box-PC des Flexium+ Systems verwendet. NUMmonitor kann auch für **Predictive Maintenance** eingesetzt werden, indem man von der Maschine einen „Fingerprint“ erstellt und diesen dann in regelmässigen Zeitabständen gegen den neu gemessenen prüft. Als Kompaktlösung für lokale Sicherheitsanwendungen bieten wir neu die Steuerung **NUMSafe CTMP1960** an. Sie vereint 20 sichere digitale Eingänge, 24 sichere digitale Ausgänge sowie vier zusätzliche, einkanale Relaisausgänge in einem einzigen, kompakten Gerät. Mit **Flexium CAM**, einer Entwicklungsumgebung zur Erstellung und Ausführung von Technologie-HMIs für die integrierte, computergestützte Fertigung, lassen sich vordefinierte Projekte in die HMI-Software von Flexium+ einbinden, um automatisch ISO-Bearbeitungsprogramme zu generieren. **Flexium Office** erlaubt die Nutzung der Flexium CAM Technologie-HMIs ohne Verbindung zur Maschine. Dies kann innerbetriebliche Prozesse wesentlich vereinfachen. Die Bedien- und Benutzerfreundlichkeit unserer Systeme ist und bleibt ein grosses Anliegen von uns, weswegen wir kontinuierlich an **HMI-Verbesserungen** arbeiten. Welche das sind, erfahren Sie auf den Seiten 14 und 15 dieses Magazins.

„**One Step Ahead**“, unser Service-Motto, leben wir auch in einem weiteren Projekt, welches sich in der Umsetzungsphase befindet: die Eröffnung eines zusätzlichen NTCs (NUM Technology Center) im starken Wachstumsmarkt **Indien**. Weitere Informationen hierzu werden zu gegebener Zeit auf unserer Website veröffentlicht.

Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen dieser NUMinformation und würde mich freuen, Sie an der EMO persönlich begrüßen zu dürfen.

Peter von Rüti  
CEO NUM Group

## Impressum

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

**Redaktion & Realisation**  
Dimitry Schneider  
Jacqueline Böni

© Copyright by NUM AG  
Weiterverwendung mit  
Quellenangabe gestattet,  
Belegexemplar erwünscht.

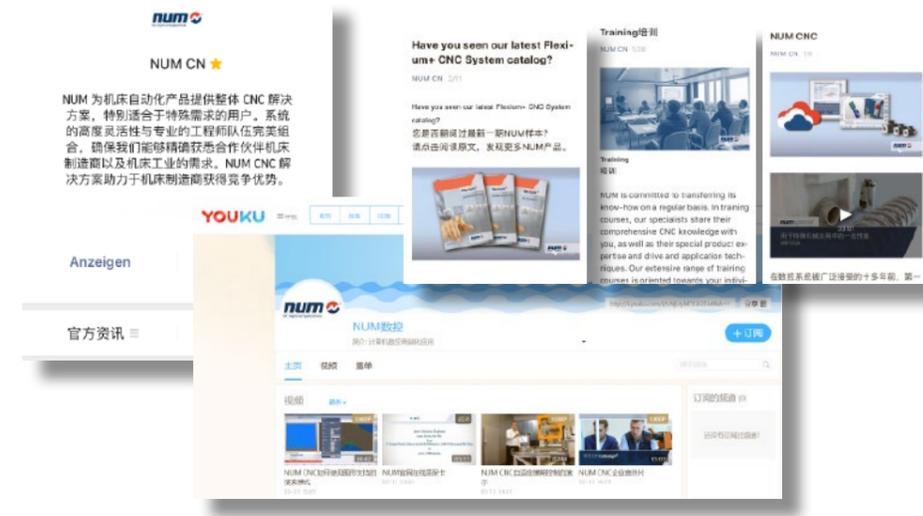
Die Kundenzeitschrift  
NUMinformation erscheint  
jährlich in deutsch, französisch,  
italienisch, englisch und  
chinesisch.

## NUM auf WeChat und Youku

WeChat ist in China mit grossem Abstand die Nummer 1 unter den gängigen Social-Media-Kanälen. WeChat hat täglich über 1 Milliarde aktive Nutzer, davon kommen mindestens 100 Millionen von ausserhalb Chinas (Quelle statista.com). Ursprünglich ein Chat-Dienst für Smartphones, wurde die App mittlerweile um zahlreiche Funktionen wie beispielsweise das Mobile-Payment-System WeChat Pay (vergleichbar mit Google/Apple Pay) erweitert.

In China werden weit mehr WeChat-Profilen angelegt als chinesische Websites registriert. Für Unternehmen spielt WeChat in China als Kommunikationskanal eine sehr zentrale Rolle. Dies war für NUM Grund genug ein offizielles Firmenprofil auf WeChat anzulegen. Wir publizieren dort, wie auf unseren Firmenprofilen in Facebook, LinkedIn, Xing und Twitter, aktuelle Pressemitteilungen, spannende Produktneuheiten, Eindrücke von internationalen Messen und vieles mehr.

Als Pendant zum Videoportal YouTube wird in China Youku genutzt. Auch hier ist NUM seit kurzem mit einem eigenen Videokanal vertreten, auf welchem wir wie bei YouTube Produkt-Videos, das Firmenportrait und weitere Videos zum streamen bereitstellen.



Durch scannen des QR-Codes in der WeChat App erhalten Sie direkt Zugang zu unserer NUM WeChat-Seite.



Events

## NUM Event Kalender 2019/2020

**EMO 2019**  
Vom 16.–21. September, in Hannover, Deutschland  
Halle 9, Stand E40



**FMB 2019**  
Vom 6.–8. November, in Bad Salzungen, Deutschland



**Fabtech 2019**  
Vom 11.–14. November, in Chicago, USA  
South Building, Stand A5150



**SPS 2019**  
Vom 26.–28. November, in Nürnberg, Deutschland  
Halle 3, Stand 449

**sps**  
smart production solutions

**GrindTec 2020**  
Vom 18.–21. März, in Augsburg, Deutschland  
Halle 7, Stand 7100



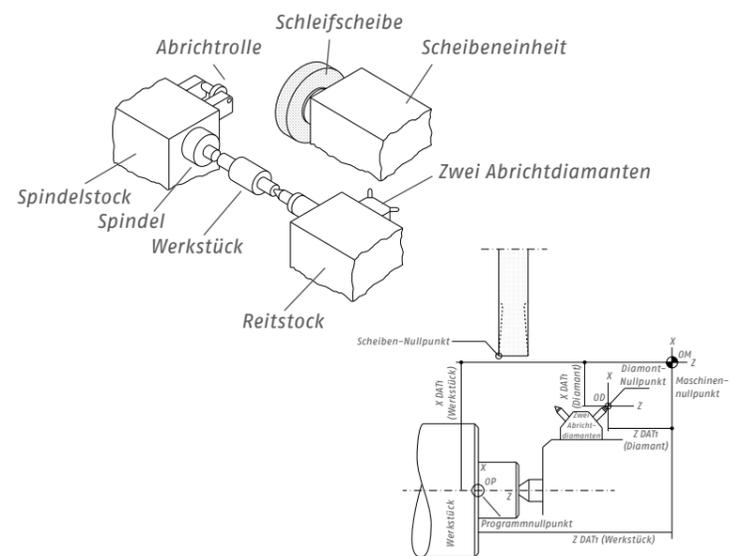
# NUMgrind GC – CNC-Lösung mit 3D Simulation für Rundschleifmaschinen



## Technologie-HMI NUMgrind

Die innovative Software von NUM ermöglicht es CNC-Werkzeugmaschinenherstellern und Nachrüstern, ihren Kunden eine besonders einfach zu bedienende Werkstückprogrammierung und Maschinensteuerung für Präzisionsschleifanwendungen anzubieten. Sie beinhaltet auch eine 3D Schleifsimulation, die entweder im Voraus (offline) oder gleichzeitig während der Teilebearbeitung (online) durchgeführt werden kann.

Das NUMgrind-Paket für das Rundschleifen ist als Technologie-HMI realisiert und basiert auf einer integrierten Flexium CAM-Anwendung (Computer Aided Manufacturing), die sowohl Aussen- (OD) wie Innenschleifenanwendungen (ID) unterstützt. Das Paket beinhaltet OD/ID-Schleifzyklen für 2-achsige (X/Z) Horizontal- oder Vertikalschleifmaschinen und bietet zudem eine Funktion für schräg gestellte Achsen. Die Abrichtstation kann sich auf oder hinter dem Tisch befinden, was in Standard eine Vielzahl von Maschinentypen abdeckt. Die grundlegende Maschinenkinematik besteht aus der X-Achse für die Schleifscheibe und der Z- und C-Achse für das Werkstück. Eine erweiterte Kinematik unterstützt auch eine B-Achse für die Schleifspindel.



Kinematisches Grundmodell für NUMgrind.

Der Endanwender benötigt keine Programmierkenntnisse, um den kundenspezifischen Schleifprozess zu konfigurieren. Alle OD/ID-Funktionen oder -Zyklen sowie Fest- und Rollenabrichtzyklen werden vom Technologie-HMI bereitgestellt.

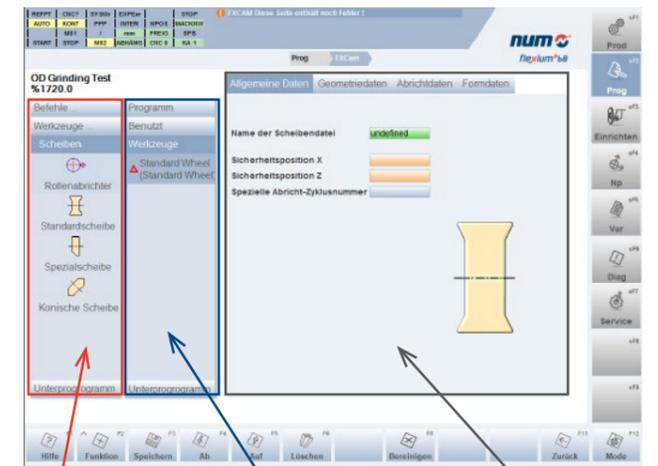
### Unterstützte G&M-Funktionen und Zyklen für das Rundschleifen:

Code	Beschreibung
G200	Einstechen / Mehrfach-Einstechen aussen
G201	Einstechen / Mehrfach-Einstechen innen
G202	Einstechen aussen mit geschwenkten Achsen
G203	Einstechen innen mit geschwenkten Achsen
G204	Oszillierend Einstechen aussen
G205	Oszillierend Einstechen innen
G206	Pendelschleifen aussen
G207	Pendelschleifen innen
G208	Profilschleifen aussen
G209	Profilschleifen innen
G210	Kegelschleifen aussen
G211	Kegelschleifen innen
G212	Oszillierend Stirnschleifen aussen
G213	Oszillierend Stirnschleifen innen
G214	Stirn Pendelschleifen aussen
G215	Stirn Pendelschleifen innen
G216	Radiusschleifen aussen
G217	Radiusschleifen innen
G230	Berechnung der Schleifscheibengeschwindigkeit
G231	Passive Längspositionierung
G232	Zwischenmesszyklus
G240	Scheibenabrichten mit stehendem oder rotierendem Abrichter
G245	Scheibenprofilieren mit stehendem Abrichter
M06	Scheibenauswahl und Einrichten der Arbeitsumgebung
M140	Einrichtung des Abrichters
M145	Einstellung des Werkstücknullpunktes
M160	Zähler für periodisches Abrichten

Eine typische NUMgrind-HMI Seite ist in drei Teile gegliedert:

- **Optionenspalte** mit Befehlen (linke Spalte: Zyklen, Funktionen und Werkzeuge)
- **Programmspalte** als Programmablauf (mittlere Spalte)
- **Detailseite** (Bereich rechts: kommandoabhängiger, grafischer Eingabebereich)

Der allgemeine Ansatz für OD/ID-Schleifanwendungen besteht darin, ein ISO-Code-Programm mit vorbereiteten und hochgradig intuitiv grafisch unterstützten HMI-Seiten zu erstellen. Von diesem HMI werden alle notwendigen Eingaben unterstützt, so z.B. die Scheiben- und Abrichtdefinition, die Schleifzyklen und natürlich die Definition des Schleifprozesses. Das HMI wird an die Maschinenumgebung so angepasst, dass das vom Anwender erstellte „Schleifprogramm“ automatisch ein Teileprogramm generiert und zur Ausführung an das CNC-System gesandt wird.

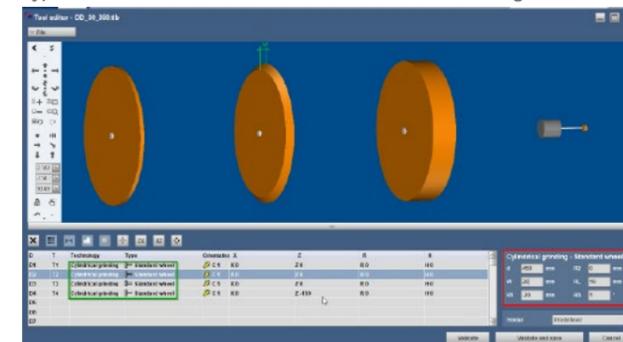


Optionenspalte      Programmspalte      Detailseite

## Simulation der Rundschleifanwendung

In Verbindung mit NUMgrind bietet Flexium 3D (die grafische Simulationssoftware von NUM) dem Bediener ein weiteres, sehr nützliches Werkzeug zur weiteren Steigerung der Produktivität. Sobald ein Teilprogramm mit der NUMgrind-Technologie erstellt wurde, kann der Bediener dieses mit Flexium 3D auf Basis der kundenspezifischen Maschinenkinematik simulieren. Flexium 3D kann auf verschiedene Arten konfiguriert werden und ist dadurch für viele Standard-Rundschleifmaschinen einsetzbar; sei es direkt an der Maschine oder als eigenständiges Programm zur Überprüfung des Schleifprozesses. Auf diese Weise kann der Bediener sicherstellen, dass die erzeugten Programme mit dem gewünschten Ergebnis übereinstimmen, bevor der Schleifprozess auf der Maschine ausgeführt wird.

Um eine korrekte Schleifsimulation zu erhalten, können die Scheibentypen und -daten für eine Rundschleifanwendung (Standard-, Winkel- und Sonderausführung; grünes Rechteck) aus den Scheibendateien in Flexium 3D importiert werden. Eine Reihe zusätzlicher Werkzeugparameter beschreiben die Form der Scheibe selbst – wie Radius, Umfangsfläche und Seite (rotes Rechteck). Das folgende Bild zeigt einen typischen Satz von Scheiben für OD/ID-Schleifanwendungen.



Die verschiedenen Werkzeugtypen erlauben es, folgende Scheibenformen zu beschreiben:

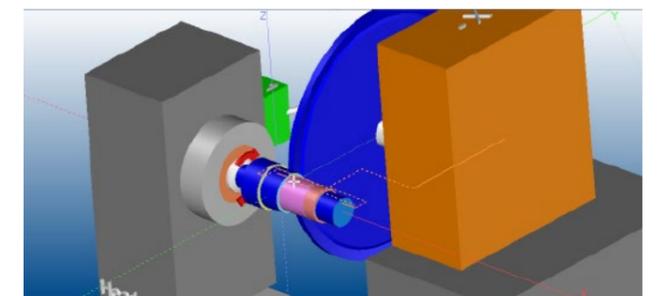
- Scheibenbreite (W)
  - Radius (+) / Fase (-) Links (R1)
  - Radius (+) / Fase (-) Rechts (R2)
  - Länge Freifläche (RL)
  - Freiwinkel (RA)
- Abkürzungen in Klammern beziehen sich auf die Scheibentabelle im Screenshot oben (rotes Rechteck).

Natürlich werden Scheibenwechsel von NUMgrind in Offline- und Onlinemode unterstützt.

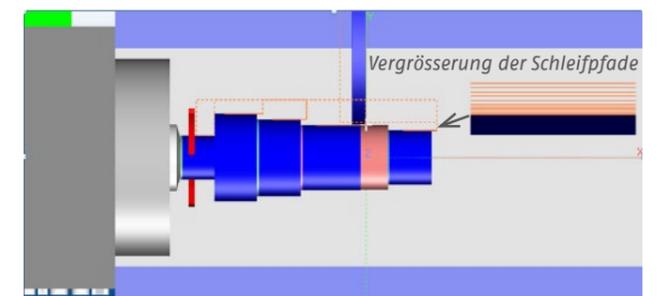
### Offline-Schleifsimulation

Die Offline-Schleifsimulation kann zur Überprüfung und Auswertung des erstellten Schleifprogramms entweder direkt auf der Maschine, während der Teilebearbeitung eines anderen Teils, oder als eigenständiges Programm in der Produktionsplanung eingesetzt werden. Diese Vorabwertung des Schleifprogrammes verhindert Stillstandszeiten der Maschine durch Programmierfehler.

Das folgende Bild zeigt den Schleifprozess einer Welle. Die blaue Farbe hebt den bereits bearbeiteten Bereich hervor.



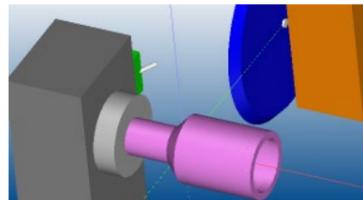
Die Ansicht in der Z-X-Ebene ermöglicht eine detaillierte Auswertung der Übergänge auf der Welle und die Nachführung der Schleifbahnen. Features zur Messung von Durchmessern und Wellenbereichen runden die Simulation als vorgeschalteten Prozess ab.



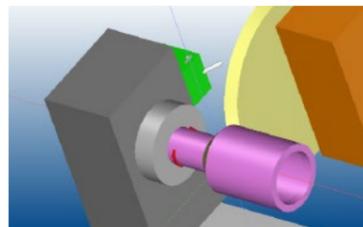
# NUMgrind GC – CNC-Lösung mit 3D Simulation für Rundschleifmaschinen, 3D-WPC



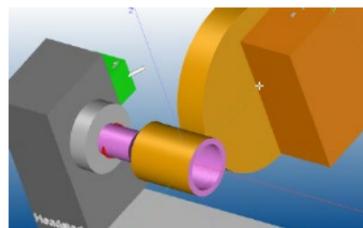
Die folgenden Bilder zeigen die Innen- und Aussendurchmesserbearbeitung eines komplexeren Rohlings mit Hilfe von drei verschiedenen Schleifscheiben.



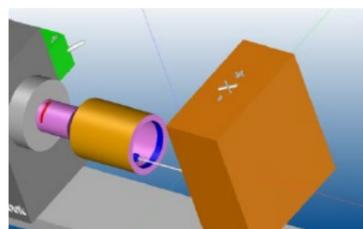
Rohling als zylindrischer Hohlkörper.



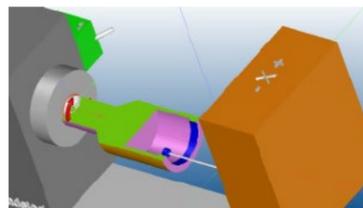
Zyklusstart G210 (Kegelschleifen aussen) am schrägen Wellenteil.



Scheibenwechsel sowie Zyklusausführung G206 (Pendelschleifen aussen).



Scheibenwechsel sowie Zyklusausführung G207 (Pendelschleifen innen).

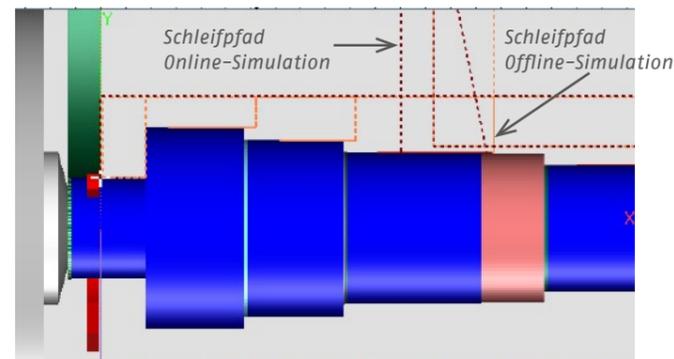


Zyklus-Visualisierung G207 im Rohrquerschnitt.

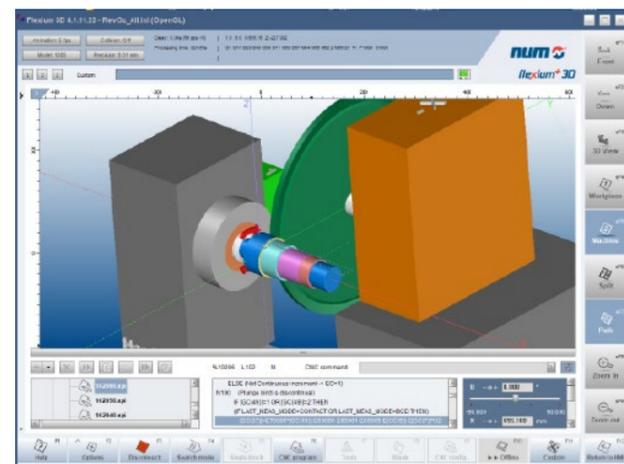
Der Ausschnitt aus dem Werkstück veranschaulicht den tatsächlichen Materialabtrag während des Schleifprozesses.

## Online-Schleifsimulation

Es ist auch möglich, die Positionen der Achsen in Echtzeit im sogenannten Online-Simulationsfenster gleichzeitig während des Schleifprozesses direkt zu visualisieren. Eine Überlagerung der Schleifbahnen auf einem vorangegangenen Offline-Simulationsprozesses ist ebenfalls möglich, da die Schleifbahnen in verschiedenen Farben dargestellt werden.



Vollständige Ansicht der Online-Simulation mit NC-Satzanzeige, Materialabtrag und Kollisionserkennung.



Kurz gesagt, das NUMgrind GC-Paket kann Maschinenbauern helfen jahrelange Entwicklungszeit zu sparen – und die Einarbeitungszeit für den Bediener deutlich zu verkürzen. Die vorgängige Schleifsimulation versetzt den Bediener in die Lage auf einfache Art und Weise zu prüfen ob das generierte Programm seinen Erwartungen entspricht.

## 3D-WPC: Kompensation der Werkstückpositionierung mit RTCP

NUM implementierte bereits Mitte der 80er Jahre eine RTCP-Funktion (Rotation Tool Center Point) für fünfachsiges Bearbeitungsanwendungen. Heute ist von dieser ursprünglichen Funktion nur noch wenig übrig geblieben, ausser vielleicht ihr Name, ihre Makronummer und – was noch wichtiger ist – unser ständiges Bestreben, den Kunden die besten Lösungen zur Steigerung der Leistungsfähigkeit ihrer Maschinen zu bieten.

Wir haben bereits über die zahlreichen Verbesserungen in Bezug auf Leistung und Ergonomie sowie die neuen Funktionen – wie den Rekalibrierzyklus G248 – gesprochen, die im Laufe der Zeit schrittweise zu den fünfachsiges Bearbeitungsfunktionen hinzugefügt wurden. Heute werden wir uns auf neue Programmiermöglichkeiten konzentrieren.

Ein weit verbreitetes Programmierverfahren für die Fünfachsbearbeitung besteht darin, die Gelenkkordinaten der Drehachsen direkt zu programmieren. Auch wenn dieses Verfahren die Abhängigkeit des Bearbeitungsprogramms von der Maschine bedingt, hat es mehrere Vorteile: Es ist einfacher, das Maschinenverhalten bereits beim Betrachten des Bearbeitungsprogramms zu antizipieren und es können keine Singularitäten (mehrere Achsstellungen für eine einzige Werkzeugorientierung) vorkommen. Dies war von Anfang an die bevorzugte Option von NUM.

Die moderne Fünfachsbearbeitung steht jedoch täglich vor neuen Herausforderungen, zu denen auch das Ausrichten von Teilen gehört. Wenn ein Teil auf einer Maschine installiert ist, kann es aufgrund seines Gewichts, seiner Struktur, einer früheren Bearbeitung oder aus anderen Gründen sehr schwierig sein, es perfekt auszurichten. Eine Verschiebung parallel zu den Hauptachsen ist kein Problem und erfordert lediglich einen Offset. Eine Neigung kann jedoch recht knifflig werden, da sie eine Kompensation der Werkzeugorientierung impliziert. Eine gängige Lösung ist, nach der Identifizierung der Verschiebungen und Neigungswinkel, die Nachbearbeitung des Programms, um die Kompensation zu berücksichtigen. Das dauert aber natürlich einige Zeit.

Dank der leistungsstarken Architektur des Flexium+ CNC-Systems ist NUM nun in der Lage, einen neuen Ansatz für das Teileausrichten anzubieten, wodurch sich die Maschinenproduktivität weiter steigern lässt. Die Flexium+ ab Version 4.1.20.00 verfügt über erweiterte Programmiermöglichkeiten für die Fünfachsbearbeitung.

Diese basieren auf drei neuen G-Codes, sechs E-Parametern und einigen Varianten. Die G-Codes sind die folgenden:

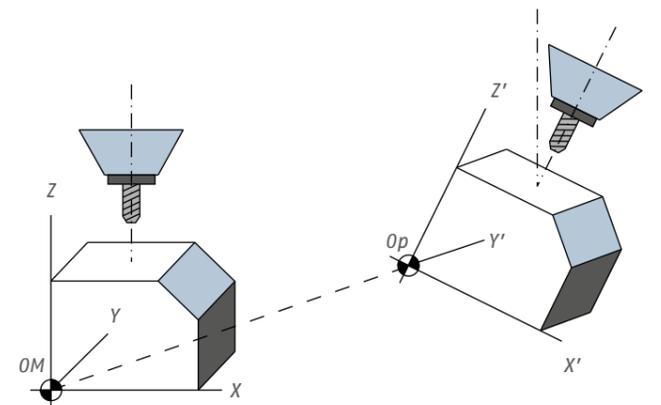
- G30: Dieser wurde aus Kompatibilitätsgründen eingeführt und ist der Standardmodus. Das Bearbeitungsprogramm wird unter Berücksichtigung der Koordinaten der Ist-Achsen ausgeführt, unabhängig vom Linear- oder Drehstatus. Um die Ausrichtung zu kompensieren, muss das Bearbeitungsprogramm bearbeitet werden.
- G32: In diesem Fall definiert das Bearbeitungsprogramm nicht mehr die Gelenkkordinaten der Drehachsen, sondern direkt die Werkzeugorientierung. Diese "abstrakte" Programmierung definiert die Ausrichtung durch die Koordinaten des Werkzeugvektors entlang der Hauptachsen. Diese Ausrichtung wird dann von der NCK entsprechend den Neigungswerten des Teils angepasst und schliesslich werden die Gelenkkordinaten der Drehachsen basierend auf dieser eingestellten Ausrichtung neu berechnet. Um diese Berechnungen durchführen zu können, muss der NCK natürlich die kinematische Struktur der Maschine bekannt sein.

- G34: In diesem Fall wird das Bearbeitungsprogramm noch immer basierend auf den Gelenkkordinaten der Drehachsen geschrieben. Mit der Kenntnis der kinematischen Struktur der Maschine ist die NCK in der Lage, den Werkzeugorientierungsvektor "neu zu bauen", die Kompensation anzuwenden und schliesslich die Drehachsen mit den errechneten Gelenkkordinaten zu steuern. Dadurch kann der RTCP-Definition auch ein geeignetes Koordinatensystem hinzugefügt werden. Es existiert auch eine Variante (G34-), falls das geeignete Koordinatensystem bereits im Bearbeitungsprogramm berücksichtigt wird.

Zur Beschreibung der Fehlansichtung wurden sechs neue Parameter geschaffen: drei Verschiebungen (E60006, E61006 und E62006) und drei Orientierungen, Nicken/Neigen, Rollen/Schlingern und Schwenken/Gieren (E66006, E67006 und E68006). Diese Parameter werden im Kontext Nullpunktverschiebungen des HMI's angezeigt und können entweder auf der entsprechenden Seite oder durch Programmierung – z.B. nach einer Messung – eingegeben werden. Es ist auch möglich, die Werkzeugausrichtung in jeder der Maschinen-Referenzen (Maschine, Teil oder korrigiert) anzuzeigen und über E-Parameter darauf zuzugreifen.

Die Programmierung der neuen Funktionen bedingen kaum Änderungen. In den meisten Fällen ist nur die Eingabe der Korrekturparameter und des G-Codes, der die Situation definiert, erforderlich. Für die Maschineneinrichtung ist lediglich eine Neukompilierung der RTCP-Kopfkonfigurationsmakro (in der Regel %10151.9) mit Flexium Tools erforderlich, um die neuen Möglichkeiten nutzen zu können. Zwei Kopfkonfigurationen sind bereits verfügbar und in Betrieb; weitere Kinematiken werden in Kürze verfügbar sein.

Dies zeigt einmal mehr die Leistungsfähigkeit des Flexium+ Systems sowie die Philosophie von NUM, Ihnen die grösste Auswahl an Optionen zu bieten, die Ihnen helfen, sich einen Wettbewerbsvorteil zu sichern und gleichzeitig die Kompatibilität mit bestehenden Produkten zu wahren. Diese kurze Präsentation ist natürlich nicht vollständig und wird demnächst ausführlich erläutert. In der Zwischenzeit können Sie sich aber gerne an unsere Spezialisten wenden. Sie zeigen Ihnen gerne alle Vorteile, die Sie aus Ihrer Partnerschaft mit NUM ziehen können.



# EBC – Earlier Block Change, SWITCH CASE, Informationssicherheit für Maschinen

## EBC – Earlier Block Change

NUM hat mit der neuesten Version 4.1.20.00 von Flexium+ verschiedene neue CNC-Funktionen und Programmierverbesserungen eingeführt.

Eine dieser neuen Funktionen heisst **EBC (Earlier Block Change)**. EBC ermöglicht schnellere Bearbeitungszyklen, da der NCK (NC-Kernel) die Ausführung des nächsten Satzes beginnt, bevor der vorherige Satz beendet ist.

EBC bietet auch einen sehr schnellen Signalaustausch zwischen der SPS und dem Teileprogramm, so dass die SPS die Programmausführung mit 32 dedizierten Eingangsbits und 32 dedizierten Ausgangsbits steuern und Informationen erhalten kann.

Satzwechsel können nun unter verschiedenen Bedingungen erfolgen:

1. Sofort – die beiden Sätze werden also gleichzeitig ausgeführt.
2. Nachdem eine bestimmte Strecke zurückgelegt ist.
3. Wenn die Restdistanz kleiner als ein Wert ist.
4. Wenn die SPS ein bestimmtes Signal setzt.
5. Wenn der Satz normal endet (Standardweg).

Darüber hinaus kommuniziert die NCK der SPS, wenn bestimmte Bedingungen in der Programmausführung erfüllt sind, so dass die SPS Hilfsoperationen starten kann, ohne M-Funktionen programmieren zu müssen – und damit ohne Achsenstopps.

Alle diese Funktionen lassen sich einfach mit einer einzigen G-Funktion und einigen wenigen Parametern programmieren.

Zum Beispiel: Z100 G777 Q1 X40 P24 I25

Der einfache Befehl oben verfährt die Z-Achse in die Position Z100 mm. Nachdem 40 mm gefahren wurden, wird Bit 24 gesetzt, und sobald das Eingangsbit 25 gesetzt ist, beginnt die Ausführung des nächsten Satzes. In der Zwischenzeit fährt die Z-Achse auf ihre Endposition.

## SWITCH CASE

NUM verbessert auch kontinuierlich die Programmiersyntax durch Hinzufügen neuer Funktionen. Die IF-Anweisung ermöglicht die bedingte Ausführung bestimmter Teileprogrammabschnitte. Bei der Strukturierung eines Teileprogramms kommt es aber vor, dass man nicht nur zwischen zwei Anweisungsblöcken auswählen muss, sondern oft auch zwischen mehreren. In diesen Fällen bietet die neue Programmieranweisung **SWITCH CASE** eine sehr einfache und übersichtliche Möglichkeit, Ihr Bearbeitungsprogramm zu strukturieren.

### SWITCH Ausdruck

**CASE** konstanter Ausdruck 1  
..... Anweisungen, die bis zum nächsten „break“-Schlüsselwort ausgeführt werden sollen

**BREAK** //optional

**CASE** konstanter Ausdruck 2  
..... Anweisungen, die bis zum nächsten „break“-Schlüsselwort ausgeführt werden sollen

**BREAK** //optional

**CASE** konstanter Ausdruck 3  
..... Anweisungen, die bis zum nächsten „break“-Schlüsselwort ausgeführt werden sollen

**BREAK** //optional

**CASE** konstanter Ausdruck i  
**CASE** konstanter Ausdruck j // aufeinanderfolgende Beschriftungen in Kaskade

..... Anweisungen, die bis zum nächsten „break“-Schlüsselwort ausgeführt werden sollen

**BREAK** //optional

**DEFAULT** //optional  
..... Anweisungen auszuführen, bis das „ENDS“ die Switch-Anweisung beendet

**BREAK** //optional

**ENDS**

## Informationssicherheit für Maschinen

Unbestritten: die Vorteile der Digitalisierung sind mannigfaltig. Allerdings bringen sie auch neue Probleme und Risiken mit sich, deren Auswirkungen man sich besser stets bewusst ist. So haben es beispielsweise Hacker zunehmend auf kritische Infrastrukturen und Produktionsstätten abgesehen. Möglich werden diese Angriffe durch die zunehmende Digitalisierung und Vernetzung von Systemen und Maschinen. Hierdurch gibt es völlig neue „Einfallstore“, welche rege genutzt werden.

In einem sogenannten „HoneyNet-Experiment“ simulierte der TÜV SÜD mit realer Hard- und Software ein kleines Wasserkraftwerk einer Kleinstadt, welches mit den Industrie-üblichen Schutzmassnahmen geschützt wurde. Ziel des Experiments war es, Hacker anzulocken, um dann Zugriffs- und Angriffsaktionen analysieren und für Unternehmen verschiedenster Branchen Sicherheitsvorkehrungen für die tatsächlich existierenden Bedrohungsszenarien erarbeiten zu können. Kaum war die Infrastruktur live geschaltet, erfolgten auch prompt die ersten Interaktionen. Nach acht Monaten wies die Bilanz 60'000 Zugriffe von Servern aus 150 Ländern mit teilweise verschleierte IP-Adressen aus; dabei wurden ca. 9'000 direkte Angriffe registriert, wofür meist Standard-IT-Protokolle, oft genug aber auch Industrieprotokolle wie S7Comm oder Modbus TCP genutzt wurden. Ein Ergebnis dieses HoneyNet-Experiments war, dass durch stetige Ausspähhaktionen auch kleine und unbekanntere Firmen im Internet entdeckt werden. Diese können zum Opfer von Angriffswellen werden, selbst wenn sie nicht gezielt ausgesucht wurden.

Ein anderes Beispiel ist die Malware „Mirai“. Sie nutzt die Tatsache aus, dass immer mehr Alltagsgegenstände wie Router, CCTV-Überwachungssysteme, Digital Video Recorder, Fernseher usw. mit dem Internet verbunden werden (Stichwort „IoT“ – Internet der Dinge). Sie durchsucht das Internet ständig nach Geräten mit Sicherheitslücken; ist eine Lücke gefunden, wird Schadcode auf diese Geräte aufgespielt. Das ursprüngliche Bot-Netz „Mirai“ umfasste 2016 weltweit ca. 500'000 kompromittierte IoT-Geräte. Mittlerweile sind bereits über drei Millionen Geräte im Bot-Netz gefangen! Ausserdem wurde kürzlich bekannt, dass Hacker ein Bot-Netz mit 50'000 infizierten Geräten zur Miete anboten. Mit Hilfe dieser Malware wurde kurz vor der US-Präsidentenwahl 2016 versucht, hochfrequentierte Webdienste wie Twitter, Spotify und Amazon zum Erliegen zu bringen.

Es ist somit ebenfalls möglich, einerseits die Produktion einer Fabrik lahmzulegen und andererseits auch Maschinen für Angriffe auf andere Systeme oder für die Verbreitung von Malware zu verwenden.

Die Vernetzung von Maschinen schreitet immer weiter voran (Stichwort „Industrie 4.0“). Dabei wird weiterhin häufig folgendes Netzwerkdesign eingesetzt – Siehe Abbildung 1.

Mängel bei dieser Art der Umsetzung der Vernetzung sind:

- Die Vernetzung erfolgt universell für alle Geräte gleich:
  - Alle Geräte haben ungeschützte Verbindungen ins komplette Firmennetz (Intranet).
  - Automatische Updates über Internet, welche den Betrieb einer Maschine stören können.
  - Teilweise erfolgen Anbindungen über WLAN, welches nicht sicher ist.
- Nicht alle vernetzten Systeme entsprechen den Sicherheits-Standards:
  - Alte Betriebssysteme.
  - Keine (regelmässigen) Sicherheitsupdates.

Viele Maschinensteuerungen verwenden Windows- oder Linux-Betriebssysteme. Laufen auf der gleichen Hardware zusätzlich noch Echtzeitsysteme, werden in der Regel bewusst keine Sicherheitsupdates durchgeführt, um die Funktionalität nicht zu beeinträchtigen. Auch sind solche Systeme nicht immer mit Anti-Viren-Programmen ausgerüstet, da sich diese negativ auf die Funktionalität auswirken können. Aus diesen und weiteren Gründen muss ein Netzwerk mit Maschinen speziell abgesichert sein.

Eine mögliche Lösung ist eine Netzwerkstruktur wie sie im folgenden Bild dargestellt ist – Siehe Abbildung 2.

Diese Netzwerkstruktur bietet mit weiteren, durch die firmeneigene IT-Gruppe definierten Regeln, einen besseren Schutz der industriellen Infrastruktur. Zu diesen Regeln gehören:

- Unterteilung der Produktionsnetzwerke (Factory Floor), damit bei einem Angriff nicht alles lahmgelegt wird.
- Allfällige Updates sollten gezielt und manuell eingespielt werden. Automatische Updates könnten zum falschen Zeitpunkt stattfinden und zum Ausfall einer Maschine während der Produktion führen.
- Für Industriesysteme sollte die IT-Gruppe spezielle Regeln für Updates und Zugriffe auf das Internet erstellen.

In der dargestellten Infrastruktur sollte die Firewall zum Produktionsnetzwerk zudem so eingestellt werden, dass nur „zulässige“ Datenpakete weitergeleitet werden. Ein Zugriff von Maschinen auf das Internet ist (zumeist) nicht notwendig, somit kann dieser unterbunden werden.

Natürlich ist das Internet bei Weitem nicht die einzige Möglichkeit, sich auf Maschinen Probleme einzuhandeln, da Angriffe nicht nur über elektronische Netzwerke erfolgen können. Über Memory-Sticks, Flash Cards etc. kann ebenfalls Schadsoftware eingeschleppt werden.

Eine umfassende Analyse der Informationssicherheit eines Unternehmens ist heute ein Gebot der Stunde und der erste Schritt für mehr Schutz vor Cyberangriffen. Zu diesem Thema bestehen auch verschiedene Normen (z.B. ISO/IEC 27001) sowie Vorgehensmodelle (z.B. ISIS12).

Der Produktlebenszyklus einer Maschinensteuerung ist wesentlich länger als der eines PCs, welcher im Büroumfeld verwendet wird. Es ist also höchstens eine Frage der Zeit, bis das auf einer Produktionsmaschine eingesetzte Betriebssystem veraltet ist und es keine Updates mehr gibt (sofern solche überhaupt je installiert werden konnten).

Eine stetige Nachrüstung einer Maschinensteuerung mit den neuesten Betriebssystemen ist in der Regel zu aufwendig oder technisch mit vernünftigen Aufwand nicht machbar. Es bietet sich daher an, solche Systeme in einem informationstechnisch geschützten Bereich einzusetzen.

Bei der Integration von NUM-Systemen in Ihre IT-Infrastruktur und der Findung geeigneter Vernetzungslösungen unterstützen wir Sie gerne.

Abbildung 1

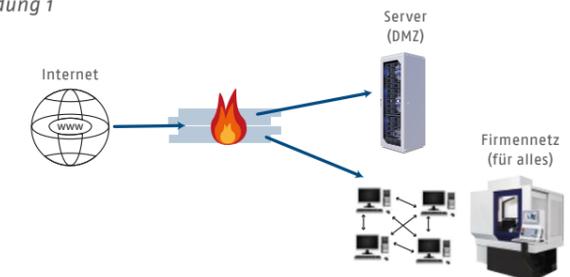
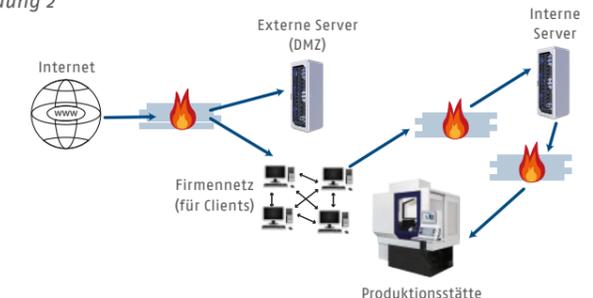


Abbildung 2



# NUMmonitor, CTMP 1960-2600

## NUMmonitor: eine brandneue Anwendung von Flexium+ zur Reduzierung von Ausfallzeiten

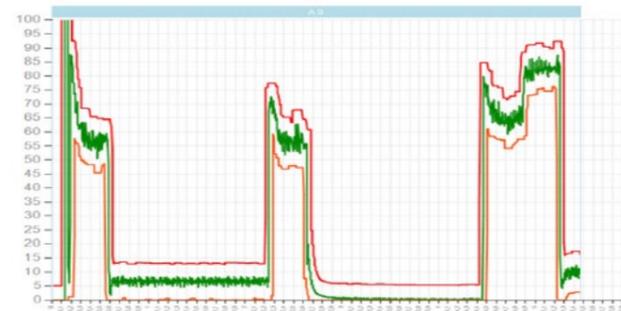
Dank ihrer leistungsstarken Hardware, den ausgeklügelten Algorithmen und der Flexibilität ist die Flexium+ in der Lage, sowohl High Performance Maschinen als auch einzigartige Anwendungen zu steuern. Einige ihrer unverwechselbaren Eigenschaften, darunter die Möglichkeit bis zu 32 Spindeln zu steuern, machen sie für Hochleistungssysteme wie auch Transfermaschinen gleichermaßen geeignet.

Im Bereich der Hochleistungsproduktionsmaschinen kann der kleinste Vorfall zu dramatischen wirtschaftlichen Folgen führen; deshalb ist es wichtig, die Bearbeitungsparameter zu überwachen, um Ausfallzeiten durch verschlissene Werkzeuge, Fehler in der Schmierung, Leistungsverluste oder andere Faktoren zu vermeiden. Solche Überwachungsgeräte sind verfügbar. Sie erfordern in der Regel zusätzliche, oft teure, Hard- und Software sowie eine erhebliche Rüstzeit und können nicht immer auf alle gewünschten Parameter zugreifen.

Um solche Einschränkungen zu umgehen, führt NUM den NUMmonitor ein. Einer der Kernpunkte der Spezifikation war es, keine zusätzliche Hardware zu benötigen. Flexium+ bietet bereits einen PC (Frontend- oder Box-PC) zur Verarbeitung von Werten der Messpunkte der Antriebe. Darüber hinaus stellt sie der SPS direkten Zugriff auf die Maschinenparameter bereit und die NCK-Oszilloskopfunktion ermöglicht das Lesen von Werten im Achsregeltakt, während RTE (Echtzeit-Ethernet) und FXServer die Kommunikation zwischen all diesen Elementen übernehmen. Eine weitere Anforderung ist natürlich, den NUMmonitor mit beliebigen Maschinen-Konfigurationen einsetzen zu können – nicht nur für Transfermaschinen.

### NUMmonitor: Wie funktioniert es?

Die erste Funktion besteht darin, Bearbeitungsparameter unter optimalen Bedingungen aufzuzeichnen. Der wichtigste Messpunkt ist die Motorlast. NUMmonitor ist in der Lage, die Last von bis zu acht Motoren zu erfassen. Diese Daten werden basierend auf der Bearbeitungszeit erfasst, um Abweichungen aufgrund unterschiedlicher Schnittbedingungen zu verhindern. Um einen Durchschnittswert zu berechnen können mehrere Aufzeichnungen durchgeführt werden. Basierend auf diesen Aufzeichnungen wird dann eine Hülle mit vertikalen und horizontalen Toleranzen erstellt und in einer Datenbank gespeichert, die für das zu bearbeitende Teil repräsentativ ist. Ein Beispiel für diese Aufnahme ist im nachfolgenden Bild zu sehen. Die grüne Kurve zeigt die aufgenommene Last an, während die rot/orangen Kurven die Toleranzfläche begrenzen.



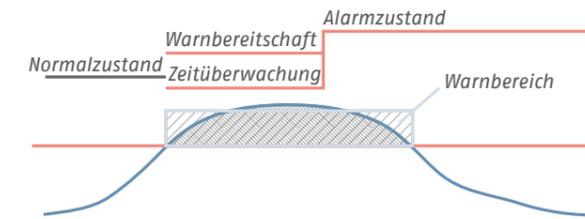
Nach Abschluss der Lernphase ist es möglich, die Maschine zu überprüfen. Dazu wird die Produktion mit dem gleichen Teileprogramm gestartet, mit dem auch das Modell erstellt wurde.

Zunächst wird das Werkstück durch eine Anweisung im Teileprogramm identifiziert, um die entsprechenden Daten aus der Datenbank zu laden. Diese Werte werden für den schnellen Zugriff direkt im PC-Speicher abgelegt, um Verzögerungen, z.B. durch das Lesen auf der PC-Festplatte, zu vermeiden. Ein zweiter Parameter im Werkstückprogramm definiert den genauen Zeitpunkt, zu dem der Vergleich beginnt. Natürlich ist es notwendig, das Programm unter den gleichen Bedingungen auszuführen (Override), um sicherzustellen, dass die Schnitteigenschaften gleich bleiben. Wird eine Abweichung an einem der überwachten Motoren festgestellt, wird diese an die SPS gemeldet, die dann entscheidet, welche Massnahmen ergriffen werden sollen: von einer einfachen Warnung bis zum Notstopp. Am Ende der Messsitzung sendet das Werkstückprogramm eine Aufforderung zum Beenden der Aufzeichnung.

Je nach Situation werden unterschiedliche Meldungen ausgegeben:

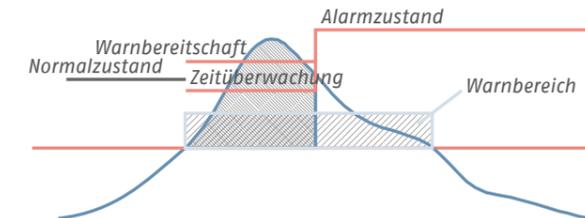
#### 1. Die Messkurve überschreitet für eine bestimmte Zeit die Hüllkurve (Timeout-Alarm)

Ein Alarm wird ausgegeben, wenn das Signal nach einer definierten Zeit weiterhin ausserhalb der Hüllkurve liegt. Falls es vor Ablauf der Zeit zurück in das Toleranzband kehrt, wechselt das System in den Normalzustand (Reset-Zustand) zurück. Durch die Definition dieses Zeitfensters für die Alarmerkennung werden Fehlalarme durch kurze Lastanstiege vermieden.



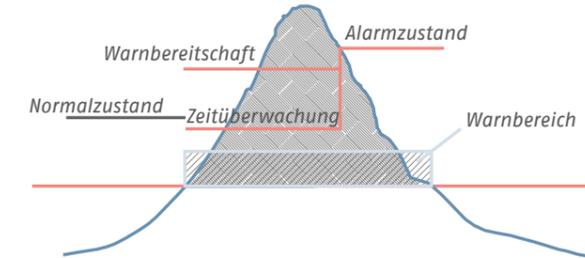
#### 2. Die Fehlerfläche überschreitet den erlaubten Wert (Flächenalarm)

Neben einer Zeitüberschreitung kann auch die „Fläche“ bestehend aus dem Signalwert über der Grenze und der Zeit überwacht werden.



#### 3. Das Signal überschreitet die Amplitudengrenze (Amplitudenalarm)

Überschreitet die Last einen bestimmten Grenzwert, wird sofort ein Amplitudenalarm ausgelöst.



Die drei oben genannten Bedingungen können mit ODER- und UND-Operatoren verknüpft werden, um die Alarmbedingung zu definieren, und natürlich kann die Überwachung auf bestimmte Abschnitte des Prozesses beschränkt werden.

### Implementierung

NUMmonitor wurde bereits auf mehreren Maschinen getestet. Die Ergebnisse waren sehr positiv. Eine der Testkonfigurationen war ein Multi-NCK-System für eine Transfermaschine. Zu den bemerkenswerten Vorteilen gegenüber externen Lösungen gehörten die einfache Inbetriebnahme sowie das Fehlen zusätzlicher Hardware oder Verkabelung. Die Parameter sind aussagekräftig und einfach zu definieren. Während der Tests wurde festgestellt, dass die Qualität der Signale vom Antrieb gut ist und dass die Signale wenig Rauschen aufweisen, was wiederum zu einer guten Empfindlichkeit der Überwachung führt.

Im Allgemeinen sind Produktionsmaschinen mit leistungsstarken Motoren ausgestattet, um hohe Beschleunigungswerte zu erreichen. Infolgedessen kann die Belastung während der Bearbeitung – insbesondere mit einem kleinen Werkzeug – recht gering sein. Die Überwachung erfordert eine gewisse Signalhöhe. Für optimale Ergebnisse ist es notwendig, auch die Spindelmotoren zu überwachen, die der NUMDrive X auch im V/f Mode problemlos bieten kann.

Wir werden Sie über zukünftige Entwicklungen dieser Lösung, welche einfach zu implementieren und voll funktionsfähig ist, auf dem Laufenden halten. NUMmonitor ist ein weiteres Feature, das Ihnen einen zusätzlichen Wettbewerbsvorteil verschafft.

## NUMSafe CTMP1960-2600 Kompaktsteuerung

Die hier vorgestellte Steuerung NUMSafe CTMP1960-2600 ist eine komplette Sicherheitslösung für Maschinen und vereint, neben einem EtherCAT-Gateway, 20 sichere digitale Eingänge, 24 sichere digitale Ausgänge und vier zusätzliche einkanale Relaisausgänge in einem einzigen Gerät. Durch sein kompaktes All-in-One-Design bietet der CTMP1960-2600 eine deutliche Kostenersparnis gegenüber den entsprechenden Einzelkomponenten. Wie bei allen NUM-EtherCAT-Kopplern kann der CTMP1960-2600 je nach Betriebsart mit zusätzlichen Standard- und NUMSafe Modulen erweitert werden.

Die Funktionalität des CTMP1960-2600 lässt sich auf zwei Arten in das Maschinenkonzept integrieren:

- Als NUMSafe Kompaktsteuerung integriert in das EtherCAT-Netzwerk: Der CTMP1960-2600 kann dabei mit Standard- und NUMSafe-Sicherheitsklemmen am E-Bus-Anschluss und über das EtherCAT-Netzwerk erweitert werden.
- Als NUMSafe I/O-Modul: Die Logik der Kompaktsteuerung NUMSafe wird dabei nicht verwendet. Der Koppler kann über eine NUMSafe Logikklemme als I/O-Modul mit 20 Eingängen, 24 Ausgängen und vier einkanalen Relaisausgängen angesprochen werden.

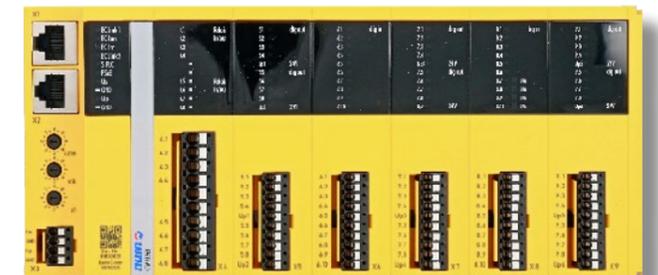
Die Programmierung der NUMSafe Kompaktsteuerung erfolgt, wie bei den anderen NUMSafe Komponenten, über NUM Flexium Tools. Es wird ein NUMSafe Projekt erstellt und über EtherCAT in den CTMP1960-2600 geladen.

Das Safety-Protokoll Safety over EtherCAT ermöglicht die Integration von NUMSafe Geräten in das NUM-Standardfeldbussystem. Die Sicherheits-I/Os bilden dabei die Schnittstellen zu den sicherheitsrelevanten Sensoren und Aktuatoren. Die Möglichkeit, sicherheitsrelevante Signale über das Standardfeldbussystem zu übertragen, bringt erhebliche Vorteile in Bezug auf Planung, Installation, Betrieb, Wartung, Diagnose und Kosten.

Die NUMSafe Kompaktsteuerung CTMP1960-2600 ist, mit folgenden Einschränkungen, für Sicherheitsanwendungen bis SIL 3 nach IEC 62061 und IEC 61508 und bis Kat. 4 PL e nach EN ISO 13849-1:2015:

- Der einkanale Relaisausgang ist geeignet bis Kat. 2 PL d.
- Der zweikanalige Relaisausgang (Verwendung von zwei Relaiskontakten in Reihe) ist geeignet bis Kat. 3 PL d oder Kat. 4 PL e, abhängig von der Anzahl der Betätigungen.

Spezielle Proof-Tests sind während der gesamten Lebensdauer des CTMP1960 aufgrund der umfassenden diagnostischen Funktionen nicht erforderlich.



# NUMs Technologie-HMIs und Flexium Office

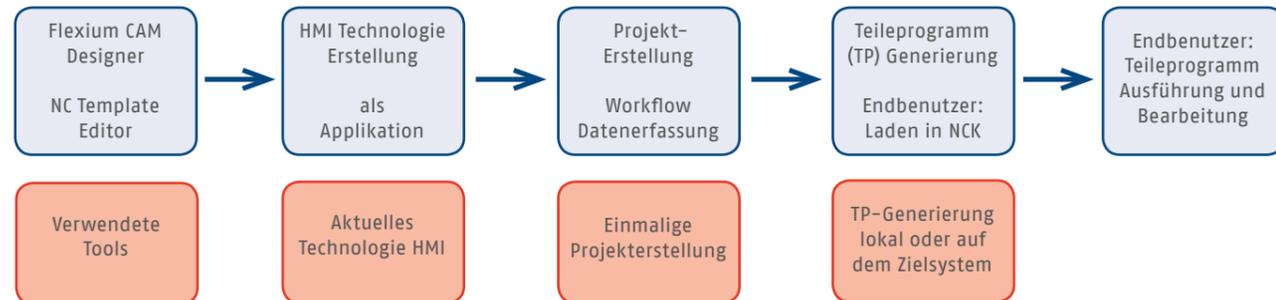


## Das Flexium CAM-Konzept

Flexium CAM ist ein NUM-Framework zur Erstellung und Ausführung von Technologie-HMIs für die integrierte, computergestützte Fertigung. Technologie-HMIs sind eine Reihe von angepassten und anwendungsabhängigen UI-Seiten (User Interface), die auf HTML und JavaScript basieren, die mit dem Flexium CAM Designer erstellt wurden. Die Technologie-HMIs sind gepackt und kodiert, um die Anwendung zu schützen.

Das Flexium CAM-Design-Tool ist ein technisches HMI-Erstellungstool, das grafisch unterstützte, dynamische HMI-Seiten bereitstellt, die mit Daten- und NC-Template Editor ausgestattet sind, sowie ein Konfigurationskonzept zur Gestaltung des Workflows mit benutzerfreundlichen Dateneingabefunktionen. Dies ermöglicht es dem Anwender des Tools Flexium CAM Designer, Anwendungsprojekte zu erstellen, die auf die jeweiligen Bedürfnisse zugeschnitten sind.

Diese "ready to run"-Projekte können in das Flexium+ HMI (Flexium CAM-Laufzeitumgebung) geladen werden, um automatisch ISO-Bearbeitungsprogramme zu generieren. Mit den integrierten Download-Funktionen wird das Teileprogramm zur Ausführung an die NCK gesendet.



Folgende fünf CAM-Technologietypen werden aktuell unterstützt:

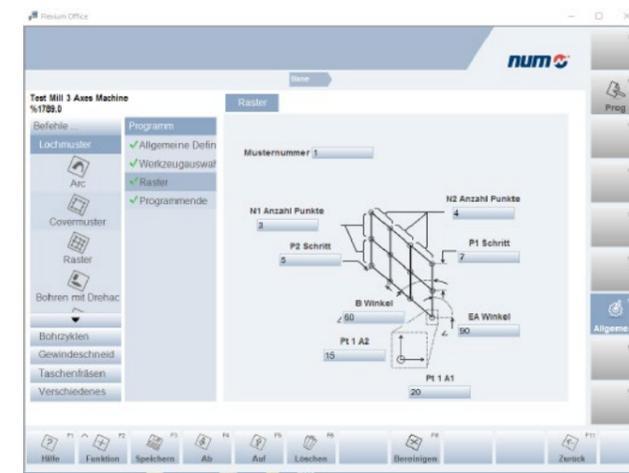
NUMgear HMI Wälzfräsen	NUMgear Wälzfräsen ermöglicht es, bis zu fünf Verzahnungen auf einer Achse zu bearbeiten. So können zylindrische Räder mit geraden und schrägen Verzahnungen und balligen sowie abgechrägten Flanken, dazu Schneckenräder und Splines gefräst werden. Automatisches Ausrichten und Prozesse von Radial über Radial-Axial bis Diagonal sind verfügbar.
NUMgear HMI Wälzstossen	NUMgear Wälzstossen kann zum Schneiden von Innenzahnkränzen oder Aussenscheiben verwendet werden. Einfache und flexible Zyklen ermöglichen eine interaktive Änderung der Schnittparameter
NUMgear HMI Wälzschleifen	NUMgear Wälzschleifen verwendet die Dateneingabe von Zahnrad, Schleifscheibe und Abrichter, um Zyklen für das Wälzschleifen sowie für das Abrichten der Scheibe bereitzustellen. Es verfügt über eine automatische Schleifdurchlaufberechnung und kann für Aussen-Stirnrad- und Schrägverzahnungen verwendet werden.
NUMgrind HMI Rundscheifen	Dieses Technologie-HMI kann für das Schleifen von Aussen- und Innendurchmesser eingesetzt werden. Die Grundkinematik wäre die X-Achse für die Schleifscheibe, die Z- und C-Achse für das Teil.
NUMmill HMI	Mit dieser Frästechnologie wird eine einfache und benutzerfreundliche Methode zur Erstellung von Teileprogrammen für eine Standard 3(-5)-Achsen-Fräsmaschine bereitgestellt. Standardmässig sind die kinematischen Achsen X, Y und Z.

Für den Endanwender ist es wichtig zu wissen, dass er seine massgeschneiderte HMI-Technologie abhängig von seinen tatsächlichen Anwendungsbedürfnissen erhalten kann, entweder in Zusammenarbeit mit NUM oder direkt vom Maschinenhersteller. Dieses Konzept wird nun um ein Offline-Framework namens **Flexium Office** erweitert.

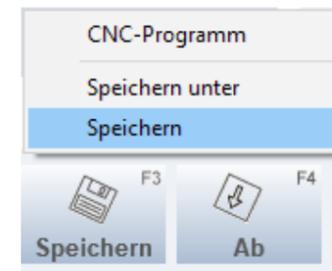
### Zusammenarbeit mit Flexium Office

Flexium Office ermöglicht die Nutzung der Technologie-HMIs von NUM, ohne Verbindung mit der Maschine (im Office, wie der Name schon sagt); anwendungsabhängige Projekte und die entsprechenden ISO-Bauteilprogramme können erstellt, mit der 3D-Simulationssoftware Flexium 3D von NUM getestet und auf die gewünschte Maschine übertragen werden.

Der Bediener wählt eine der angebotenen Flexium CAM HMI-Technologien aus. Mit Basisdatendefinition, Werkzeugen und Workflow-Befehlen sowie Sprachunterstützung für bis zu 14 Sprachen wird das Projekt (xpj) für die konkrete Anwendung einmal generiert.



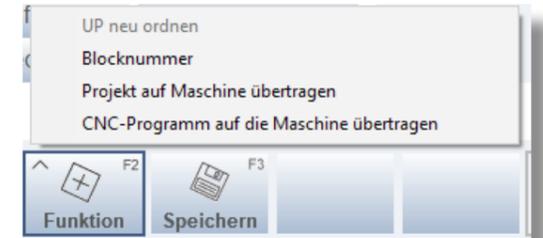
Die Projekte können natürlich mittels „Speichern“ und „Speichern unter“ auf dem lokalen PC gesichert werden. Zu Auswertungszwecken kann das entsprechende CNC-Bearbeitungsprogramm generiert und abgespeichert werden.



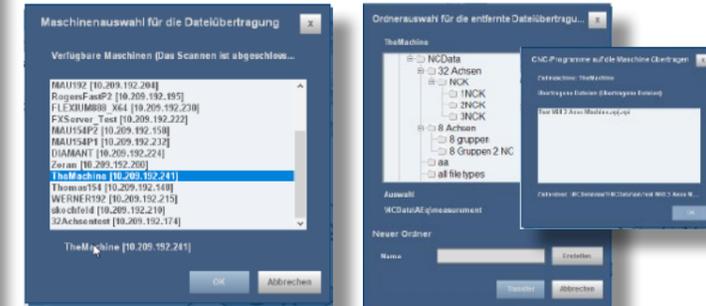
Der grosse Anwendernutzen von Flexium Office besteht darin, dass Bearbeitungsabläufe im Vorfeld im Büro definiert und getestet werden können, wenn das CNC-Bearbeitungsprogramm lokal für die Simulation generiert wird. Die Produktionsmaschinen sind dadurch für die Echtteilbearbeitung frei, was die Maschineneffizienz deutlich erhöht.

### Flexium Office kommuniziert mit dem Zielsystem

Um mit dem Zielsystem, in der Regel mit den Industrie-PCs von NUM, zu kommunizieren, verwenden Sie die Funktionstaste "Projekt auf Maschine übertragen" oder "CNC-Programm auf Maschine übertragen". Das Projekt/CNC-Programm kann direkt über Netzwerk/TCPIP auf die ausgewählte Maschine in der Produktionsanlage übertragen werden. Der Vorteil der Übertragung des Projekts auf die Zielmaschine besteht darin, dass der Bearbeitungsablauf bei Bedarf direkt an der Maschine geändert werden kann.



Es werden Dialoge zur Auswahl der Zielmaschine und des Speicherplatzes für Projekt (xpj) und CNC-Dateien (xpi) angeboten.



Wenn ein Projekt auf die Maschine / das Zielsystem übertragen wird, muss die gleiche Flexium CAM HMI-Technologie installiert werden, um das Projekt zu laden, zu überprüfen und zu optimieren, bevor das generierte Teileprogramm zur Teilbearbeitung an das NCK übertragen wird.

Um die generierten CNC-Bearbeitungsprogramme zur Ausführung in die NCK zu laden, reicht das Standard Flexium HMI aus.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Flexium Office zusammen mit den genannten Technologie-HMIs dazu beitragen kann, den Maschinenbauern jahrelange Entwicklungszeit zu ersparen und die Zeit für die Endanwender, zum fertigen Werkstück zu kommen, zu verkürzen. Ein grosser Schritt nach vorne, wie der NUM-Vertrieb und seine OEMs erkannt haben.

# HMI-Verbesserungen



## HMI-Verbesserungen

Die Benutzer- und Bedienfreundlichkeit des Flexium<sup>+</sup>-Systems von NUM wird nun durch die Freigabe der Softwareversion 4.1.20.00 noch weiter verbessert. Einige dieser Verbesserungen sind:

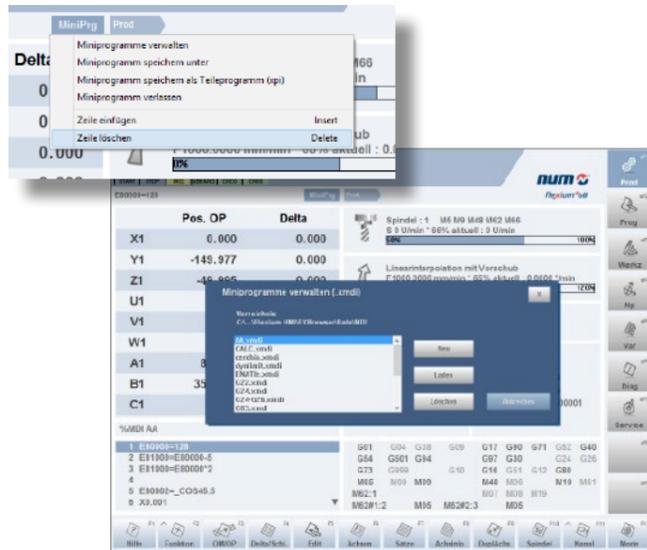
### Mehrzeiliger MDI (Manual Data Input)

Das Flexium<sup>+</sup> HMI (Human Machine Interface) bietet nun eine neue zusätzliche MDI-Betriebsart namens MiniPrg, die den beliebten NUM-MDI-Modus um die Verwendung mehrerer „Mini-Programme“ erweitert.

Auf diese Weise kann der Benutzer in der MDI-Betriebsart verschiedene, vordefinierte Miniprogramme speichern/laden. So können beispielsweise mehrere Sequenzen von NUM G-Code Befehlen gespeichert, abgerufen und bei Bedarf überarbeitet werden.

Für die Bedienung dieser Miniprogramme wurde dem HMI eine neue Schaltfläche hinzugefügt. So ist es nun immer möglich, eine Befehlszeile zu ändern oder eine neue Zeile auszuwählen. Dies geschieht in einem kleinen Editor, der sich auf der linken Seite der Produktionsschaltfläche befindet, ganz einfach mit den Pfeiltasten oder der Maus. Der Benutzer kann eine bestimmte ausgewählte Zeile durch Drücken von NC Start ausführen oder den Befehl, den er nicht mehr benötigt, erneut eingeben.

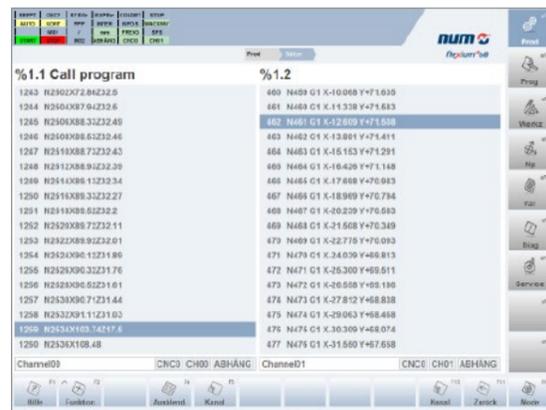
Natürlich ist der MDI-Standardmodus immer verfügbar und der Anwender kann die bevorzugte Arbeitsweise wählen.



### ISO-Viewer

Eine der grossen Stärken des Flexium<sup>+</sup>-Systems ist die Mehrkanalfähigkeit. D.h. eine von einer NUM-CNC gesteuerte Maschine kann mehr als ein Werkstückprogramm gleichzeitig ausführen (Mehrkanal); jeder Kanal wird durch ein eigenes Werkstückprogramm programmiert und kann mit den anderen Kanälen / Werkstückprogrammen synchronisiert werden.

Die neue ISO-Blockanzeige kann dem Benutzer helfen, den Ablauf der Bearbeitungsprogramme in mehreren Kanälen gleichzeitig zu verfolgen. Die Bedienseite zeigt zwei Kanäle gleichzeitig an. Die Kanalwahl erfolgt über einfache und intuitive, horizontale Softkey-Tasten.



### Weitere Sprachen

Das Flexium<sup>+</sup> HMI ist eine mehrsprachige Mensch-Maschine-Schnittstelle, die eine komfortable Benutzerführung bietet. In der neuesten Version 4.1.20.00 der Software hat NUM Dänisch als Sprachoption hinzugefügt.

Der Benutzer kann jetzt eine von fünfzehn verschiedenen Sprachen auswählen:

1. FRANZÖSISCH
2. ENGLISCH
3. DEUTSCH
4. ITALIENISCH
5. CHINESISCH
6. PORTUGIESISCH
7. SPANISCH
8. TSCHECHISCH
9. POLNISCH
10. RUSSISCH
11. TÜRKISCH
12. UNGARISCH
13. RUMÄNISCH
14. MANDARIN-CHINESISCH
15. DÄNISCH

### Allgemeine Einstellungen



### Oszilloskop

Zur Verbesserung der Diagnosefähigkeiten wurden in der neuesten Flexium<sup>+</sup> Software, Version 4.1.20.00, drei verschiedene Oszilloskop-typen in den Diagnosekontext integriert:

#### • Online / Offline NCK-Zeitbereichsanzeige

Bis zu neun Kurven können gleichzeitig aus 289 verschiedenen Arten von E-Parametern aufgezeichnet werden. Mit den E-Parametern greift das Bearbeitungsprogramm auf Informationen im SPS- oder CNC-Speicher zu. So können z.B. die Positionen der Achsen, die aktuelle Satznummer, das Ergebnis von mathematischen Formeln sowie die Version der NCK-Software ausgelesen werden. Das Oszilloskop unterstützt die OEMs im Verständnis von unerwartetem Maschinenverhalten oder einem Problem mit der Werkstückoberflächenqualität. Der Vorteil dieses Diagnosewerkzeugs besteht darin, dass die gelesenen Werte mit den NCK-Aufgaben synchronisiert werden. Aufgezeichnete Ereignisse werden dann in einer zeitlichen Abfolge grafisch dargestellt, was die Analyse für den Techniker erleichtert.

Im folgenden Beispiel werden für die Y-Achse die Position (grün), Geschwindigkeit (rot) und Schleppfehler (blau) angezeigt; mit dieser Art von Grafik kann eine allfällige Geschwindigkeitsdiskontinuität grafisch analysiert werden.



#### • Online / Offline NCK 2D-Anzeige - Profil- und Vorschubanalyzer (XY-Bereich)

Die 2D-Anzeige ist so konzipiert, dass es den Weg und den Vorschub von zwei Achsen ausliest und grafisch darstellt: Für die ausgewählten Achsen speichert das System die nominalen / theoretischen Positionen und die Positionen der realen Achsen ab. Eine effiziente und schnelle Analyse der Verschiebung zwischen Ist- und Sollposition kann vom Bediener direkt an der Maschine auf einfache Art und Weise durchgeführt werden. Es werden zusätzliche Informationen, wie die Satznummer und oben im Diagramm der Bahnvorschub in mm/min, angezeigt. Der Benutzer kann das dynamische Verhalten der Maschinenachsen, das mechanische Umkehrspiel und einige andere interessante Leistungsaspekte überprüfen, und damit ein allfälliges Problem effizienter beseitigen.

Das folgende Beispiel zeigt in der 2D-Anzeige den Fehler zwischen dem theoretischen (grün) und dem realen (blau) Verfahrensweg, die Satznummer, die Nummer der Bearbeitungsprogrammzeile und den Bahnvorschub (kleines Diagramm oben).



#### • Offline Antriebs-Testpunkte-Anzeige im Zeitbereich

Die Antriebs-Testpunkt-Anzeige ist in der Lage, gleichzeitig zwei Kurven anzuzeigen. Auf einer Einstellungsseite kann der Bediener die für ihn gerade interessanten Werte, den Trigger und die Abtastzeit auswählen. Mehr als 180 verschiedene Messpunkte können im Oszilloskop verfolgt werden. Zum Beispiel: Motordrehzahl, Strom-Sollwert, Drehmoment, Sollwertfreigabe, Informationen von SAMX usw.

NCK- und Antriebsoszilloskop unterscheiden sich in der kleinst möglichen Abtastrate. Das Antriebsoszilloskop kann eine Abtastrate von bis zu 10 kHz erreichen.

Im folgenden Beispiel sehen wir die mechanische Motordrehzahl (grün) und den Motorstrom (blau).



Für alle Oszilloskoptypen stehen Funktionen wie Zoomen/Verschieben/Skalieren über Maustasten oder horizontale Tasten zur Verfügung. Um Messungen noch einfacher zu gestalten, können Cursor aktiviert werden.

Weitere leistungsstarke Funktionen, die Anwendern helfen, das dynamische Verhalten von Maschinen zu überprüfen, sind:

- Speichern und Laden von Konfigurationen und Kurven
- Kurven als Bild speichern (png oder vector svg)
- Kurven vergleichen

# Online-Kollisionsüberwachung mit Flexium 3D

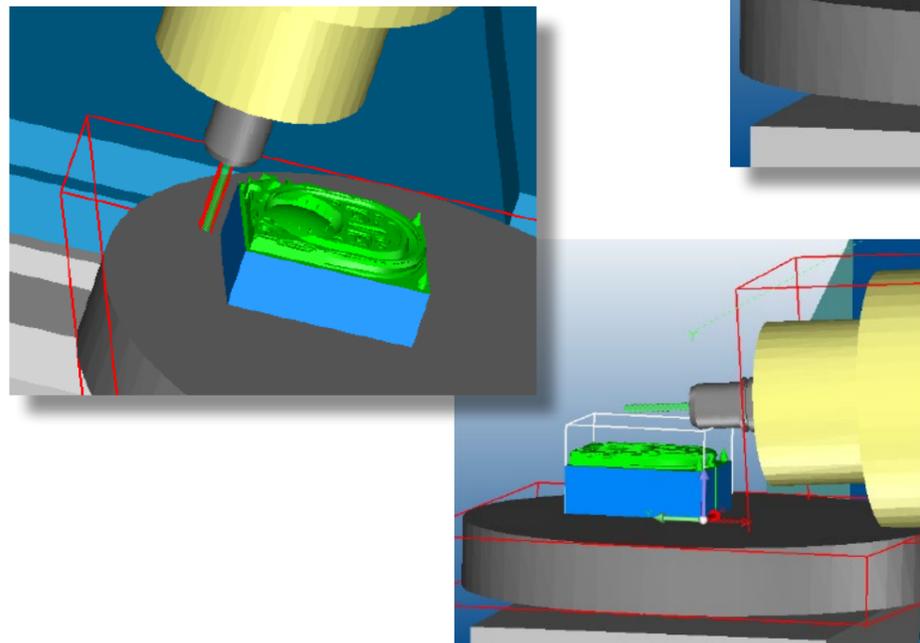


## Offline-Kollisionsüberwachungsverhalten

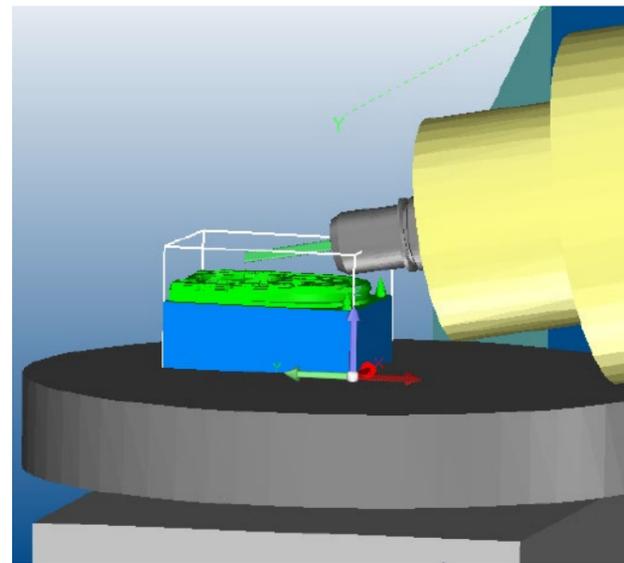
Seit der Einführung von Flexium 3D vor mehr als 10 Jahren ist die Offline-Kollisionsüberwachung ein fester Bestandteil der Simulationssoftware von NUM. Bevor die Teileprogramme an die NCK der Zielmaschine übertragen werden, werden diese, ausgehend vom Hauptprogramm der Anwendung, mit der gleichen Werkzeugliste, der gleichen Korrekturtabelle, der gleichen kinematischen Beschreibung und den gleichen Transformationseigenschaften wie es die Zielmaschine aufweist, auf mögliche Kollisionen geprüft. Nur im Falle einer kollisionsfreien Analyse werden die Teileprogramme dann auch an die NCK übertragen.

Ein grosser Vorteil von NUMs Kollisionsüberwachung – und hervorzuhebender Unterschied zu Konkurrenzprodukten – ist die Berücksichtigung der aktuellen Rohteilabmessungen unter Berücksichtigung des bereits entfernten Materials während der Kollisionsberechnung. Flexium 3D berücksichtigt weit mehr als nur die Werkzeugbahn. Vielmehr werden bei der Kollisionsberechnung die Werkzeugabmessungen und -ausrichtung sowie der Werkzeughalter und alle anderen Maschinenkomponenten gleichzeitig mitberücksichtigt.

Die Visualisierung von Kollisionen in Flexium 3D, in Form von rot markierten Komponenten, ist in den folgenden Beispielen dargestellt:



Die Kollisionsüberwachung spricht nicht an, wenn sich der Werkzeughalter oder andere Spindel/Maschinenkomponenten in dem Bereich des bereits abgetragenen Materials bewegen. Die weisse Box zeigt das ursprüngliche Rohteil. Der Werkzeughalter (grauer Zylinder) befindet sich im Inneren des bereits abgetragenen Materials, was richtigerweise zu keiner Kollision führt.



# Weiterentwicklung der Online-Kollisionsüberwachung mit Flexium 3D

## Warum ist eine Online-Kollisionsüberwachung im Handbetrieb erforderlich?

Mit zunehmender Komplexität der Bearbeitungsprozesse steigt das Risiko von Kollisionen zwischen Werkzeug, Werkstück und Maschinenkomponenten. Kollisionen bedeuten kostspielige Ausfallzeiten und verursachen teure Schäden am Werkstück, an den Spindeln und manchmal sogar an der gesamten Maschine.

Flexium 3D-Funktionen bieten zusammen mit den NCK-Softwareerweiterungen neue Möglichkeiten, welche die Überwachung und Vermeidung von Kollisionen bei dem Bewegen der Achsen via Handrad/Handtasten oder im Suchmodus (Fortsetzung des Teileprogramms) und in der Inbetriebnahmephase ermöglichen. Bei der 5-Achs-Bearbeitung mit komplexer Rohteilform können manuelle Bewegungen sehr kritisch sein. Hier erhöht die Online-Kollisionsüberwachung die Sicherheit und vereinfacht das Handling!

Das Flexium<sup>+</sup>-System von NUM ist eine leistungsstarke CNC-Steuerung für alle möglichen Anwendungen wie zum Beispiel für Fräsen, Drehen, Schleifen oder auch Wasserstrahlschneiden und Zahnradfertigung. In Verbindung mit Verbesserungen der Online-Kollisionsvermeidungssoftware ermöglicht es die Echtzeitüberwachung und Kollisionserkennung in kritischen, manuellen Modi. Im AUTO-Modus sollten nur kollisionsfrei getestete Teileprogramme ausgeführt werden. Eine zwingende Voraussetzung ist natürlich, dass die kinematische Beschreibung alle relevanten Maschinenkomponenten enthält, die für die Kollisionsprüfung kritisch sind.

Sicherheitsabstände für verschiedene Maschinenkomponenten können in der Flexium 3D-Konfiguration eingestellt werden.



Befindet sich Flexium 3D im Online-Modus (d.h. mit der NCK verbunden) und ist die Kollisionsüberwachung aktiviert, übernimmt Flexium 3D die realen Achspositionen der Maschine und berechnet zusammen mit den detaillierten Maschinenkinematikdaten die physikalische Lage der Servoachsen. Dabei werden die zulässigen Bereiche für Einzel- und Mehrachs-bewegungen (auch bei RTCP und/oder Schrägen-Transformation) berechnet. Diese berücksichtigen auch die Werkstückposition mit Materialabtrag und den Werkzeugabmessungen sowie Maschinenkomponenten wie Halter, Spannbacken und andere Vorrichtungen.

Die NCK arbeitet mit diesen zulässigen Bereichen während manuellen Achsenbewegungen und steuert deren Vorausschau- und Rampenalgorithmus so, dass die Grenzen nie überschritten werden. Wenn sich eine Achse an einer Kollisionsgrenze befindet und die nächste Bewegung eine Kollision verursachen würde, wird die Achsenbewegung oder der Bearbeitungsprozess blockiert und eine Warnung für den Bediener angezeigt:

CNC	
CNCWR	All channels 88: Collision detected Axis X Channel 0 Axis travel limit reached with Jog -
PLC	

# Mit viel Leidenschaft, Professionalität und Innovationsgeist im Markt etabliert



Sonderwerkzeuge nach spezifischen Kundenanforderungen zu entwickeln und zu fertigen, ist die Spezialität der Firma WAWO mit Sitz in Oberriet (Schweiz). 1987 als reiner Nachschärfbetrieb gegründet, wurde ab der Jahrtausendwende der Fokus auf die Herstellung von Sonderwerkzeugen in VHM gesetzt und das Nachschärfen auf die eigenen Produkte konzentriert. Das grosse Potential und die zunehmende Komplexität dieser Werkzeuge wurden schnell erkannt; mit NUM und der Software NUMROTO fand man den zuverlässigen Partner, um auch die anspruchsvollsten Werkzeuge Realität werden zu lassen. Dass beide Firmen nur eine gute halbe Stunde voneinander entfernt liegen, unterstützt eine WAWO-Firmendevisse zusätzlich: „kurze, klare Kommunikation“ ist nämlich Trumpf.

Die Zusammenarbeit von WAWO und NUM begann vor etwas über einem Jahrzehnt. Heute setzt WAWO auf mehreren Maschinen von verschiedenen, namhaften Herstellern ausschliesslich die Software von NUMROTO ein, um Werkzeuge aller Art herzustellen. Der Fokus liegt dabei klar auf den eingangs erwähnten Hartmetall-Sonderwerkzeugen, welche typischerweise in Kleinserien gefertigt und zum Fräsen, Bohren, Drehen, Reiben, Gewindeschneiden etc. eingesetzt werden. Für einzelne Kunden werden jedoch auch Grosseerienaufträge im 24/7-Betrieb ausgeführt.

WAWO ist deshalb in zwei Sparten gegliedert. Die Kunden der WAWO Werkzeuge GmbH, bei welcher HM-Sonderwerkzeuge gefertigt werden, stammen vorwiegend aus dem Werkzeug- und Maschinenbau, der Automobilindustrie sowie der Medizin- und Vakuumtechnik. Aber auch in der Uhrenindustrie werden Sonderwerkzeuge aus Oberriet eingesetzt. Im europäischen Automobilsektor werden viele Teile aus den Bereichen Lenkung, Gurtstraffung (sowie weiterer Sicherheitskomponenten), Powertrain und Bremsen mit Werkzeugen von WAWO bearbeitet. Sehr prestigeträchtig sind Stosswerkzeuge, welche WAWO für Getriebe im Rennsport schleift. In der Medizin finden die Werkzeuge Einsatz bei der Herstellung von Schrauben und Platten sowie Implantaten für den Gelenkersatz.

Die WAWO Produktion GmbH beliefert Kunden, die Mittel- bis Grosseerien von Spezialwerkzeugen benötigen und diese z.B. zur Produktion von High-End-Möbeln, Auto-Interieur- oder Modeartikeln anwenden. Auch diese werden ausschliesslich auf Maschinen mit NUM-Steuerungen und NUMROTO-Software gefertigt.

Sehr beeindruckend ist die ausserordentlich hohe Bestellquote der von WAWO erstellten Angebote. Ein wesentlicher Grund für diesen hohen Wert ist die Art und Weise, wie NUMROTO ins Angebotswesen vollständig integriert wurde. Gemäss Adrian Thurnherr, dem

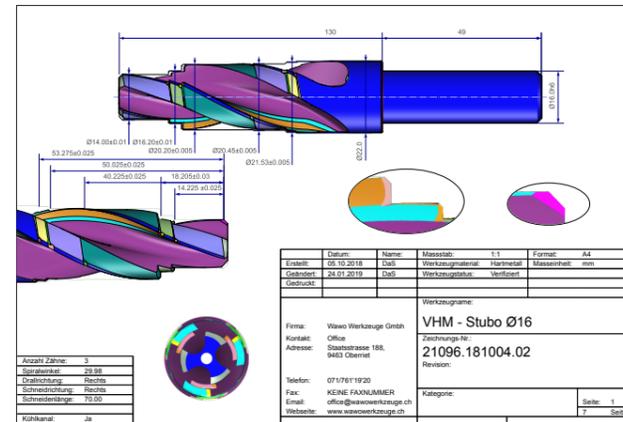
Geschäftsführer der WAWO Werkzeuge GmbH, werden die Terminvorgaben für Angebote und die Realisierung stetig kürzer. Um dieser Entwicklung Rechnung zu tragen, erstellt WAWO bereits in der Angebotsphase ein fertiges NUMROTO-Programm und gleichzeitig eine vollständige Werkzeug-Zeichnung mit NUMROTO Draw. So erhält ein Kunde nach einer Anfrage sein Angebot komplett fertig dokumentiert und mit genauer Kalkulation des Preises zugestellt. Was initial nach Mehraufwand klingt, spart in der nachfolgenden Herstellung massiv Zeit. Gibt der Kunde nämlich sein „OK“, kann WAWO umgehend mit der Produktion beginnen. Dazu Adrian Thurnherr: „Die Effizienz kann durch eine klare Kommunikation im Vorfeld für beide Seiten optimal gesteigert werden. NUMROTO Draw hilft uns schon in der Angebotsphase, die Machbarkeit zu überprüfen und mögliche Probleme frühzeitig zu erkennen. So kommt es später zu keinen bösen Überraschungen und der Kunde kriegt exakt was er benötigt – Termintreue inklusive.“

Doch WAWO bietet noch mehr: das kleine, engagierte Team im St. Galler Rheintal besitzt viel Know-how und wagt sich auch an sehr herausfordernde Projekte ran. Oft gibt der Kunde nur ein Endprodukt vor. WAWO analysiert dieses u.a. in Hinblick auf Geometrie, Werkstoff und Zerspanungstechnologie. Im Anschluss wird das erforderliche Werkzeug mit einem wachen Auge für Geometrie-Details, wie z.B. Spanleitstufen oder Schutzfasen, entworfen und genauestens dokumentiert. Die Entwicklung und Produktion von Sonderwerkzeugen erfolgt somit komplett in Eigenregie als Dienstleistung für den Endkunden.

Gründe für den ausschliesslichen Einsatz von NUMROTO sind gemäss Adrian Thurnherr die Flexibilität des Systems und die umfangreichen Funktionen. „NUMROTO bietet Firmen die breite Basis, ihrer eigenen Kreativität freien Lauf zu lassen. Wir stehen jeden Tag vor neuen Aufgaben; NUMROTO ist hierbei ein optimales Arbeitsmittel



Typische VHM-Sonderwerkzeuge von WAWO.



Umfangreiche Werkzeugdokumentation mit NUMROTO Draw, wie sie bereits in der Angebotsphase erstellt wird.

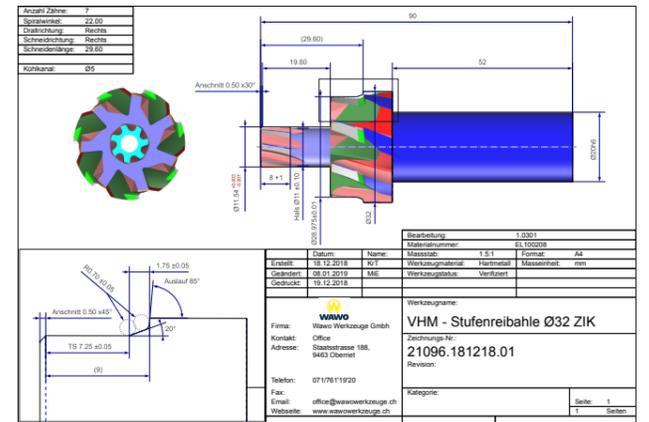
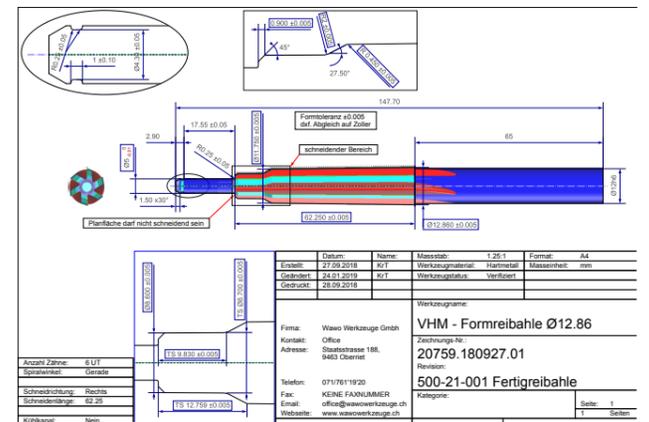
und hat uns innerhalb der geometrischen Möglichkeiten noch nie vor unlösbare Probleme gestellt.“ Daniel Schilling, Anwendungstechniker bei WAWO Werkzeuge GmbH, ergänzt: „Ich mag den logischen, nachvollziehbaren Aufbau. NUMROTO ist ein zuverlässiges Arbeitsmittel, das alles Machbare ermöglicht. Wenn jemand NUMROTO genau kennt, bringt er jedes Werkzeug zustande. Kennt und schätzt man NUMROTO erst einmal, möchte man dabei bleiben.“

WAWO geht mit NUMROTO bis ins Detail. Während bspw. Spanleitstufen an gesinterten Wendeleisten hinlänglich bekannt sind, ging WAWO 2018 einen Schritt weiter und entwickelte u.a. geschliffene Spanleitstufen auf Formwendeleisten, Drehstählen und Stufenbohrern, was so bisher nur wenig bekannt war. Auch hier zeigen sich die Innovation und Kreativität von WAWO, unterstützt durch NUMROTO.

Dass WAWO mit viel Leidenschaft ans Werk geht, zeigt auch die Entwicklung einer speziellen Logistikbox für den Transport und die Lagerung von Werkzeugen. Diese werden so nicht nur vor Beschädigung geschützt, sondern können zusätzlich optimal gelagert werden. „Werkzeuge sind ein hochwertiges Gut“, fügt Adrian Thurnherr hinzu. Es wurde so eine weitere, kreative Lösung für den Einsatz und den Umgang mit den Erzeugnissen gefunden, was zu Detail- und Prozessoptimierungen führt, auf die es im Alltag ankommt.



Von rechts nach links: Herr Adrian Thurnherr, Geschäftsführer der WAWO Werkzeuge GmbH, Herr Daniel Schilling, Anwendungstechniker bei WAWO Werkzeuge GmbH, Herr Jörg Federer, Leiter Anwendungstechnik NUMROTO bei NUM AG.



## Kosteneffektive Thermoformteile mit hochpräzisem CNC-Fräsen nachbearbeiten



Die Anfänge der in Herford (Nordrhein-Westfalen, Deutschland) beheimateten Singleplast Wilfred Single GmbH reichen bis in die 1920er Jahre zurück. Der Grossvater der beiden heutigen Geschäftsführer gründete damals einen Bedarfsgrosshandel für die Möbelindustrie – diese war zu jener Zeit in und um Herford mit vielen Unternehmen sehr stark vertreten. Ende der 1940er Jahre kam sein Sohn Wilfred Single dazu. 1961 begann das Unternehmen dann mit der Kunststoffverarbeitung, wofür es heute international bekannt ist. Mit dem klassischen Tiefziehen („Thermoformen“), Singleplasts ausgewiesener Stärke, wurden und werden kleine bis mittlere Stückzahlen in Lohnfertigung hergestellt. Seit 1994 wird zusätzlich die Spritzgussfertigung angeboten, um die Nachfrage von Teilen in grosser Stückzahl im Kunststoffbereich befriedigen zu können.

Vereinfacht gesagt: beim Verfahren des Thermoformens werden – hier jeweils in Plattenform – Standard-Thermoplaste wie PS, ABS, PP und PE, aber auch technische Thermoplaste wie z.B. PC, POM und PA, unter Wärmeeinwirkung von oben und unten sowie mit Hilfe von Druckluft oder einem Vakuum umgeformt. Grundsätzlich können aber sämtliche Thermoplaste genutzt werden, mit Ausnahme von PVC; beim Tiefziehen würde hierbei giftige Salzsäure entstehen und freigesetzt werden.

Die durch das Tiefziehen entstandenen Kunststoffprodukte werden anschliessend an den CNC-Bearbeitungszentren weiterverarbeitet und die Endkontur gefräst. Die zumeist noch scharfkantigen Teile werden dann in der Regel manuell entgratet. Die meisten Prozesse – vom Thermoformen bis hin zum Fräsen – gehen natürlich automatisch vonstatten. Aber: „Auf Grund teilweise sehr komplexer Geometrien und dem damit verbundenen, hohen Programmieraufwand rentiert sich das manuelle Entgraten weitaus mehr“, so Herr Andreas Single, einer der beiden Geschäftsführer von Singleplast. „Auch wir verfolgen natürlich alle Themen rund um die Automatisierung und ‚Industrie 4.0‘ mit grossem Interesse, zudem investieren wir fortlaufend in unseren Maschinenpark. Im Endeffekt muss sich ein Investment aber auch rentieren“, so Herr Single weiter.

Bei der CNC-Bearbeitung kommen bei Singleplast fast nur Maschinen in Portal- oder Rundtischbauweise der HG GRIMME SysTech



CNC-Portalfräsmaschine HG Grimme PSF.

Blick auf das Firmengelände von Singleplast in Herford.

GmbH (Wiedergeltingen, Deutschland) zum Einsatz, ausgestattet ausschliesslich mit Antrieben und Steuerungen von NUM. Der Umfang des Maschinenparks hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Alleine 2018 wurden vier neue Maschinen angeschafft oder durch neuere, leistungsfähigere Modelle ersetzt, womit nun über 20 HG GRIMME CNC-Fräsmaschinen im Einsatz stehen. Im Frühjahr 2019 folgte ein weiteres Bearbeitungszentrum. Damit



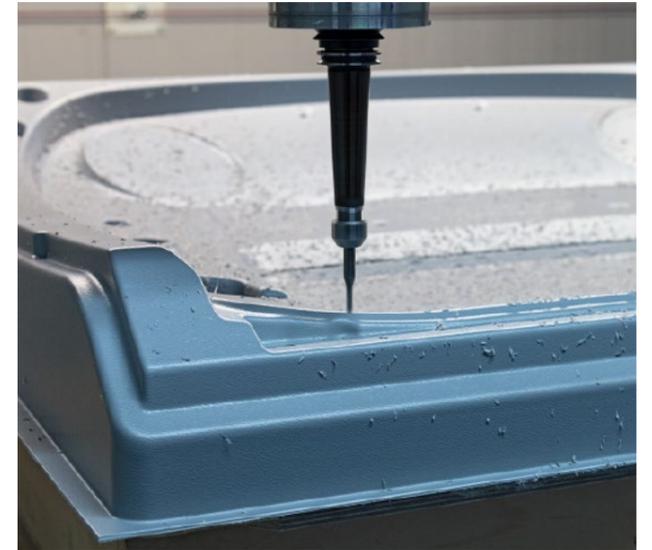
Abgesetztes Bedienpanel FS122 mit Maschinenbedienfeld MPO4, des NUM Flexium+ Systems.

wird sichergestellt, die zunehmenden Produktionsaufträge auch in Zukunft fristgerecht ausführen und beim Kunden abliefern zu können. NUM-Produkte finden dabei seit den frühen 90er Jahren Einsatz bei Singleplast. Nebst aktuellen Steuerungssystemen der Flexium+ Reihe mit Quad-Core Industrie-PCs, Windows 10 als Betriebssystem und abgesetztem Bedienfeld stehen aber auch ältere CNC-Steuerungen von NUM im täglichen Einsatz, wie beispielsweise analoge Steuerungen aus der 1000er Baureihe. Herr Single ergänzt: „Mit den Steuerungen kommen wir seit Anbeginn problemlos zurecht.“

Heute beschäftigt Singleplast rund 150 Personen am Stammsitz in Herford und beliefert verschiedene Industriezweige, so unter anderem den Bereich Kabinenbau von Flurförderfahrzeugen, Werkstückträger und innerbetriebliche Transportsysteme, die Automatenindustrie, die Heizungs- und Sanitärindustrie sowie auch Hersteller von Pflegebetten und Liegeflächen im Spitalbereich. Für die Bearbeitung des vielfältigen Teilespektrums hält Singleplast über 4'500 unterschiedliche Werkstückaufnahmen bereit. Im eigenen Hochregallager können fertig bearbeitete Teile für den Kunden vor der Auslieferung auch zwischengelagert werden. Um den Qualitätsansprüchen seiner Kunden zu genügen hat sich Singleplast darüber hinaus ISO 9001n zertifiziert.

Des Weiteren setzt Singleplast stark auf Nachhaltigkeit, Recycling und ressourcenschonenden Einsatz von Materialien. Um den Eigenbedarf an Stromenergie zu decken und den CO<sub>2</sub>-Ausstoss zu reduzieren, nutzt Singleplast eine grosse, eigne Photovoltaikanlage mit 1'270 Modulen. Überschüssige Energie wird dabei ins Netz eingespeist. Gleichermassen praktiziert es NUM übrigens auch an seinem Hauptsitz in Teufen und dem Produktionswerk in Italien.

Die erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen Maschinenbauer, in diesem Fall die HG GRIMME SysTech GmbH, und NUM als spezialisiertem Zulieferer, spiegelt sich im Beispiel des Endanwenders Singleplast wieder: als zufriedener Kunde finden die Maschinen seit Jahrzehnten Einsatz und stellen ihre Performance Tag für Tag unter Beweis.



Detailansicht: ein Fräser bearbeitet ein Kunststofferteil für einen Bagger.



V.l.n.r.: Herr Andreas Single, Geschäftsführer der Singleplast Wilfred Single GmbH, Herr Bernhard Simon, Verkaufsingenieur von NUM Deutschland.

# Partnerschaft für „Design to Cost“



Créateur de machines-outils



Der Michelin-Mann ist eine der bekanntesten Ikonen der Welt. Überall dort, wo Reifen zu finden sind, wird die Mehrheit der Menschen wissen, wie man Michelin und die Qualität seiner Produkte mit der „Bibendum“ genannten Figur in Verbindung bringt. Andererseits ist die Tatsache, dass Michelin seit mehreren Jahrzehnten auf NUM vertraut, weit weniger bekannt.

Qualität spiegelt sich in den Details wider, und Michelin weiss das, denn das Unternehmen zeigt die gleiche Sorgfalt für die Qualität des Gummis und der Strukturen wie für die Feinheit der vielen Daten, die auf der Seitenwand der Reifen sichtbar sind. Das geht so weit, dass es sich bei einigen Reifen wie eine „samtige Oberfläche“ anfühlt.

Die Reifen werden in einer Form gebacken. Diese besteht aus mehreren Elementen für die Lauffläche und zwei torisch anmutenden Flanken für die Seitenwände. In diesem Artikel interessieren wir uns nun im Speziellen für die Gravur eben dieser Seitenwände.

Auch wenn die Werkzeuge nur wenige Millimeter im Durchmesser haben, erfordert die Qualität der Gravur und des bearbeiteten Materials ein exaktes Design, hohe Steifigkeit und effiziente Kontrolle. Die erste Maschine in reinem Michelin-Design wurde bereits mit einer CNC-Steuerung NUM1060 gesteuert. Im Laufe der Jahre wurden verschiedene Verbesserungen vorgenommen. Für die aktuelle Version (CN5S) hat Michelin das Design in Zusammenarbeit mit der Firma RGI France aus St. Céré im „Mecanic Valley“ überarbeitet. Das zu 100% in französischem Besitz befindliche Unternehmen produziert sowohl Standardmaschinen als auch Maschinen, die an die spezifischen Bedürfnisse seiner Kunden angepasst sind.

RGI France tritt die Nachfolge von RGI an, die bereits eine lange und fruchtbare Zusammenarbeit

mit Michelin, bei der Nachrüstung oder Lieferung von Maschinen, zur Herstellung von Elektroden oder Formen für Winterreifen, eingegangen war. Die gesamte Entwicklung wurde mit der „Design to Cost“ Methode durchgeführt, was es ermöglichte, die Kosten zu optimieren und gleichzeitig die Leistung weiter zu steigern. Auch NUM war in diesen Prozess involviert und das System erwies sich schnell als die richtige Lösung, um den gesamten Prozess zu führen. Diese Entwicklung beinhaltete auch den Vergleich mit einer Standardmaschine. Es stellte sich rasch heraus, dass die gewählte Lösung die effizienteste war.

Die fünf Achsen der Maschine, die bis zu 5 m/s<sup>2</sup> beschleunigen können, werden von vier Servomotoren und einem Torquemotor angetrieben, die alle von NUMDrive X-Antrieben mit SAMX-Sicherheitsmodulen angesteuert werden; eine Elektrospindel mit 40'000 U/min vervollständigt das System. Neben der Sicherheit, die sie bieten, werden diese SAMX-Module in Kombination mit der NUMSafe-Funktionalität die Produktionsleistung weiter verbessern, da es beispielsweise möglich sein wird, Operationen bei geöffneter Maschinentüre durchzuführen, ohne die Stromversorgung abschalten zu müssen. Die SPS läuft auf dem Box PC. Auf einem zweiten PC der Maschine läuft die Michelin-eigene Bearbeitungs- und Überwachungssoftware. Ein 22“-Hochformatbildschirm zeigt neben dem Michelin eigenen HMI gleichzeitig das HMI von NUM mit speziell für RGI France definierten Seiten.

Die Wahl von NUM als Lieferant für die Automatisierung dieser Maschine war naheliegend. Es sei darauf hingewiesen, dass mehr als zwanzig identische Maschinen von den USA bis Thailand existieren. Die Zuverlässigkeit der Systeme und die Qualität des Supports haben immer zu überzeugen gewusst; ausserdem, wie Herr Boët, Projektleiter Prototypen bei Michelin, betonte, „wird die Benutzerfreundlichkeit ebenso geschätzt wie die Kompatibilität der Teileprogramme zwischen aufeinanderfolgenden Versionen“.

Das ist natürlich nicht der einzige Grund für diese Partnerschaft mit NUM. Sowohl RGI France als auch Michelin schätzen die Nähe und Qualität der Beziehungen, die es ermöglichen, die Funktionen von



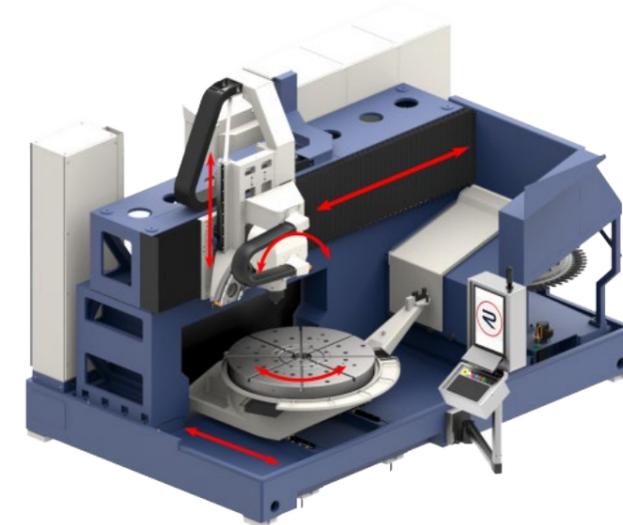
Samteffekt auf einem Reifen.



Von links nach rechts: Jérôme Ricordeau, Business Engineer bei RGI France; Krzysztof Fokow, Wartungstechniker bei Michelin; Nicolas Boët, Projektmanager bei Michelin; Gilles Gouraud, Vertriebsingenieur von NUM Frankreich.

Flexium+ optimal zu nutzen. Herr Lachat, Direktor von RGI France, sagte bei dieser Gelegenheit, dass er noch nie auf eine Herausforderung gestossen sei, welche die verschiedenen NUM-Systeme nicht lösen konnten. „Die neueste Entwicklung des Flexium+-Systems hat es ermöglicht, eine fortschrittliche Schmierungsfunktion zu implementieren, welche die Umweltbelastung reduziert und gleichzeitig die Lebensdauer von Führungen und Lagern verbessert. Wir stellen auch die Qualität der Antriebe und eine ausgezeichnete Unterstützung von NUM bei der Optimierung der Leistung und der Beseitigung unerwünschter Resonanzen fest, was ein weiterer Punkt für eine höhere Produktivität ist.“ Um diese Leistung während der gesamten Lebensdauer der Maschine aufrechtzuerhalten, wird eine Leistungsüberwachungsfunktion für deren Lebenszyklus implementiert, die an anderer Stelle in dieser Ausgabe der NUMinformation beschrieben wird, um potenzielle mechanische Probleme zu erkennen, bevor sie sich negativ auswirken.

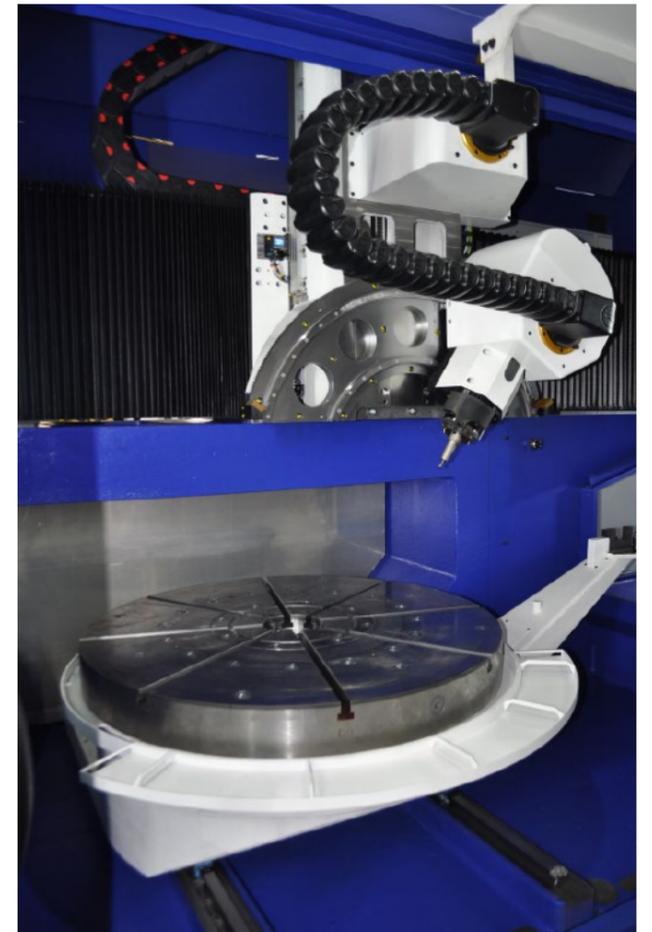
Dieses Beispiel einer Partnerschaft zwischen Kunde, Hersteller und NUM ist nicht aussergewöhnlich. Es entspricht der NUM-Unternehmensphilosophie, jedem die notwendigen Werkzeuge zur Verfügung zu stellen, um seine spezifischen Vorteile voll auszuschöpfen. Zögern Sie nicht, mit Ihren Ansprechpartnern seitens NUM darüber zu sprechen, sie werden Ihnen dabei gerne helfen.



Übersicht der Maschinenachsen.



Maschinenpanel mit zwei gleichzeitigen Applikationsanzeigen.



Nahaufnahme des Gravierkopfes.

# Siebzig Tonnen über dem Kopf



Wir denken nicht immer an die gravierenden Einwirkungen, denen die Räder und Achsen von Schienenfahrzeugen ausgesetzt sind, seien es Züge oder Strassenbahnen. Das Rutschen auf Blättern im Herbst, Notbremsungen, Stöße – all das bleibt im Metall der Achsen in „Erinnerung“. Und doch ist dies die erste Sicherheitskomponente, weshalb diese Elemente einer sehr sorgfältigen Pflege und Wartung unterliegen.

Um diese Wartung zu gewährleisten, hat sich das SNCF-Technikzentrum in Noisy le Sec, nordöstlich von Paris, gerade mit einer neuen Unterflur-Radsatzdrehmaschine von KOLTECH ausgestattet, deren Besonderheit darin besteht, dass sie Strassenbahnachsätze ohne Demontage bearbeiten kann. Mit der Expansion der Städte müssen Strassenbahnen nicht nur das städtische Netz, sondern auch das nahe gelegene Schienennetz nutzen. Es gibt nun Schienenfahrzeuge, die auf beiden Streckentypen fahren können. Sie werden allgemein als Strassenbahnen bezeichnet. Die neue Strassenbahn T4 im Nordosten von Paris ist eine davon.

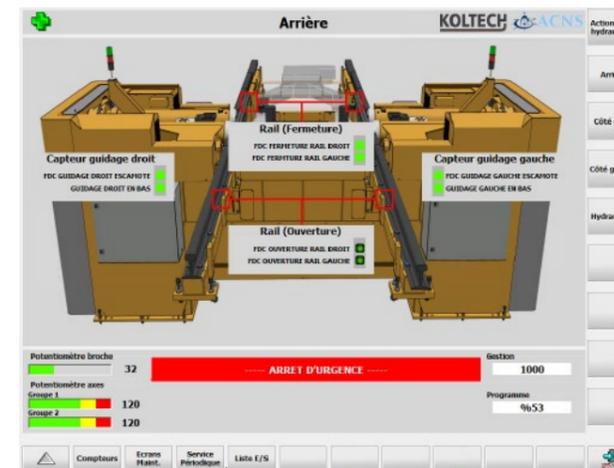


Blick auf den Platz des Bearbeiters, kurz nach der Positionierung der Strassenbahn.

Eine Unterflur-Radsatzdrehmaschine ist eine beeindruckende Maschine. Stellen Sie sich vor, Sie befinden sich in einer tiefen Nische und die siebzig Tonnen einer Strassenbahn oder die vierhundert Tonnen eines TGV (Hochgeschwindigkeitszug) fahren langsam über Sie hinweg und halten nur ein wenig weiter vorne an, um eine Achse über vier Rollen zu positionieren. Dann verschwinden etwas mehr als ein Meter Schienen, wobei dieser Teil des Zuges nur noch von den Rollen gehalten wird, die die Achse in Drehung versetzen, um sie mittels Bearbeitung wieder gebrauchstüchtigen Zustand zu versetzen.

Eine Bearbeitungssequenz beginnt mit der Identifizierung des Achs- und Radprofils, danach misst der Zyklus den Durchmesser jedes Rades und seinen Abstand. Der Bediener kann über Parameter Optimierungen vornehmen und definiert die Bearbeitungsreihenfolge, um das Profil in das gewünschte Toleranzfeld zurückzubringen. Die Herstellung des Profils erfordert ein hohes Mass an Präzision. Die Räder der Schienenfahrzeuge haben ein kleines Axialspiel, ein leicht konisches Profil und einen Flansch auf einer Seite um sie auf der Schiene zu halten. Wenn das Schienenfahrzeug um eine Kurve fährt führt die Neigung des Profils dazu, dass die beiden Räder auf der Starrachse leicht unterschiedliche Durchmesser zur Gleisoberfläche aufweisen und somit die erforderliche Geschwindigkeitsdifferenz ausgleichen können. Diese Konstruktion erlaubt auch eine geringe Toleranz gegenüber dem Raddurchmesserunterschied und damit die Optimierung des Materialabtrags. Ein Bearbeitungsvorgang besteht aus mehreren Phasen, der Bediener kann die Ausführungsreihenfolge wählen, wobei die Software sicher stellt, dass alle Phasen erfolgreich ausgeführt wurden, bevor der Vorgang als abgeschlossen betrachtet werden kann.

Die SNCF vertraut bei ihren Anlagen seit langem auf NUM. Bei den durchgeführten Umbauten definierte das Kompetenzzentrum der SNCF eine Bedienphilosophie und Ergonomie, die perfekt auf diese Art der Bearbeitungen abgestimmt ist. Diese Bedienphilosophie, die ursprünglich für das CNC-System NUM1060 entwickelt wurde, ist auf mehreren Dutzend Maschinen, die in den Wartungswerkstätten verteilt sind, installiert. Sie hat sich natürlich weiterentwickelt, um die gestiegene Leistung des Steuerungssystems ausnutzen zu können, aber das Grundkonzept blieb unverändert.



Betrieb: Hauptstandorte und Status der Sensoren.

Die Maschine, die uns heute interessiert, ist das Ergebnis einer Zusammenarbeit zwischen der SNCF, dem polnischen Hersteller KOLTECH und dem Engineering- und Fertigungsunternehmen ACNS, das KOLTECH seit 2014 auf dem französischen Markt unterstützt. Zu diesem Zweck hat sich ACNS, ein langjähriger NUM-Partner, gemeinsam mit der SNCF für ein Flexium+ 68 CNC-System entschieden. Herr Hendriksen, der Direktor von ACNS, erklärt, warum: "Einer der Vorteile der NUM-Produkte ist ihre Anpassungsfähigkeit und einfache Integration, unsere Ingenieure können die verschiedenen Aspekte schnell beherrschen und der NUM-Support ist jederzeit verfügbar; ausserdem ist die Kompatibilität der Teileprogramme mit früheren Systemen ein grosser Vorteil für unsere Kunden."

Zur Ausstattung gehören vier BPH155-Motoren für die Rechts- und Linksbearbeitungsschlitten, vier AMS132 10kW-Spindelmotoren, die von MDLUX 130A-Antrieben mit STO-X-Funktion (Safe Torque Off) angetrieben werden. Alle Regler werden von einem regenerativen Netzteil versorgt. Vier Messeingänge auf dem EtherCAT-Bus bestimmen Durchmesser und Achsabstand der Räder. Die Sicherheits-SPS NUMSafe überwacht das gesamte System. Die Mensch-Maschinen-Schnittstelle besteht aus einem MP04-Maschinenbedienfeld und einem 15" FS152-Bedienfeld, welches die von SNCF definierte Benutzeroberfläche anzeigt. Diese ergonomische Benutzeroberfläche wurde in C entwickelt und kommuniziert mit der CNC und SPS über den FXServer. Das Standard-HMI von NUM wird nicht benötigt und daher auch nicht angezeigt.

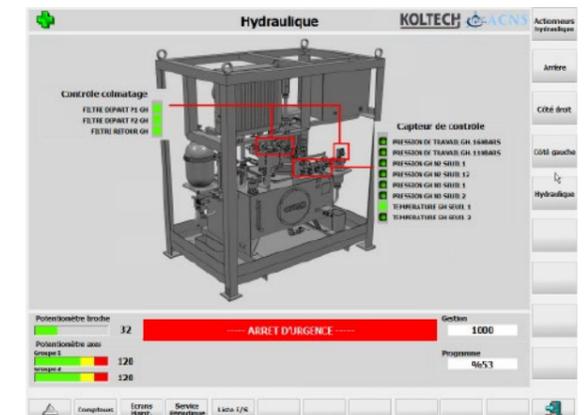
Eine der Schwierigkeiten, die bei dieser Art von Drehmaschinen auftritt, ist das Rotieren der zu bearbeitenden Achse. Da die Achse am Zug montiert bleibt, kann sie nicht geklemmt werden und wird nur von vier Rollen angetrieben. Es ist daher notwendig, die Geschwindigkeiten der beiden Rollen desselben Rades perfekt zu synchronisieren und die Durchmesserdifferenz für die Synchronisation zwischen dem rechten und linken Rad zu berücksichtigen. Dank der Präzision der MDLUX-Digitalantriebe war es nicht notwendig, eine Drehmomentsynchronisation durchzuführen, die zu Schlupf führen könnte. Die Antriebe der rechten Seite erhalten den gleichen Drehzahl Sollwert und die der linken Seite einen Wert proportional zum Durchmesserverhältnis. Diese Lösung ist sehr überzeugend.

Herr Kleiber, der SNCF-Experte für Radsatzdrehmaschinen, der die ersten Umbauten durchführte und die Ergonomie und Arbeitsabläufe dieser Maschinen definierte, erzählt uns: "Ich schätze auch die einfache Integration von NUM-Produkten und dann haben wir immer einen Ansprechpartner für After-Sales-Service oder Entwicklung. Wir sind sehr zufrieden mit dieser Zusammenarbeit und der Leistung der Produkte; die Integration neuer Funktionalitäten ist geplant."

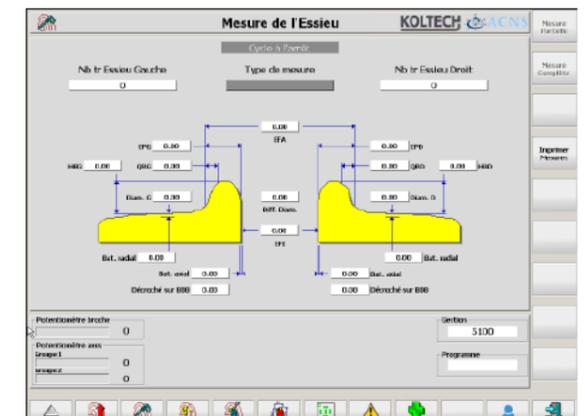
Argumente wie Einfachheit, Leistung und Nähe werden oft als Teil der Vorzüge von NUM erwähnt. Dank ihnen entstehen Partnerschaften, die es Ihnen ermöglichen, Ihre Wettbewerbsvorteile hervorzuheben. Zögern Sie nicht, mit Ihrem Ansprechpartner in Kontakt zu treten, damit auch Sie davon profitieren können.



Wartung: Schmierstellen.



Diagnose-HMI der hydraulischen Wartung.



Ein Beispiel für eine Seite aus der Mensch-Maschinen-Schnittstelle: Achsvermessung.



Unter der Maschine, von links nach rechts: Herr Hendriksen und Herr Duchamp (ACNS), Herr Kleiber (SNCF-Experte), Herr Barsanti (NUM). Hinten: Herr Schaller (SNCF).

## Mit modernem 5-Achs-Stabbearbeitungs- zentrum neue Märkte erobert

# elumatec



Die elumatec AG ist Weltmarktführer bei der Herstellung von Maschinen für die Bearbeitung von Aluminium-, Kunststoff- und Stahlprofilen. Mit einer umfangreichen Produktpalette deckt das Unternehmen das gesamte Anwenderspektrum vom kleinen Handwerksbetrieb bis zum industriellen Profilmacher ab. Massgeschneiderte und modulare Maschinenkonzepte ermöglichen dabei für alle Kundengruppen jederzeit flexible und individuelle Branchenlösungen. Das Unternehmen mit Hauptsitz im schwäbischen Mühlacker (zwischen Karlsruhe und Stuttgart, Deutschland) wurde 1928 gegründet, hat Tochtergesellschaften und Händler in über 50 Ländern und erwirtschaftete 2018 mit weltweit mehr als 700 Mitarbeitern einen Konzernumsatz von über 130 Mio. Euro.

Einen Namen gemacht hat sich elumatec mit unterschiedlichsten Maschinen für KMU-Handelsbetriebe, wie beispielsweise kleineren Stabbearbeitungszentren, Doppelgehrungssägen, Eckverbindungspressen, Fräsen und 4-Achs-Bearbeitungszentren. Der Grundstein des Erfolgs wurde in den 1960er Jahren gelegt, als man begonnen hatte sich konsequent der Profilmacherei verschiedener Werkstoffe zu widmen.

Für die flexible sowie effiziente Bearbeitung von Aluminium- und dünnwandigen Stahlprofilen hat elumatec 2006 das Stabbearbeitungszentrum SBZ 151 auf den Markt gebracht. Mit ihm wagte sich das Unternehmen auch erstmals in den Bereich von Maschinen für Industriebetriebe vor – und landete prompt einen grossen Erfolg! Die Bearbeitungszentren finden heute Anwendung beim Bau von Fenstern, Fassaden, Zügen, Bergbahnen, Automobil-Karosserien, Schiffsmasten, LKW-Aufbauten, Motorrädern, Leuchten, Fussball-Torpfosten, Büromöbel etc. Auch bei solch ikonischen Bauwerken wie dem Louvre in Abu Dhabi oder dem höchsten Gebäude in Südkorea, dem Lotte World Tower (mit einer Höhe von 555 Meter aktuell auf Platz fünf der Weltrangliste der höchsten Gebäude), fanden Maschinen des Typs SBZ 151 mit Flexium<sup>+</sup>-Steuerung von NUM, Anwendung.

Die Zusammenarbeit zwischen elumatec und NUM begann 2002, als eine Prototypen-Maschine entwickelt wurde. Während der Dauer von ca. einem Jahr wurden Komponenten verschiedener Hersteller verglichen und analysiert. Am Ende „erreichte keine andere Steuerung eine bessere Performance als die Axiom-Steuerung von NUM“, so Herr Oliver Guigas, Softwareentwickler bei der elumatec AG. Die Anforderung für einen solchen Maschinen-Typ kam dabei von Kunden am Markt – mit dem Wunsch nach einer international bekannten Steuerung.

In der Zwischenzeit wurde das Stabbearbeitungszentrum weiterentwickelt und sowohl mechanisch wie auch steuerungstechnisch aufgerüstet. Die Flexium<sup>+</sup> 68 löste 2015 die Axiom ab und ist heute die exklusive Steuerung für diesen Maschinentyp. „Der Kunde hat heute sehr genaue Vorstellungen, was er umsetzen möchte“ sagt Herr Stefan Schweikert, Leiter Elektrokonstruktion bei der elumatec AG, und fährt fort: „Flexium<sup>+</sup> sowie das integrierte Sicherheitssystem bieten uns so etwas wie ein 'Alleinstellungsmerkmal'; Vieles, was die Steuerung bietet, können wir effektiv auch nutzen.“



Das Stabbearbeitungszentrum SBZ 151 Edition 90 von elumatec.



FS154i P2 Bedienpanel (mit SSD und Quadcore Prozessor) sowie MPO6 Maschinenbedienfeld von NUM.

Safe CAM (sichere Nocken) beispielsweise ist eine Sicherheitsfunktion innerhalb des Steuerungssystems. Man spart damit externe Sensorik ein und kann sichere Arbeitsbereiche definieren. In der SBZ 151 lässt sich damit in Kombination mit SLS (sichere, reduzierte Geschwindigkeit) eine klare Effizienzsteigerung durch gleichzeitiges Bearbeiten und Beladen erreichen. Dank der Offenheit der NUM-Steuerung können zudem kundenspezifische Anforderungen sehr schnell umgesetzt werden. Durch die Verlagerung von ehemals mit Hardware realisierten Funktionen in die Software kann man mittels modularer Programmierung eine sehr grosse Flexibilität erreichen.

„Dank den 'Single Cable' Motoren fällt der Verdrahtungsaufwand gegenüber früher viel geringer aus. Dies war ein 'Quantensprung' und spart im Endeffekt Zeit und Geld!“, fügt Herr Werner Münsinger, Elektrokonstrukteur bei der elumatec AG, hinzu. Dank der erwähnten 'Single Cable' Motoren konnte gegenüber früher im Übrigen auch die Störungsanfälligkeit reduziert werden. „Regelmässige Technikbesprechungen sorgen zudem für die Synchronisation von elumatec und NUM. Dabei sind die Themen immer sehr gut vorbereitet, was in einer sehr qualitativen und kompetenten Lösungsfindung für elumatec resultiert“, ergänzt Herr Felix Schlachter, Leiter Softwareentwicklung bei der elumatec AG.

## SBZ 151 Edition 90

Das 5-Achs-Stabbearbeitungszentrum SBZ 151 wurde zum 90. Firmenjubiläum von elumatec überarbeitet und ist nun als „Edition 90“ erhältlich. Diese Maschine zeichnet sich durch überarbeitete Spanner, neue Rechnergeneration, optimierte Steuerungs- und Reglertechnologie sowie zertifizierte, antriebsintegrierte Sicherheitsfunktionen aus und wird durch das Flexium<sup>+</sup> 68 CNC-System von NUM gesteuert.

Das SBZ 151 Edition 90 ist standardmässig mit folgenden Bearbeitungslängen bestellbar:

- 6.0 m
- 7.3 m
- 9.0 m
- 10.3 m
- 12.0 m
- 13.3 m
- 15.0 m
- 16.3 m

Längere Ausführungen sind dank modularem Konzept auf Anfrage möglich.

- Die oben genannten Bearbeitungslängen entsprechen dem jeweiligen Verfahrensweg der X-Achse, bei einer maximalen Verfahrensgeschwindigkeit von 66 m/min
- Die Positioniergenauigkeit der X-, Y- und Z-Achsen beträgt +/- 0.1 mm/m, die der A- und C-Achse +/- 0.1°
- Maximale Spindeldrehzahl: 24'000 1/min
- Spindelleistung: 20 kW S1
- Werkzeugwechsler rechts: 20 Werkzeugplätze (13 Standard- und 7 Sonderwerkzeuge)
- Werkzeugwechsler links: ein Sägeblatt mit Durchmesser 500 mm (400 mm optional)
- Maximaler Fräserdurchmesser: 100 mm
- Autonome Spannerpositionierung mit Absolutmesssystem
- Zwei getrennte Bearbeitungszonen erlauben eine Bearbeitung im Pendelbetrieb. Zutrittssicherung mit Schutzzäunen und Lichtschranken
- Zertifizierte, antriebsintegrierte Sicherheitsfunktionen
  - STO = Safe Torque Off
  - SS2 = Safe Stop 2
  - SLS = Safely Limited Speed
  - SCA = Safe CAMs



Detailansicht Schaltschrank: Flexium<sup>+</sup> 68 CNC-System mit NUMDrive X mit integrierter Safety-Lösung.

Artikel wird auf der nächsten Doppelseite fortgeführt →

Mit modernem 5-Achs-Stabbearbeitungs-  
zentrum neue Märkte erobert

**elumatec**



Detailansichten der SBZ 151 Edition 90.



V.r.n.l.: Herr Stefan Schweikert, Leiter Elektrokonstruktion bei der elumatec AG, Herr Oliver Guigas Softwareentwickler und Herr Werner Münsinger, Elektrokonstrukteur bei der elumatec AG, Herr Felix Schlachter, Leiter Softwareentwicklung bei der elumatec AG und Herr Christian Unger, Geschäftsführer NUM GmbH.

## eluCloud Industry 4.0 Applikation

Mit eluCloud stellt elumatec eine Industrie 4.0-Lösung zur Verfügung, die dem Anwender eine Fülle an Maschinen- und Produktionsdaten in Echtzeit zur Verfügung stellt. „Gerade auf unserer SBZ 151, welche eluCloud vollumfänglich unterstützt, ist die Lösung stark nachgefragt und am Puls der Zeit“, weiss Herr Felix Schlachter zu berichten. Die Vorteile liegen auf der Hand; jederzeit und theoretisch von überall her ist ersichtlich, was aktuell in der Produktion geschieht, bzw. was in der Produktion geschehen ist – beispielsweise in einer bestimmten Schicht – dank individuell personalisierbaren Reports. Schichtführer nutzen die Anwendung gerne und oft. Herr Schlachter ergänzt: „Aus der Industrie erhalten wir vermehrt Anfragen für Maschinendatenerfassung, inkl. Features wie Spindellaufzeiten, Überwachung der Auslastung, bzw. Stillstandszeiten und Fehlerzeiten.“

Das GUI (Grafische Benutzeroberfläche) wirkt sehr modern, ist modular aufgebaut und lässt sich dabei intuitiv bedienen. Reports können mittels einfacher Drag & Drop-Aktionen nach eigenen Bedürfnissen zusammengestellt werden. Über eine Importfunktion lassen sich vorgefertigte Excel-Vorlagen für das Reporting-Tool einlesen. Über einen Filter lässt sich die Datensammlung eingrenzen, so bspw. auch auf eine spezifische Schicht, Maschine oder Wochentag.

eluCloud ist die gemeinsame Lösung von elumatec und elusoft (Tochtergesellschaft mit Sitz im Baden-Württembergischen Dettenhausen) zur Maschinendatenerfassung und Analyse dieser Daten.

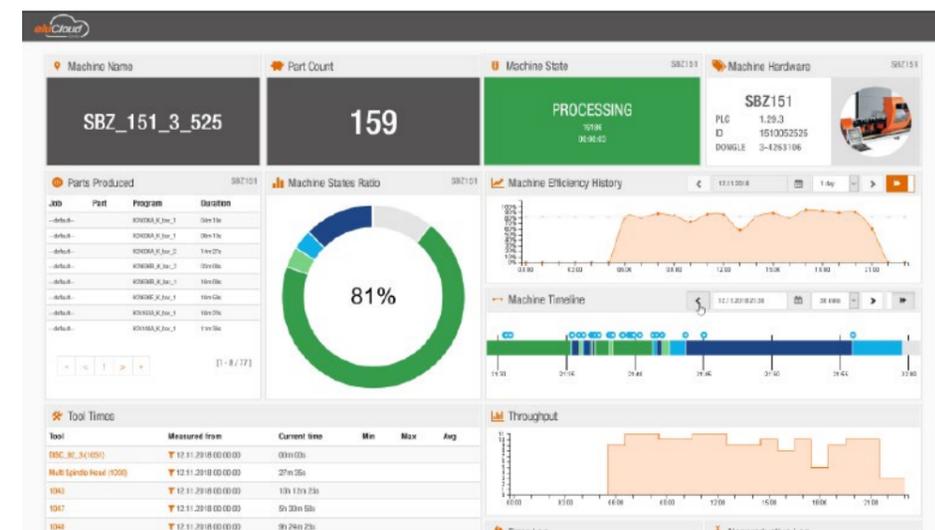
Die Software besteht aus vier Modulen:

- eluCloud-Monitor  
Erfassung der Maschinendaten
- eluCloud-Server  
Speicherung und Aufbereitung der Daten für Auswertungen
- eluCloud-Analytics  
Analyse der Daten sowie detaillierte Auswertungen
- eluCloud-API  
Schnittstelle zum Maschinendatenpool und bereits erstellten Analysen

„Der Wechsel auf Flexium+ kam genau zur richtigen Zeit. Dank dem von der Flexium+ zur Verfügung gestellten FXServer war die Anbindung der SBZ 151 an die eluCloud relativ simpel. Unsere Cloud-Lösung generiert beim Kunden einen Mehrwert, in dem Produktivitätssteigerungen und Optimierungen der Abläufe erreicht werden können“, fügt Herr Felix Schlachter abschliessend hinzu.



eluCloud: Maschinendatenerfassung für vielfältige, personalisierbare Analyse der Daten.



Screenshot von der eluCloud-Anwendung: Maschinen-Statistiken einer SBZ 151.

# NUM begleitet die Entwicklung einer neuartigen Abrasiv-Wasserstrahlschneidanlage



Ein Start-up der TU Chemnitz bringt mit NUM das Abrasiv-Wasserstrahlschneiden mit Suspensionstechnik auf eine CNC-gesteuerte Werkzeugmaschine. Mit mehr Effizienz und höherer Qualität soll sich die Anlagentechnik als kaltes Schneidverfahren zwischen Laser und Injektor-Wasserstrahlschneiden platzieren. Für die bisher in der industriellen Fertigung so nicht bekannte Strahlerzeugung bietet eine flexible und offene Steuerung von NUM die optimalen Voraussetzungen.

„Unser Ziel war es, eine kompakte Abrasiv-Wasserstrahlschneidanlage auf Basis der Suspensionstechnik zu bauen, die deutlich leistungsfähiger und gleichzeitig effizienter als eine herkömmliche Wasserstrahlschneidmaschine mit Injektortechnik ist. Das ist uns gelungen“, sagt Markus Dittrich, Mitgründer und Geschäftsführer des Start-ups NOVAJET und derzeit noch wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse (IWP) an der TU Chemnitz. Entstehen soll eine Feinstrahlanlage, die auf Strahldurchmesser kleiner als 0,4 mm fokussiert und für die Herstellung präziser kleiner Bauteile aus schwer bearbeitbaren Materialien wie Keramik oder Hartmetall optimiert ist. Mit der Entwicklung haben die Gründer technisches Neuland betreten, eine Werkzeugmaschine in dieser Art gibt es noch nicht – und entsprechend auch keine fertige Steuerung. Nicht zuletzt weil Optimierungen und Hardwareänderungen im Laufe des Aufbaus der Prototypenanlage üblich sind, haben sich die Gründer für eine flexible und offene NUM-Steuerung entschieden.

## Von der Injektor zur Suspensionstechnik

Begonnen hat es mit einem Forschungsprojekt zum 3D-Abrasiv-Wasserstrahlschneiden mit Strahldurchmessern von etwa 0,3 mm. „Wir haben festgestellt, dass die Schneidleistung des Strahles mit der herkömmlichen Injektortechnik exponentiell abnimmt, je kleiner wir den Strahldurchmesser machen. Zum Schluss konnten wir nur noch Dünnscheibchen schneiden“, erläutert Markus Dittrich und liefert die technische Erklärung gleich mit: In herkömmlichen Abrasiv-Wasserstrahlanlagen wird das Wasser auf einen Druck zwischen 3'000 und 6'000 bar gebracht und durch eine Wasserdüse in eine Mischkammer geleitet. Dort entsteht ein Unterdruck, der trockenes Abrasiv aus einem Vorratsbehälter ansaugt und mit dem Wasserstrahl mitreisst. „Alleine das Beschleunigen des Abrasivs frisst rund 30 Prozent der ursprünglich ins Wasser eingebrachten Energie“, sagt Dittrich. Zudem bringt diese Art des Mischvorgangs viel Luft in den Strahl und verteilt das Abrasiv überwiegend am Strahlumfang. Beides mindert die Abtragsleistung.

Eine Alternative ist die Suspensionstechnik, eine Abrasiv-Wasserstrahlschneidtechnik, die bisher mehr für grobe Anwendungen, beispielsweise in der Kraftwerksdemontage, eingesetzt wird. Im Prinzip werden dabei Wasser und Abrasiv im ruhenden Zustand zu einer Suspension gemischt, in einem Hochdruckbehälter unter Druck gesetzt, zur Schneiddüse geleitet und dort zu einem Hochgeschwindigkeits-Schneidstrahl ausgebildet. Dass diese Technik das Potenzial hat, auf einer Werkzeugmaschine eingesetzt zu werden, wurde in einem Folgeprojekt an der TU Chemnitz mit den industriellen Projektpartnern ANT AG und ATECH GmbH bereits nachgewiesen. „Leistungssteigerungen um bis zu 340 Prozent gegenüber dem Injektorverfahren sind möglich“, fasst Dittrich das Ergebnis zusammen. Praxisbezogener

ausgedrückt: Mit einem Druck von 1'400 bar wurde bei sonst gleichen Bedingungen in den Versuchen mehr als dreimal schneller und präziser geschnitten als mit der Injektortechnik mit 3'000 bar. Und das auch in Keramik. Das liegt auch an der Strahlqualität, denn der Strahl ist luftfrei und das Abrasiv ist im Strahlkern verteilt. Selbst der wasserstrahltypische Winkelfehler ist beim Suspensionschneiden deutlich kleiner und es wurden in Versuchen bereits Strahldurchmesser von 0,2 mm realisiert.

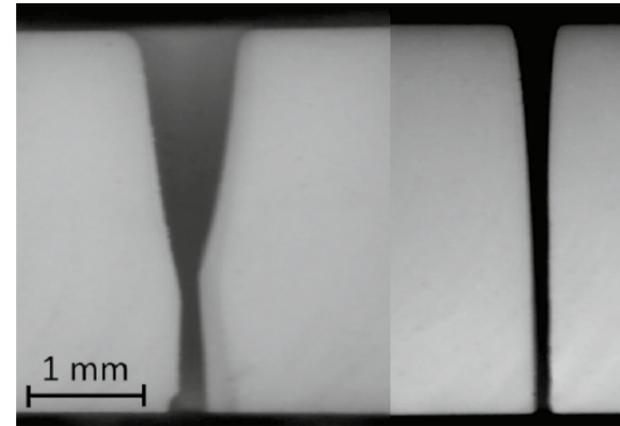
Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und den Europäischen Sozialfonds ist aus dem Projekt mittlerweile ein Start-up geworden, das seit August als Firma agiert und ab Anfang nächsten Jahres mit seiner Anlagentechnik am Markt auftreten wird.

## Anlage für die Industrie

Bis dahin wird an der Anlage weiter optimiert. Im Entwurf und nach den ersten Ausbaustadien baut die Anlage sehr kompakt. Alle Komponenten, von der Hochdruckpumpe über den Hochdruckbehälter bis zum Arbeitstisch und Schneidsystem, sind in einem Rahmen hinter einer gemeinsamen Verkleidung untergebracht. Die Maschine arbeitet mit 1'500 bar Wasserdruck, und im Hinblick auf die Präzisionsfertigung kleiner Teile reicht ein Arbeitstisch von 350 mm x 510 mm aus. Der Hochdruckbehälter ist so ausgelegt, dass mit je einer Füllung und einem Strahldurchmesser von 0,4 mm rund 20 Minuten reine Schneidzeit bedient werden können. Danach wird der Behälter in der Endausbaustufe automatisch entlastet, neu befüllt und wieder mit Druck beaufschlagt.



Arbeitsraum der NOVAJET-Wasserstrahlschneidanlage.



Vergleich der mit gleicher Pumpenleistung in Injektortechnik (li.) und Suspensionstechnik (re.) geschnittenen Fugen in Aluminiumoxid.

Im Hochdruckbereich ist die Anlage allerdings komplizierter aufgebaut, als es das Prinzip der Suspensionstechnik vermuten lässt. So werden ein Hauptströmungsweg mit reinem Wasser von der Hochdruckpumpe und ein Nebenströmungsweg für die Suspension aus dem Hochdruckbehälter gekoppelt. Die homogene Zusammensetzung des Strahles erfordert aber eine aufwändigere Regelungstechnik. „Wir haben weit mehr als eine Handvoll Ventile, die aufeinander abgestimmt sein müssen. Dazu kommt eine integrierte Hochdruckpumpe. Und wir haben Prozessüberwachungssysteme, die sowohl den Strahl und die Abrasivmischung selbst als auch den Hochdruckbehälter überwachen“, sagt Markus Dittrich. Diese Überwachungssysteme gibt es bei der Injektortechnik so nicht und folglich gibt es dafür auch keine fertige Steuerung, die die Signale der Überwachungssysteme in regelnde Inputs für das Gesamtsystem umwandelt.

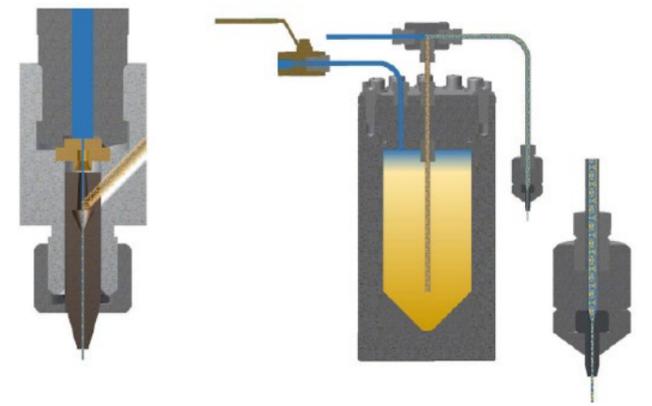
„Für die Auswahl der Steuerung war es uns sehr wichtig, dass vom Niederdruckwasser am Anfang über die Achsensteuerung und die automatische Befüllung bis zum Schneidkopf am Ende alles über eine Steuerung läuft. Im ungünstigen Fall liefert die Schneidkopfüberwachung nämlich ein Signal, das ein Nachregeln an der Hochdruckpumpe erfordert. Diese Verknüpfungen im Hintergrund aufzubauen, ist für unsere Technologie sehr relevant“, sagt Markus Dittrich.

Eine NUM-Steuerung habe sich dabei angeboten, denn erstens sind NUM-Steuerungen in den Schleifmaschinen im anvisierten Markt der Hochleistungswerkstoffindustrie standardmäßig vertreten, zweitens gibt es bereits Wasserstrahlschneidanlagen mit NUM-Steuerungen im Markt, sodass entsprechend konfigurierte Bausteine für das Wasserstrahlschneiden verfügbar sind, und drittens liefert NUM ein Komplettpaket vom PC über das Panel und die CNC-Steuerung bis zu den Antrieben und Motoren. Nicht zu vergessen die Unterstützung durch Ingenieursdienstleistungen.

## Positive Erfahrungen mit der Inbetriebnahme

Die Entscheidung hat sich bereits in der Aufbauphase als richtig erwiesen. Zur Inbetriebnahme der Motoren war ein NUM-Mitarbeiter zwei Tage in Chemnitz, sodass die Antriebe schnell installiert waren. Mit der Kenntnis aus einer einwöchigen Schulung konnten die Gründer die restliche Inbetriebnahme innerhalb von 14 Tagen dann alleine erledigen. „Wir hatten aber immer die Möglichkeit der telefonischen Unterstützung. Die Kollegen haben sich dann per TeamViewer bei uns ins System eingeloggt. Wir konnten relativ problemlos alle Schwierigkeiten beseitigen“, sagt Stefan Seidel, der für den technischen Part zuständige Mitgründer. Und in der Aufbauphase der Anlage erweist sich auch die Programmierung der Reaktionszyklen unkompliziert. Im Vordergrund aber steht die Möglichkeit, direkt auf die NC der Steuerung zugreifen zu können.

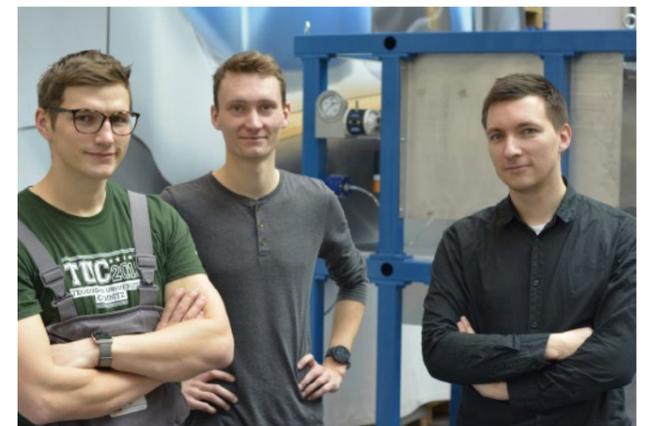
„Während der Inbetriebnahme fallen uns immer wieder Details auf, die wir ändern oder anpassen“, sagt Dittrich. „Dann müssen wir natürlich auch die Steuerung anpassen. Wenn wir da auf einen Steuerungshersteller angewiesen wären, der sich jede Änderung fürstlich bezahlen lassen würde oder dort grosse Iterationsschleifen notwendig wären, dann wären wir im Rahmen des Projekts aufgeschmissen.“



Bei der Injektortechnik wird Wasser unter Druck durch eine Düse in eine Mischkammer geleitet und erzeugt dort einen Unterdruck, der Abrasiv ansaugt und beschleunigt. Bei der Suspensionstechnik wird Wasser und Abrasiv gemischt und dann gemeinsam unter Druck gesetzt.



Designentwurf der Abrasiv-Wasserstrahlschneidanlage mit Suspensionstechnik.



Das Start-up-Team, von rechts nach links: Markus Dittrich, Stefan Seidel und Stephan Richter.

# Smarte Software zur Verbindung von Informatik und Produktion



Vieles, was man heute unter „Industrie 4.0“ im Grossen und Ganzen versteht, wird bei der Innovative CAM AG seit Jahrzehnten schon gelebt, entwickelt und vertrieben mit Ausnahme von Cloud und ähnlichen Online-Diensten, die damals natürlich noch nicht zur Verfügung standen. Dabei ist auch der Name des Unternehmens durchaus Programm: „CAM“ steht bekanntermassen für „Computer Aided Manufacturing“ und genau diesem hat sich die Firma aus Nidau im Kanton Bern (Schweiz) auch seit jeher verschrieben. Im Fokus steht die Verbindung von Informatik und Produktion. Die Geschäftstätigkeit umfasst dabei heute drei Standbeine: SpaceClaim, Esprit und iCAMNet.

**SpaceClaim** von ANSYS ist ein vielseitiges 3D-Modelliertool, mit dem abteilungsübergreifend exakte 3D-Daten erstellt und bearbeitet werden können. Ein wesentlicher Vorteil dieser Software liegt in der Einfachheit der Bedienung, so dass auch Nicht-Experten mit kleinem Aufwand 3D-Modelle erstellen können. **Esprit** von DP Technology gilt in der Branche als weit verbreitete und gut etablierte CAM-Software, die das Programmieren jeglicher Werkzeugmaschinen ermöglicht; dies umfasst die Programmierung für 2 bis 5-achsige Fräsen und Bohren, 2 bis 22-achsige Drehen, 2 bis 5-achsige Drahterodieren sowie Multitasking Mill-Turn Maschinen mit und ohne B-Achse.

Kombiniert ergeben diese beiden Standbeine rund 50% des Umsatzes. Die Innovative CAM AG agiert hierbei jeweils als Reseller, bietet Support sowie Schulungen an. Mit dem jahrelang aufgebauten und fundierten Wissen wundert es nicht, das man in rund 20 Jahren sieben Mal die weltweit höchsten Verkaufszahlen des Programms Esprit erreichen konnte – und das im eher kleinen Schweizer Markt!

Die andere Hälfte des Umsatzes wird durch das dritte Standbein erwirtschaftet: **iCAMNet**. Diese Software kam 2010 auf den Markt, wurde durch die Innovative CAM AG selbst entwickelt und bringt dabei alle in einer Produktion anfallenden Dienstleistungen auf einen Nenner. iCAMNet beinhaltet unter anderem DNCNet, welches zum

einen automatisch NC-Programme auf Änderungen überprüft, und zum anderen alle teilerelevanten Dokumente verwaltet und sichert. Die Folgen sind eine Vereinfachung der Arbeit sowie eine Reduktion des Ausschusses. Auch werden alle Transaktionen und Veränderungen geloggt, was eine lückenlose Rückverfolgbarkeit sicherstellt. Es handelt sich bei iCAMNet somit um ein ganzheitliches Instrument zur Erfassung der Gesamtanlageneffektivität, welches sich noch dazu herstellerübergreifend und über mehrere Generationen von CNC-Maschinen (mit und ohne PC) einsetzen lässt.

Die Anfänge dieser Werkstattüberwachung können somit als eine „frühe Version von Industrie 4.0“ bezeichnet werden. Heutzutage stehen selbstverständlich auch Cloud-Lösungen zur Verfügung. Dazu Daniel Vez, Geschäftsführer von Innovative CAM AG: „Eine Internet-Anbindung wurde in der Branche lange Zeit gefordert. Wir beobachten aktuell aber eher eine Kehrtwende: viele unserer Kunden möchten ihre Maschinen aus Sicherheitsgründen explizit nicht mit dem Internet verbinden.“ Die Maschinen sind somit nicht direkt mit dem Internet verbunden, kommunizieren aber mit einem dedizierten Server, welcher über eine Internetanbindung verfügen kann, aber natürlich nicht muss je nach Konfiguration und Kundenwunsch.

In der Werkstattüberwachung werden all jene Maschinendaten und Zustände erfasst, die für den jeweiligen Kunden von Bedeutung sind. Es ist somit live – oder später in Berichtform ersichtlich, wie die einzelnen Maschinen performen. Nachfolgend einige wenige Auswertungsbeispiele. Die Liste liess sich natürlich noch ausgiebig erweitern:

- Welche Maschine produziert welches Werkstück?
- Welches Werkzeug wird ggf. demnächst stumpf und muss ersetzt oder nachgeschliffen werden?
- Welche Maschine steht still – und wieso (Fehler, Wartung, kein Material, Türen offen, ...)?
- Welche Charge ist in Bearbeitung (Rückverfolgbarkeit, z.B. für die Medizinbranche)?
- Wie lange stand Maschine XYZ still, im Vergleich zu den anderen Maschinen?
- Wie performen die einzelnen Schichten, gibt es z.B. Unterschiede Tag/Nacht?
- ...

In folgenden Fällen bietet iCAMNet Hersteller- und Generationenübergreifende Vorteile:



Maschine Nr.	Zustand	Maschine Nr.	Zustand
1	Produktion	7	Aus
2	Wartung	8	Produktion
3	Einrichten	9	Stillstand
4	Produktion	10	Produktion
5	Produktion	11	Produktion
6	Produktion	12	Stillstand

- Ein Maschinenpark besteht aus digital- und analog-gesteuerten CNC-Maschinen. Durch ein eigens entwickeltes Terminal können auch analoge Maschinen in iCAMNet integriert und zusammen mit den neueren Maschinen in einer Werkstattüberwachung ausgewertet werden.
- Ein Maschinenpark besteht aus Maschinen von diversen Herstellern. Als Plattform-unabhängiger Anbieter können über vordefinierte Schnittstellen die Maschinen mit iCAMNet verbunden werden, was eine homogene Überwachung ermöglicht.

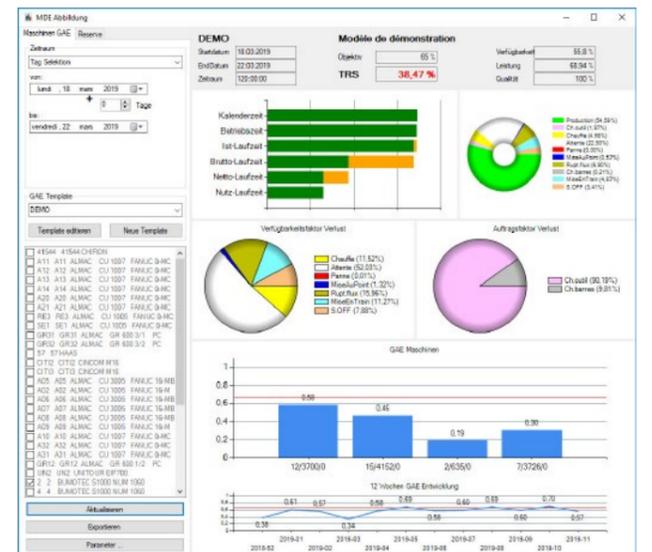
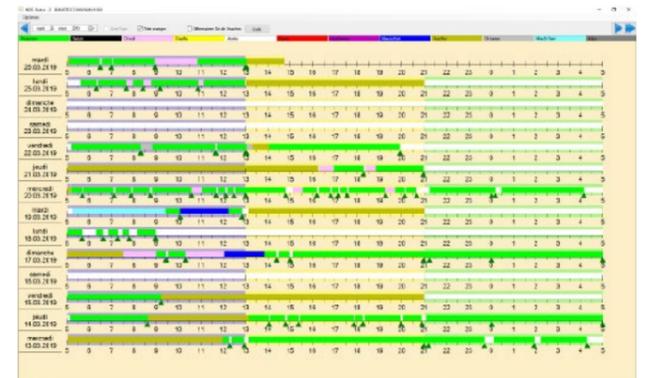
Das Ziel liegt klar auf der Hand: die Optimierung sämtlicher Werkstattabläufe. Hierfür stehen unter anderem auch Schnittstellen zu ERP-Systemen, wie bspw. SAP, sowie Alarmierungsmöglichkeiten (SMS, E-Mail etc.) zur Verfügung.

Die erste Zusammenarbeit zwischen Innovative CAM AG und NUM AG liegt etwa 20 Jahre zurück und umfasste die Zusammenarbeit an einer Transfermaschine. Herr Vez erinnert sich: „Die Zusammenarbeit war schon damals sehr angenehm. Hatte man beispielsweise ein Problem oder eine Frage zur Steuerung NUM 760, so erhielt man rasch und unkompliziert Hilfe über den Service von NUM.“ Für einen Schweizer Kunden durften die beiden Unternehmen nun zusammen eine massgeschneiderte Lösung erarbeiten, auf der iCAMNet in das HMI von Flexium+ integriert wurde. Ein Paradebeispiel für den Nutzen eines adaptierbaren, offenen Systems, wie NUM es bietet.

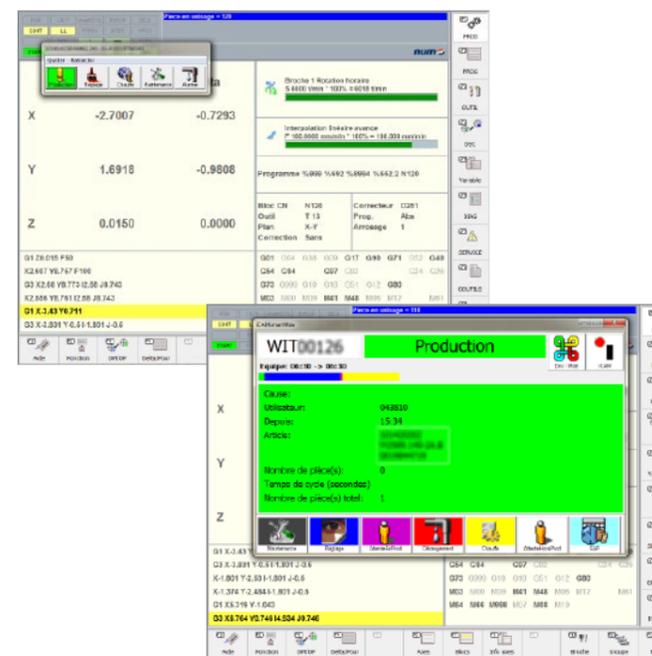
Die Innovative CAM AG entstand im April 1991 aus einer Abspaltung vom Bieler Maschinenhersteller Mikron, welche die Sparte „Software Engineering“ aufgab (Mikron ging später in der Georg Fischer AG auf). Das Team um Geschäftsführer Daniel Vez besteht heute aus 15 Mitarbeitern an drei Standorten. Der Hauptsitz liegt dabei in Nidau bei Biel. Letzteres zählt neben Le Locle, Grenchen und La Chaux-de-Fonds zu den wichtigsten Orten der Schweizer Uhrenindustrie. Mit dieser erwirtschaftet die Innovative CAM AG dann auch rund 40 Prozent ihres Umsatzes. Daneben gehören diverse namhafte Firmen der Maschinenindustrie und Medizinaltechnik zum internationalen Kundenstamm.

Unter dem Motto „Mechanische Vorzeigewerkstatt von der Basisausbildung bis zur Applikation von Industrie 4.0“ starteten die Innovative CAM AG und die Swissmechanical Training AG 2017 eine Zusammenarbeit. Ziele sind die fokussierte Aus- und Weiterbildung von Mitarbeitern und Fachkräften sowie die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der Branche unter gegebenen, währungsbedingt erschwerten Bedingungen.

Veranschaulichung Produktionsübersicht / Leitstand der Produktionsmaschinen (live).



Beispiele von Produktionsauswertungen.



Integration iCAMNet in NUM HMI in 2 Varianten.



Terminal an einer analogen CNC-Maschine, um diese mit iCAMNet zu verbinden.

# Industrie 4.0 – TechniControl und NUM als Bindeglied zwischen ERP-System und Fertigung



Für TechniControl und NUM stellt Industrie 4.0 kein Neuland dar. TechniControl steht für Spitzentechnologie in der Prozessautomation und Fertigungsleittechnik, NUM repräsentiert CNC High-End-Anwendungen. Mit diesen qualifizierten Voraussetzungen konnte eine Anbindung an ein ERP-System mit vollautomatischer Datengenerierung des ISO-Codes und anschließender Übertragung (NUM IsoTrans) zur CNC-Maschine realisiert werden. Zugleich wird die Bearbeitungsreihenfolge optimiert sowie die Produktionsgeschwindigkeit erhöht und die Wartezeiten merklich reduziert.

Die TechniControl Informatik GmbH bietet komplette Systeme sowie individuelle Lösungen und Serviceleistungen für die Fertigungsindustrie an. Seit fast 20 Jahren steuert, optimiert und visualisiert TechniControl mit seinen Mitarbeitern Industrieprozesse auf SCADA-Ebene. Das Unternehmen hat seinen Sitz in Schmalenberg, südlich von Kaiserslautern (Deutschland). Langjährige Erfahrung und die Verwendung von ausgeklügelten Softwaremodulen ermöglicht den Entwicklern auch komplexe Sonderlösungen in kürzester Zeit zu implementieren. Ziel der Firma ist es, eine effiziente und leistungsstarke Softwarestruktur für die Realisierung von integrierten Produktionsprozessen anzubieten und dies vollautomatisch bis hin zu Losgröße Eins.

TechniControl und NUM haben das Bindeglied zwischen ERP-System und CNC-Maschine realisiert. Die automatische Verarbeitung der Datensätze erfolgt vorausschauend im Hintergrund während an der Maschine die Bearbeitung läuft. Die einzelnen Bearbeitungen an dem aktuellen Werkstück werden dem Bediener durch die Leit-systemsoftware grafisch dargestellt. Der detaillierte Ablauf spielt sich folgendermaßen ab: Aus dem Datensatz für einen Produktionsauftrag wird von TechniControl direkt aus dem Auftragspool des ERP-Systems zu jedem Einzelteil ein Jobfile generiert und just-in-time auf den IPC (Industrie PC) der Maschine übertragen. Anhand dieses Jobfiles wird der ISO-Code für die NUM Flexium<sup>+</sup>-Maschinensteuerung erstellt. Dabei wird die Auftragsdatei des Leitsystems vollautomatisch analysiert. Zusätzlich wird eine optimierte Bearbeitungsreihenfolge errechnet, woraus der bahnoptimierte ISO-Programm-Code generiert wird. Alle Bearbeitungsschritte sind hierbei durch 4 definierte Basis-Geometrien flexibel kombinierbar. Der ISO-Code für die CNC-Maschine wird mittels des von NUM neu entwickelten NUM IsoTrans Programms erstellt und vom Postprozessor per FXServer an die Maschinensteuerung übertragen. Ein Bereich, wo dieser Ansatz zum Tragen kommt, ist beispielsweise eine Wasserstrahlschneidmaschine von STM Stein-Moser GmbH in Österreich, welche Isolier- und Dämmmaterialien genauestens und vollautomatisch zuschneidet. Dabei handelt es sich um eine 5-achsige Wasserstrahlschneidmaschine mit einer NUM Flexium<sup>+</sup> 68 CNC-Steuerung und NUM Industrie-PC.

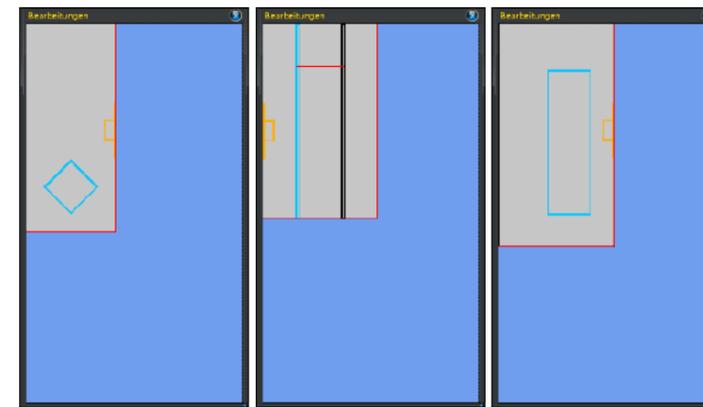
Im weiteren Bearbeitungsprozess werden die zugeschnittenen Isolier- und Dämmmaterialien mit weiteren Einzelteilen, die teilweise in verschiedenen Produktionsbetrieben und unterschiedlichen Maschinen hergestellt werden, miteinander weiterverarbeitet. Daher sind die Genauigkeit der bearbeiteten Werkstücke und ein vollautomatischer Prozess für die Weiterverarbeitung von entscheidender Bedeutung. Anhand des Auftrags aus dem ERP-System wird durch



Wasserstrahlschneidmaschine der Firma Stein-Moser.

TechniControl aus Gründen der Qualitätssicherung und zur Sicherstellung der lückenlosen Rückverfolgbarkeit des Produkts eine eindeutige ID-Nummer generiert und als Etikett auf die Einzelteile aufgebracht.

Die Bahnoptimierungs-Funktion verfügt unter anderem über eine spezielle Funktion zur Vermeidung von Doppelschnitten und generiert eine durchgängige Schnittbahn. Unnötige Schnitte und überflüssige Neupositionierungen der Schneiddüse können dadurch vermieden werden, was eine enorme Verringerung der Bearbeitungszeit



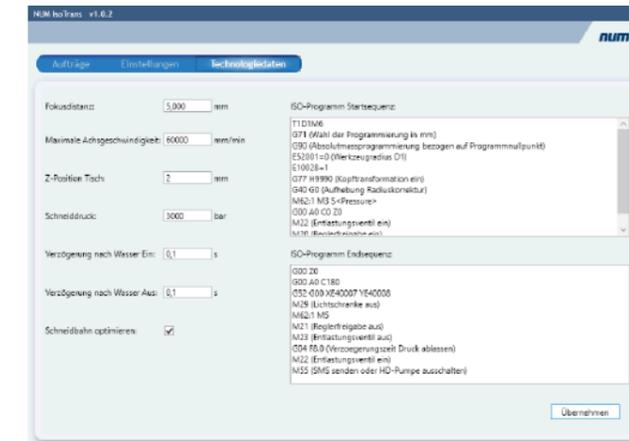
Statusmeldungen der aktuellen Prozessschritte mittels Balloon Tips.

garantiert. Je nach Konfiguration und Anforderung wird die optimale Schneidbahn individuell – bis hin zu Losgröße Eins – automatisch mittels der Anwendung NUM IsoTrans erzeugt. Durch diese moderne Kommunikationstechnik ist der gesamte Produktionsprozess vernetzt. Es entstehen keine Wartezeiten für den Maschinenbediener und kein Zeitverlust im gesamten Produktionsprozess.

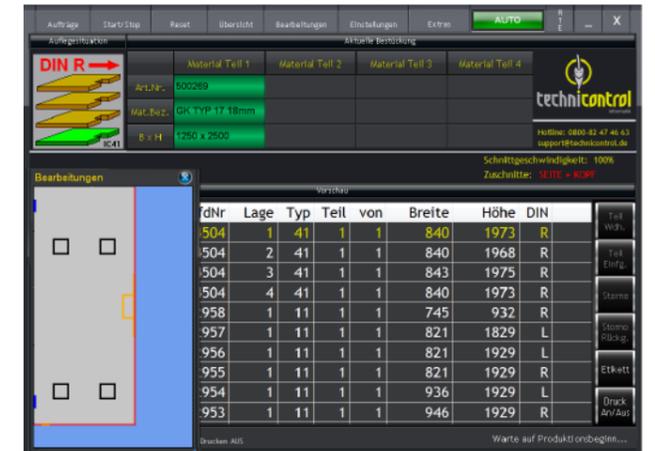
NUM IsoTrans überwacht jedes Werkstück von Beginn bis zum Ende der Bearbeitung und sendet eine Rückmeldung über den Status des Auftrags an das PCS (Prozessleitsystem). Im Falle eines Fehlers während der Bearbeitung werden alle Meldungen, die auf der Maschine aufgetreten sind, an das PCS gesendet. Das PCS verwendet diese Informationen, um den Mitarbeiter über den Produktionsfortschritt zu informieren und einen unterbrechungsfreien Workflow zu ermöglichen. Im Produktivmodus von NUM IsoTrans ist keine Benutzeroberfläche sichtbar. Der Verbindungsstatus wird durch ein Tray-Symbol angezeigt und der Maschinenbediener erhält über sogenannte „Balloon Tips“ Statusmeldungen der aktuellen Prozessschritte. Die Benutzeroberfläche kann über das Tray-Symbol geöffnet werden und zeigt Informationen über den unmittelbar bearbeiteten sowie den nächsten, bereits vorbereiteten und allenfalls transformierten, Auftrag an. Die Meldungshistorie gibt einen Überblick über die zuletzt bearbeiteten Aufträge und Ereignisse. Allgemeine Einstellungen wie erforderliche Verzeichnisse, CNC-Programmnummer usw. können über eine Einstellungsseite definiert werden. Technologiedaten wie Fokusabstand, maximale Achsgeschwindigkeit, Z-Position, Schneid-druck und weitere Einstellungen können über einen zusätzlichen Reiter definiert werden.

Ausgangslage des Projekts war die Anforderung der individuellen Fertigung sowie die kritische Analyse und Durchleuchtung der am Produktionsprozess beteiligten Systeme durch TechniControl. Anschliessend wurden gemeinsam mit NUM mögliche Lösungsansätze diskutiert und der Projektablauf definiert. Aufgrund der offenen und professionellen Kommunikation konnten Herausforderungen schnell überwunden und von beiden Seiten zielführend gelöst werden. „Durch die Optimierung der Bearbeitung konnte die Leistungseffizienz der Maschine deutlich gesteigert werden“, meint Herr Stefan Velten, einer der beiden Geschäftsführer von TechniControl. Herr Viktor Horn, zweiter Geschäftsführer von TechniControl fügt lobend hinzu: „Ein Highlight war die Inbetriebnahme. Statt der geplanten drei Tage konnte die Inbetriebnahme innerhalb eines halben Tages durchgeführt werden. Eine wahre Musterinbetriebnahme.“

Unterschiedliche Bearbeitungen im Fertigungsprozess mit unterschiedlichen Schneidbahnen.



Screenshot der Technologiedaten NUM IsoTrans.



Bildschirm TechniControl, Datensatz aus ERP-System.



Von rechts nach links: Herr Viktor Horn und Herr Stefan Velten, Geschäftsführer von TechniControl mit Daniel Ursic, Leiter Applikation NUM Deutschland.

# NUM unterstützt taiwanesischen Werkzeugmaschinenhersteller bei der Automatisierung der Produktion



**CHIEN WEI**

NUM unterstützt das taiwanische Werkzeugmaschinenunternehmen Chien Wei Precise Technology bei der Entwicklung innovativer CNC-Schleifmaschinen zur Herstellung von speziellen Zahnrädern für Roboteranwendungen. Die neuen Maschinen von Chien Wei basieren auf dem neuesten CNC-System Flexium+ 68 von NUM und sind so konzipiert, dass sie die Produktion von hochpräzisen evolventischen und zykloiden Zahnrädern optimieren. Sie gelten als die ersten Verzahnungsschleifmaschinen auf dem Markt, die in der Lage sind, beide Arten von Verzahnungsprofilen zu bearbeiten. Es gibt zwei Versionen der Schleifmaschine, eine für Innenverzahnungen, die andere für Aussenverzahnungen.

Die 1981 gegründete Chien Wei Precise Technology Co. Ltd. hat ihren Sitz im Fengshan District im Süden Kaohsiungs, Taiwan. Das Unternehmen spezialisierte sich zunächst auf Präzisionswerkzeugmaschinen wie Vertikalschleifmaschinen, Koordinatenschleifmaschinen und Bearbeitungszentren sowie Koordinatennessgeräte (KMGs). Im Laufe der Zeit diversifizierte sie sich auch in Roboter-Automatisierungssysteme.

Robotersysteme verwenden typischerweise entweder Planetengetriebe, die mit Evolventengetrieben ausgestattet sind, oder Zykloidenantriebe, die auf einer Kombination aus einem reduzierten epitrochoiden Rotor und einem zykloiden Stator basieren. Planetengetriebe sind schon seit langem im Einsatz und sehr verbreitet. Zykloidenantriebe haben deutlich weniger bewegliche Teile und bieten eine effizientere Möglichkeit, extrem hohe Übersetzungsverhältnisse zu erreichen. Ein Übersetzungsgetriebe mit einem Verhältnis von 200:1 benötigt typischerweise eine Kaskadierung von drei Planetengetrieben mit zwölf beweglichen Evolventenrädern. Das gleiche Übersetzungsverhältnis könnte durch einen zykloiden Antrieb mit einem Stator und einem Rotor erreicht werden. Allerdings sind zykloide Zahnräder bekanntlich schwierig und teuer in der Herstellung.

Im Jahr 2015 entschied sich Chien Wei, die Zahradfertigung im eigenen Haus einzuführen und eine eigene Zahradschleifmaschine zu entwickeln. Durch die Herstellung eigener Getriebe konnte das Unternehmen die Qualität kontrollieren, die Durchlaufzeiten verkürzen und Kosten senken. Es gibt der Firma auch die Möglichkeit, Getriebe an Maschinenbauern zu verkaufen – und möglicherweise die Maschinen selbst an Getriebehersteller.

Chien Wei basierte seine Verzahnungsschleifmaschine zunächst auf einem CNC-System der Fanuc-Serie oi-MF, welches auch für andere Werkzeugmaschinen eingesetzt wird, zusammen mit der CAD/CAM-Software Mastercam und dem eigenen KMG. Aber es zeigte sich bald, dass die Profilkomplexität der Zykloidgetriebe dazu führte, dass die KMG-Daten für die Steuerung des Fertigungsprozesses unzureichend waren. Ein weiterer grosser Nachteil war, dass Kunden, die Maschinen kaufen wollten, auch in ein teures CAD/CAM-System und zusätzliches Personal investieren mussten.

Chien Wei-Präsident Lee: „Wir haben schnell entschieden, dass wir ein CNC-System benötigen, welches das Verzahnungsschleifen von Anfang an vollständig unterstützt, so dass unsere Kunden einfach die Parameter des gewünschten Zahnrads eingeben können und die CNC dann alle Aspekte der Abricht- und Schleifprozesse der Maschine in Echtzeit steuert. NUM war eine naheliegende Wahl, verfügen sie doch über eine ausgewiesene Kompetenz im Bereich des CNC-Verzahnungsschleifens.“

Das Unternehmen war auch bereit, an der gemeinsamen Entwicklung des CNC-Systems mitzuwirken, was unter anderem auch ein anwendungsspezifisches HMI (Human-Machine-Interface) und verschiedene dedizierte Steuerungsfunktionen beinhaltet.“

Die neue Generation der Chien Wei Zahradschleifmaschinen in Verbindung mit der neuen Profilschleiftechnologie von NUM bietet nun die Möglichkeit und Flexibilität, sowohl Zykloiden- als auch Evolventenräder auf derselben Maschine herzustellen.

Adrian Kiener, CSO Asia und Managing Director von NUM Taiwan, weist darauf hin, dass diese Anwendung die Bedeutung der dezentralen Supportstrategie von NUM unterstreicht. „Durch den direkten Zugang zu den CNC-Experten und den umfangreichen Entwicklungsmöglichkeiten, die wir hier in Taiwan, aber auch in vielen anderen Ländern der Welt haben, sind wir in der Lage, unseren Kunden Dienstleistungen mit



Die neue Verzahnungsschleifmaschine von Chien Wei basierend auf der neuesten Generation des Flexium+ 68 CNC-Systems von NUM.



sehr kurzen Reaktionszeiten anzubieten. Dies hilft ihnen, ihre Entwicklungszeit deutlich zu verkürzen. In Kombination mit dem Wissen und der Erfahrung unserer Getriebe-Produktgruppe in der Schweiz rundet dies das Komplettpaket, welches NUM anbietet, ab. Es umfasst die Benutzeroberfläche, Technologie und Berechnungen sowie alle NC-Zyklen.“

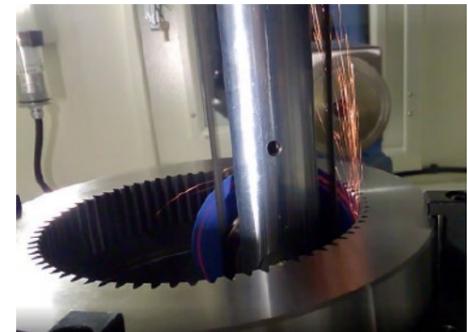
Die Innenzahnradschleifmaschine von Chien Wei ist eine 9-achsige Maschine. Der Werkstücktisch ist auf einer Linearachse montiert, die sich axial zur Schleifscheibe bewegt, die (aufgrund von Platzmangel in der Innenverzahnung) riemengetrieben und auf einer von einem Linearmotor angetriebenen Vertikalachse montiert ist. Die rotierende Schleifscheibe wird von der Linearachse auf und ab bewegt, während der Werkstücktisch kontinuierlich zusteilt. Beide Flanken des Zahnrads werden gleichzeitig geschliffen. Die Maschine übernimmt auch das Abrichten. Während des Abrichtzyklus wird der gesamte Werkzeugkopf horizontal nach rechts bewegt, und eine symmetrische Abrichtscheibe bewegt sich entlang der Aussenform der Schleifscheibe in drei Abschnitten, rechte/linke Flanke und Spitze. Es können sowohl Zykloid- als auch Evolventenformen abgerichtet werden.

Die Aussenzahnradschleifmaschine ist eine 8-achsige Maschine. Sie ähnelt in ihrer Funktionsweise weitgehend der Innenzahnradschleifmaschine und verfügt über eine direkt angetriebene Schleifscheibe. Wie die Innenzahnradschleifmaschine übernimmt auch sie das Abrichten. In diesem Fall kann die Form der Zahnflanke eine Epitrochoide oder eine Evolvente sein.

Eine manuelle Korrektur der Zahnformen ist auf beiden Maschinen möglich.

Beide Maschinen werden von NUM Flexium+ 68 CNC-Systemen gesteuert, die mit Touch-Bedienpanels FS153i ausgestattet sind. Das anwendungsspezifische HMI, welches von NUM Taiwan und Chien Wei gemeinsam entwickelt wurde, steuert sowohl die Schleif- als auch die Abrichtzyklen und ermöglicht es dem Anwender, das gewünschte Zahnradprofil einfach durch Eingabe der entsprechenden Parameter vollständig festzulegen. Grafische DXF-Dateien (Drawing Interchange Format) können aus CAD-Systemen importiert und in CAD-Systeme exportiert werden. Im Weiteren verfügt das System über eine umfassende Datenbank für Schleifscheiben und Werkstücke. Die NC-Programme werden vollautomatisch und ohne Bedieneringriff erstellt.

Johnny Wu, Vertriebsleiter von NUM Taiwan, betont: „Die offenen CNC-Systeme kombiniert mit der Bereitschaft von NUM, mit Maschinenbauern bei der Entwicklung anwendungsspezifischer Lösungen zusammenzuarbeiten, ist ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal für die Wahl eines CNC-Lieferanten.“



Das von NUM Taiwan und Chien Wei gemeinsam entwickelte anwendungsspezifische HMI ermöglicht es dem Anwender, das gewünschte Getriebeprofil durch einfache Eingabe der entsprechenden Parameter vollständig zu spezifizieren.

Schleifen des Evolventenprofils eines Innenzahnrades auf der neuen Maschine von Chien Wei.

# Untersetzungsgetriebe für Roboteranwendungen

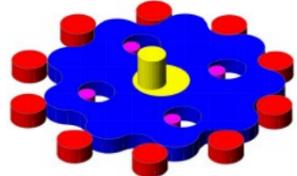
Die meisten Robotersysteme erfordern eine sanfte, präzise und äusserst zuverlässige Bewegung bei niedriger Geschwindigkeit. Die Ableitung dieser Bewegung von einem Motor, der optimal mit beispielsweise 1000 U/min läuft, erfordert zwangsläufig eine Art Untersetzungsgetriebe. Konstrukteure haben in der Regel die Wahl zwischen zwei Arten von Untersetzungsgetrieben – Planetengetriebe und Zykloidengetriebe.

Planetengetriebe verwenden ein Sonnenrad in der Mitte und Planetenräder um sie herum, die alle in einen Ring eingebettet sind. Alle Zahnräder, einschliesslich des Zahnkranzes, haben Evolventenprofile. Diese Art von Antrieben ist allgegenwärtig – sie werden in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt, darunter Autos und andere Strassenfahrzeuge, und werden von praktisch jedem Getriebehersteller der Welt angeboten.

Die andere Art von Untersetzungsgetriebe ist das Zykloidgetriebe. Es hat keine Sonnen- und Planetenräder, also ist es kein Planetengetriebe. Stattdessen hat ein Zykloidgetriebe einen oder zwei Rotoren in der Mitte und einen Stator als Ring.

Getriebe, die zykloide Zahnräder verwenden, haben sehr wenige bewegliche Teile und gehören zu den effizientesten und zuverlässigsten Untersetzungsgetrieben, die heute erhältlich sind. Stator/Rotor-Kombinationen können Übersetzungen bis zu 300:1 erreichen, bei einem Wirkungsgrad von über 93 Prozent.

Die Zahradschleifmaschinen der neuesten Generation von Chien Wei mit der neuen Profilschleiftechnologie von NUM ermöglichen es den Zahradherstellern nun, sowohl Zykloiden- als auch Evolventenräder auf derselben Maschine zu produzieren. Dadurch wird die Flexibilität in der Fertigung deutlich erhöht – die Produktion kann ohne Maschinenwechsel von einem Getriebetyp auf den anderen umgestellt werden.



Typisches Zykloidgetriebe.



Typisches Planetengetriebe.



Ein Innenzahnrad nach dem Profilschleifen.

## NUM Flexium+ CNC ermöglicht es dem Blechlaserschneidsystem, eine aussergewöhnliche Genauigkeit zu erreichen



Der taiwanische Lasermaschinenhersteller Legend Laser, Inc. hat in Zusammenarbeit mit NUM Taiwan ein einzigartiges Mehrachsensystem für das Feinschneiden von Dünnblechteilen entwickelt. Basierend auf der neuesten Generation der Flexium+ CNC-Plattform von NUM, kombiniert das System hochdynamische Linearmotoren mit einem gepulsten Faserlaser und ist speziell für den 24/7-Betrieb in einer Standardproduktionsumgebung konzipiert.

Legend Laser wurde 1995 gegründet und hat sich auf die Entwicklung und Herstellung einer breiten Palette von Lasermarkierungs-, Mikrobearbeitungs- und Mikrorohrbearbeitungssystemen spezialisiert. Zunächst auf den heimischen und chinesischen Markt konzentriert, bedient das Unternehmen heute einen weltweiten Kundenstamm. Der Hauptsitz befindet sich im Bezirk Xinzhuang, New Taipei City, im Norden Taiwans.

Der neue Präzisionsblechschneider SRC-610 von Legend Laser ist ein 3-Achsen-System mit einem Arbeitsbereich von 1'000 x 600 mm und einer Durchgangshöhe von 150 mm über dem Arbeitstisch. Er beruht auf einer Plattform mit hoher Trägheit, welche eine massive Granitbasis mit einem starren Metallrahmen umfasst. Um ein reibungsloses, gratfreies Schneiden zu gewährleisten und eine wärmebedingte Verformung dünner, metallischer Werkstücke zu vermeiden, ist die Leistungsabgabe des gepulsten Faserlasers vollständig mit dem Schneidvorgang synchronisiert. Der Laser hat eine Spitzenleistung von 1,5 kW und kann Bleche mit einer Dicke zwischen 20 µm (0,02 mm) und 1'000 µm (1 mm) bei

Geschwindigkeiten von wenigen Millimetern pro Sekunde bis zu hundert Millimetern pro Sekunde schneiden.

Die SRC-610 eignet sich neben Blechen auch zum Schneiden und Bohren von Keramik- und Saphirplatten. Dank der hohen Dynamik und der stufenlosen Laserleistung ist das System in der Lage, eine aussergewöhnliche Schnittgenauigkeit von nur plus/minus 10 Mikron (10 µm oder 0,01 mm) zu erreichen.



Der Abstand zwischen dem Laserschneidkopf und dem Werkstück wird mit Hilfe der einzigartigen Funktion „Dynamic Operator“ in der Flexium-Software von NUM sehr genau gesteuert.

Die X- und Y-Achsen des Systems, welche die Querbewegung des Blechwerkstücks bzw. des Laserschneidkopfes steuern, sind in der Lage, sehr schnell zu beschleunigen bzw. zu verzögern und hochpräzise zu positionieren. Beide Achsen verfügen über Linearmotoren, die von den NUM-Servoverstärkern NUMDrive X angetrieben werden.

Die Z-Achse, welche die vertikale Höhe des Laserschneidkopfes und damit den Abstand zum Werkstück steuert, verwendet einen bürstenlosen AC-Servomotor der Baureihe NUM BHX und einen Servoverstärker NUMDrive X. Der Abstand zwischen dem Laserschneidkopf und dem Werkstück wird während des gesamten Schneidvorgangs durch die Verwendung einer einzigartigen „Dynamic Operator“-Funktion (dynOp) in der Flexium-Software von NUM sehr präzise gesteuert. Dabei werden spezielle, schnelle



Das neue Präzisionsblechlaserschneidsystem SRC-610 von Legend Laser basiert vollständig auf der CNC-Plattform Flexium+ von NUM.

Berechnungs- und Kommunikationsfunktionen eingesetzt, die es ermöglichen, ereignisgesteuerte Maschinenzyklen in den Echtzeit-CNC-Kernel zu integrieren.

Laut Sherman Kuo, Präsident von Legend Laser, „ist NUM jetzt unser bevorzugter CNC-Anbieter. Die offene Architektur der CNC-Plattformen vereinfacht die Systemintegration, während die Bereitschaft, aktiv an gemeinsamen Maschinenentwicklungsprojekten wie diesem mitzuwirken, dazu beiträgt, unsere Time-to-Market deutlich zu verkürzen.“

Auch der lokal platzierte technische Support ist ein wichtiger Faktor, wie Adrian Kiener, CSO Asia und Managing Director von NUM Taiwan, betont: „Legend Laser's HQ ist nur etwa 150 km von den Büros von NUM in Taichung City entfernt. Durch den direkten Zugang zu den CNC-Experten und Entwicklungseinrichtungen, die wir hier sowie in der Schweiz und anderen strategischen Standorten auf der ganzen Welt haben, können wir Unternehmen in Taiwan und anderen Ländern Asiens einen sehr schnellen und unterstützenden Service bieten.“

NUM liefert Legend Laser eine komplette CNC-Lösung für sein Präzisionsblechlaserschneidsystem SRC-610. Dazu gehören neben dem CNC-System Flexium+ 8 und den Servoverstärkern NUMDrive X ein spezielles HMI (Human-Machine-Interface) für das Laserschneiden, die SPS-Software, speziell entwickelte Makros in der CNC und die Inbetriebnahme des Systems.



Das neue SRC-610-System von Legend Laser kann komplexe Blechteile mit einer Genauigkeit von plus/minus 10 Mikron schneiden.

Von rechts nach links: Herr Sherman Kuo, Präsident von Legend Laser und Herr Adrian Kiener, CSO Asia und Managing Director von NUM Taiwan, stehen vor dem neuen Präzisionsblechschneidsystem SRC-610 von Legend Laser.

# 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)