

# Motion

STATIONEN  
FACHVORTRÄGE  
FUTURE LAB

Neue Lösungen in konkreter Anwendung  
Profis aus Forschung und Praxis berichten  
Technologien von morgen und übermorgen



## DIE WELT DES SCHLEIFENS

Experten der Präzisionsbearbeitung  
treffen sich auf dem Grinding Symposium  
der UNITED GRINDING Group



**WELCOME**

Stephan Nell, CEO der UNITED GRINDING Group, über das Grinding Symposium in Thun und dessen Nutzen für die Kunden

3

**GRINDING SYMPOSIUM**

Für das Grinding Symposium gilt das Gleiche wie für Maschinen und Software: Maßstab ist immer der Nutzen des Kunden  
Plus: Vier Wege zu mehr Effizienz

4

**INTERVIEW**

„Investition in eine Beziehung“: Stephan Nell über den Nutzwert digitaler Lösungen, das vergangene Geschäftsjahr und warum das Grinding Symposium auch ein Dankeschön an die Kunden ist

10

**TECHNOLOGIESTATIONEN**

Die neuesten Maschinen- und Software-Lösungen der UNITED GRINDING Group werden an den Technologiestationen des Symposiums vorgestellt

15

**Customer Care**

Von der digitalen Maschinenüberwachung bis zum Retrofit: die Customer-Care-Leistungen der Unternehmensgruppe

S. 16

- 01 Für hochpräzise Werkzeuge** S. 18
- 02 Produktion moderner PKD-Werkzeuge** S. 19
- 03 Vielseitig für Wendeschneidplatten** S. 20
- 04 Laser in der Werkzeugbearbeitung** S. 21
- 05 Von einem Teil aufs nächste** S. 22
- 06 Produktives Schleifen von Exzenterwellen** S. 23
- 07 Hochflexible Produktionsmaschinen** S. 24
- 08 Innenrundscheifen in Perfektion** S. 25
- 09 Von einfach bis komplex** S. 26
- 10 Zwei Maschinen, je vier Spitzenweiten** S. 27
- 11 Kompakte Lösung für Flugzeugturbinen** S. 28
- 12 Das ideale Verfahren wählen** S. 29
- 13 Normalien hochgenau schleifen** S. 30

**FACHVORTRÄGE**

31

Experten aus Forschung und Praxis stellen in den Fachvorträgen Trendthemen aus der Präzisionsbearbeitung und der produzierenden Industrie vor

**Mittwoch, 8. Mai 2019**

- 14.00 Uhr **DR. DAVID BOSSHART** S. 32  
Mensch und Maschine – wie ergänzen wir uns am besten?
- 14.45 Uhr **REINER SCHMOHL** S. 34  
MEMS-basierte Sensorik für Maschinen- und Prozessüberwachung
- 15.30 Uhr **CHRISTOPH PLÜSS** S. 36  
UNITED GRINDING Digital Solutions™ – Der Kundennutzen
- 16.15 Uhr **DR. SEBASTIAN RISI** S. 38  
Künstliche Intelligenz – damit sich Maschinen kontinuierlich anpassen können

**Donnerstag, 9. Mai 2019**

- 09.30 Uhr **PROF. DR. THOMAS BERGS** S. 40  
Assistenzsystembasierte Prozessüberwachung in der Schleiftechnik
- 10.15 Uhr **ROMAN RUDOLF, THOMAS SCHENK** S. 42  
WireDress® aus der Praxis
- 11.00 Uhr **DR. STEFAN BOHR** S. 44  
Hochleistungsschleifen... rasante Entwicklungen verschiedener Technologien
- 11.45 Uhr **DIPL.-ING. ECKHARD HOHWIELER** S. 46  
Potenziale und Anwendungen für Maschinelles Lernen in der Fertigungsindustrie
- 14.00 Uhr **PROF. DR. KONRAD WEGENER** S. 48  
Vision und Entwicklungen zur Schleifmaschinentechnik
- 14.45 Uhr **DR. MARKUS WEISS** S. 50  
Prozessangepasste Schleifwerkzeuge und innovative Trägerkörper
- 15.30 Uhr **PROF. DR. CARSTEN HEINZEL** S. 52  
Kühlschmierstoffzufuhrbedingungen als Schlüssel für Prozessleistungsfähigkeit
- 16.15 Uhr **MARC BLASER** S. 54  
Verbessern Sie Ihre Profitabilität mit dem flüssigen Werkzeug

**Freitag, 10. Mai 2019**

- 09.30 Uhr **PROF. DR. WILFRIED SAXLER** S. 56  
Vermeidung von Schleifbrand und Zusetzung durch gezielte Kühlschmierstoff-Zuführung
- 10.15 Uhr **WOLFGANG VÖTSCH** S. 58  
Trends in der Werkzeugentwicklung und deren Umsetzung
- 11.00 Uhr **DR. CLAUS DOLD, JAN VAN FRANKENHUYZEN** S. 60  
Think Laser! auf Werkzeugen und 3D-Geometrien
- 11.45 Uhr **ACHIM KOPP** S. 62  
Erfolgsschlüssel Veränderung



Stephan Nell,  
CEO, UNITED GRINDING Group

„AUCH DIE TECHNOLOGIEN DER  
ZUKUNFT WERDEN  
AM ENDE DARAN GEMESSEN,  
WIE HOCH IHR NUTZEN  
FÜR UNSERE KUNDEN IST.“

LIEBE LESERINNEN UND LESER!

Es ist wieder soweit! Alle fünf Jahre veranstalten wir das **Grinding Symposium** in Thun und richten es in diesem Jahr bereits zum vierten Mal aus. In insgesamt 13 Technologiepräsentationen haben unsere Besucher die Gelegenheit, alle neuen Hard- und Softwarelösungen unserer Unternehmensmarken zu erleben. Details hierzu können Sie dieser Ausgabe ab S. 15 entnehmen.

International renommierte Experten sprechen im zweiten Schwerpunkt des Symposiums, den **Fachvorträgen**. Sie greifen die relevanten Trendthemen aus der Produktionsindustrie auf und erläutern neue **Entwicklungen und Erkenntnisse** aus der Schleifmaschinen- und Fertigungsindustrie. In diesem Sonderheft der MOTION haben wir eine Kurzfassung aller Vorträge als Nachschlagewerk zum Grinding Symposium für Sie zusammengestellt.

Das **Future LAB** feiert auf diesem Symposium seine Premiere. Hier zeigen wir in unserer Unternehmensgruppe entwickelte, innovative Technologien und bieten Ihnen damit **einen Blick in die Zukunft**. Bei UNITED GRINDING gilt aber auch für diese Lösungen, dass sie für Sie als Kunden einen **Mehrwert** bieten müssen.

Mit dem Grinding Symposium und seinen Events bedanken wir uns bei ihnen für Ihr Vertrauen und Ihre Treue, die Sie uns auch in den letzten Jahren entgegengebracht haben.

Stephan Nell  
CEO, UNITED GRINDING Group

## IMPRESSUM

**HERAUSGEBER** United Grinding Group Management AG, Jubiläumsstrasse 95, 3005 Bern **VERANTWORTLICH** Paul Kössl **OBJEKTLEITUNG** Myria Aeschbacher **CHEFREDAKTION** Michael Hopp (V.i.S.d.P.) **ART DIRECTION** Tobias Zabell **OPERATION MANAGER** Niels Baumgarten **BILDREDAKTION** Thomas Balke **AUTOREN** Heinz-Jürgen Köhler (Textchef), Ira Schoers **LAYOUT** Claudia Knye **HERSTELLUNG** Ute Szym **VERLAG UND ANSCHRIFT DER REDAKTION** HOFFMANN UND CAMPE X, eine Marke der HOFFMANN UND CAMPE VERLAG GmbH, Harvestehuder Weg 42, 20149 Hamburg **LESERSERVICE** +49 (0)40-44188-243 (Tel.), +49 (0) 40-44188-236 (Fax) **GESCHÄFTSFÜHRUNG** Heiko Gregor, Thomas Keßler **ACCOUNT MANAGER** Niels Baumgarten **LITHO** P-R-O-MEDIEN PRODUKTION GmbH, Hamburg **DRUCK** Neef + Stumme GmbH premium printing, Wittingen. Gedruckt auf FSC®-zertifiziertem Papier (FSC®-C001857).



Alle mit ® gekennzeichneten Marken sind mindestens in der Schweiz oder in Deutschland als Basismarke registriert und somit berechtigt, das Zeichen zu führen.

# NACH DEM MEHRWERT FRAGEN

Die neuesten Technologien in der Präzisionsbearbeitung, Trends aus der produzierenden Industrie von morgen: Wie unter einem Brennglas zeigt das Grinding Symposium den Spirit der Unternehmensgruppe: Im Mittelpunkt steht immer der Nutzen des Kunden

Text: Heinz-Jürgen Köhler

„FÜR UNS IST ES SEHR WICHTIG, dass alles, was wir machen, einen Mehrwert für den Kunden hat.“ So formuliert es Stephan Nell, CEO der UNITED GRINDING Group. Diese Orientierung gilt für alles, was die Unternehmensgruppe tut. Maschinen, Software- und Automationslösungen, der Customer Care in allen Märkten sowie digitale Tools zur Produktionssteuerung und -unterstützung – alles soll die Kunden der Unternehmensgruppe erfolgreicher machen. Das gilt natürlich auch für das Grinding Symposium.

## PRÄSENTATIONEN UND VORTRÄGE

Vom weltgrößten Portfolio an Innenrundschleifmaschinen bis zur Spezialbearbeitung für Robotergerlenke: Die neuesten Maschinenlösungen der Unternehmensmarken sind beim Grinding Symposium an den Technologiestationen zu erleben. Mit Live-Vorführungen und kompetenten Vorträgen erläutern die UNITED-GRINDING-Experten die speziellen Anwendungen, für die die Maschinen optimiert sind.

Eine große Bandbreite an Themen umfassen die Fachvorträge. Mal geht es um die Zusammenarbeit von Mensch und Maschine, mal wird ein Big Picture aus der

produzierenden Industrie skizziert, mal das konkrete Optimierungspotenzial etwa durch den verbesserten Einsatz von Kühlschmiermitteln beschrieben. Gehalten werden diese Vorträge von Forschern international renommierter Institute wie der ETH Zürich und der RWTH Aachen sowie von Experten aus der alltäglichen Schleifpraxis.

## INTERNATIONALER AUSTAUSCH

Die Technologiepräsentationen und die Fachvorträge, sie stehen im Programmheft des Grinding Symposiums. Was nicht darin steht, aber mindestens ebenso wichtig ist, ist der Austausch zwischen den über 1500 Besuchern aus aller Welt, die das Symposium mit ihrer Expertise zur weltweiten Technologiekonferenz der Präzisionsbearbeitung machen.

Kunden aus aller Welt reden miteinander und mit den Experten der UNITED GRINDING Group: Ein internationaler Austausch, dank dem die Unternehmensgruppe ihre Kunden noch besser kennenlernt.

Erstmals bietet das Grinding Symposium daneben mit dem FutureLAB einen Blick in die Produktion von morgen oder übermorgen (mehr dazu auf der nächste Seite).

## DIE UNITED GRINDING GROUP IN ZAHLEN:

**69.000**

*Rund 69.000 Ersatz- & Verschleißteile hat die Unternehmensgruppe auf Lager vorrätig*

**500**

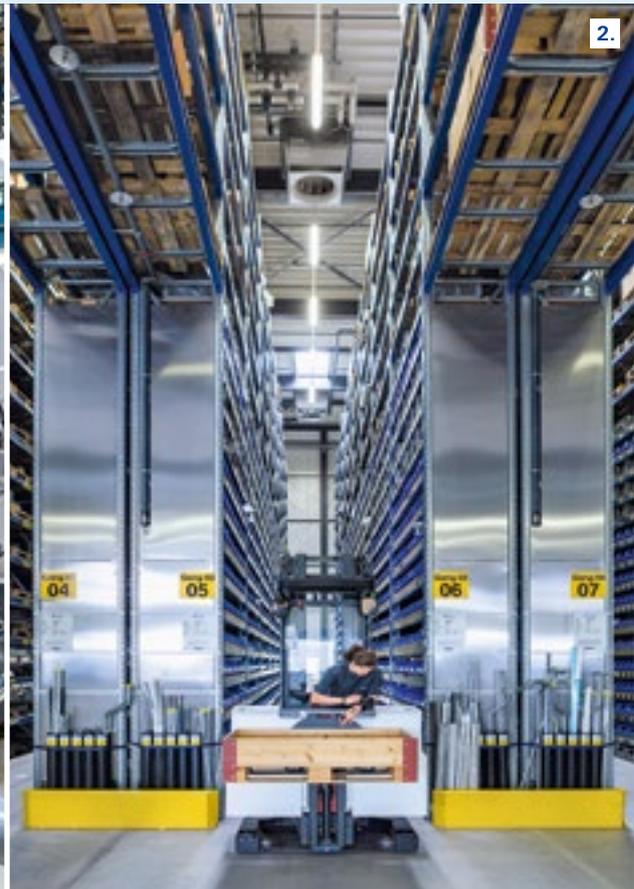
*Auf 500 km/h beschleunigt eine Hochgeschwindigkeits-schleifspindel – und das in nur 2,3 Sekunden*

**40**

*In über 40 Ländern ist die UNITED GRINDING Group zu Hause und bietet Beratung und Service an*

**700.000.000**

*Rund 700 Millionen Euro Umsatz haben die Unternehmensmarken der UNITED GRINDING Group 2018 erwirtschaftet*



Photos: Thomas Eugster (2), Aaron M. Conway, Stanislav Krupar

#### **UNITED GRINDING weltweit:**

1. In der Montagestätte in Leipzig (Deutschland) werden unter anderem MIKROSA-Maschinen fertiggestellt
2. Das Hochregallager in Steffisburg (Schweiz) ist einer der Ausgangspunkte für eine weltumspannende Produktion
3. Dr. Michael Gebhardt koordiniert die kundenspezifischen Maschinenanpassungen in Miamisburg (USA)
4. In Kuřim (Tschechien) optimieren die Projektleiter Julia Schäfer und Milan Urban die internen und externen Logistikabläufe

# INNOVATIONEN ERLEBEN

## Im erstmals auch zum Grinding Symposium gehörenden FutureLAB sind die Besucher eingeladen, neueste Technologien zu erleben und zu diskutieren

Über 250 Ingenieure, Techniker und Software-Entwickler arbeiten bei der UNITED GRINDING Group an neuen Maschinen-, Prozess- und Fertigungslösungen für den Erfolg der Kunden. Eine langfristige Weiterentwicklung ihrer marktführenden Produkte und Prozesse liegt der Unternehmensgruppe besonders am Herzen. „Dabei achten wir auf einen gesunden Mix aus radikal neuartigen Technologien, wegweisend neuen Maschinenkonzepten sowie klassischen Produktoptimierungen“, erklärt CTO Christoph Plüss. Im FutureLAB des Grinding Symposiums sind die Kunden eingeladen, technologische Vor- und Neuentwicklungen zu erleben und mit den Experten der Gruppe zu diskutieren.

### DIGITAL SOLUTIONS

Im digitalen Leitstand der UNITED GRINDING Digital Solutions™ sind alle Maschinenexponate des Symposiums live und online verbunden. Aktuelle Maschinenzustände können auf dem PRODUCTION MONITOR, anstehende Wartungsarbeiten auf dem SERVICE MONITOR überprüft werden. Mit einem Knopfdruck kann per SERVICE REQUEST ein direkter und sicherer Datentunnel zum Customer-Care-Team aufgebaut werden. Im Servicefall kann mit dem REMOTE SERVICE und dem neuen CONFERENCE CENTER direkt und digital geholfen werden.

Erstmalig kann im FutureLAB außerdem die Anbindung von Fremdmaschinen an die UNITED GRINDING Digital Solutions™-Produkte erlebt werden. Im Bereich von „Condition Monitoring“ und

„Predictive Maintenance“ werden erste Ansätze eines digitalen Fingerabdrucks der Hauptachsen vorgestellt, der einen schnellen Zustandsvergleich der Maschine ermöglicht.

### NEW TECHNOLOGIES

Technologische Weiterentwicklungen von Hochleistungswerkstoffen stellen Schleif- und Bearbeitungsprozesse immer wieder vor neue Herausforderungen. Deshalb zählen längst neue, ergänzende Technologien wie EDM (Electrical Discharge Machining) oder berührungslose Messtechnik zu den Kernkompetenzen der Unternehmensgruppe.

Modernste Lasertechnik wird für die Bearbeitung superharter Werkstoffe eingesetzt. Die aktuelle Forschung befasst sich mit neuartigen Femtosekundenlaser zur „kalten“ Mikromaterialbearbeitung. Mit speziellen Laserbearbeitungsoptiken ist die Unternehmensgruppe heute bereits in der Lage, Fokusedurchmesser von weniger als einem Mikrometer zu erzeugen. So können

in Zukunft auch Mikrobauteile in allen möglichen Werkstoffen hergestellt werden.

### INNOVATIVE BEDIENKONZEPTE

Maschinen durch Gesten, Sprache oder Blicke steuern – das ist die Vision der UNITED GRINDING Group. „Wir erachten es als wegweisend, die Bedienung unserer High-End-Maschinen in Zukunft zu vereinfachen und über die ganze Unternehmensgruppe hinweg zu vereinheitlichen“, betont Plüss.

Das HMI (Human Machine Interface) soll sich an die Fähigkeiten, Bedürfnisse und Kernaufgaben der Bediener anpassen. So werden einem Schichtarbeiter nur die Funktionalitäten zur Verfügung gestellt, die er zur Teileproduktion benötigt; ein erfahrener Servicetechniker erhält relevante Prozess- und Diagnosefunktionalitäten.

### ADDITIVE FERTIGUNG

Der industrielle 3D-Druck ist ein Zukunftsthema, das auch die UNITED GRINDING Group beschäftigt. Mit der IRPD AG stellt die Gruppe 3D-Druck-Dienstleistungen in Kunststoff und Metall für interne wie externe Kunden bereit. „In Zukunft könnte die SLM-Technologie (Selective Laser Melting) als bedeutsames Urformverfahren zur Erzeugung komplexer, metallischer Bauteile relevant werden“, so Plüss. In Kombination mit ihrer Kompetenz in der Hartfeinbearbeitung und der digitalen Vernetzung von Fertigungsprozessen und Maschinen entwickelt die Gruppe die Wertschöpfungskette vom Metallpulver bis zum fertig einsetzbaren Bauteil – und nennt es „Powder to Part® / P2P®“.

900

Über 900 Jahre Erfahrung repräsentieren die Marken der Unternehmensgruppe. JUNG und WALTER feiern 2019 ihr 100-jähriges Jubiläum

550

Etwa 550 Mitarbeiter im Customer Care unterstützen die Kunden der Gruppe weltweit und sorgen unter anderem mit verschiedenen Dienstleistungen und Services für eine höchstmögliche Maschinenverfügbarkeit

10

Jeder zehnte Mitarbeiter der UNITED GRINDING Group arbeitet im Bereich Forschung & Entwicklung



Photos: Thomas Eugster, David Schweizer, Meinrad Schade

#### **Zukunftstechnologien:**

1. Mit den Tools der UNITED GRINDING Digital Solutions™ arbeitet die Unternehmensgruppe an der vernetzten Produktion
2. Pionierarbeit im Selective-Laser-Melting-Verfahren leistet die Unternehmenstochter IRPD im Schweizer St. Gallen
3. Virtual-Reality-Anwendungen setzt die Unternehmensgruppe jetzt schon zur Visualisierung auf Messen ein, perspektivisch dann in der Maschinenwartung und -reparatur
4. In der Laser-Mikrobearbeitung spiralierter Diamantwerkzeuge ist die Ewag AG der weltweite Technologieführer

# VIER WEGE ZU MEHR EFFIZIENZ

Sei es ein spezielles Herstellungsverfahren wie das für Wellpappen oder ein revolutionäres Abrichtverfahren: Die Experten der Unternehmensgruppe entwickeln stets an Möglichkeiten, die Effizienz zu maximieren. Vier Beispiele:

## 1. ABRICHTTECHNOLOGIE WIREDRESS®

Sintermetallgebundene Schleifscheiben sind ideal. Mit ihnen können Stahl, Hartmetall, Keramiken und Sonderlegierungen sehr performant geschliffen werden. Sie arbeiten präzise, verschleißarm, sind geometrisch äußerst stabil und leiten Wärme gut ab.

Aber: Sie führen ein Nischendasein, weil sie mit herkömmlichen mechanischen Technologien kaum abrichtbar sind. Hier setzte eine mehrjährige Entwicklungsarbeit der STUDER- Ingenieure an. Mit Forschern der ETH Zürich entwickelten sie das Abrichtverfahren WireDress®, mit dem Sintermetall-schleifscheiben einfach abzurichten sind.

Nach dem Prinzip der Drahtelektroerosion wird die Schleifscheibe berührungslos in der Schleifmaschine abgerichtet. Das führt zu maximalem Kornfreistand und damit zu optimaler Schnittigkeit. „Mit Sintermetall-schleifscheiben und WireDress® arbeitet einer unserer Kunden im µm-Bereich um 70 Prozent effektiver und schleift fünfmal schneller als mit keramisch gebundenen Scheiben“, so Projektleiter Entwicklung Michael Klotz. Zurzeit ist das Abrichtverfahren für mehrere STUDER-Maschinen verfügbar, in Kürze wird es optional auch für die Maschinen anderer Marken angeboten.

## 2. HERSTELLUNG VON RIFFELWALZEN

Jede Lieferung von online bestellten Waren steckt darin: Kartons aus Wellpappe. Die

## Prozessintegration, Standzeiten minimieren, Materialien optimieren: Die UNITED GRINDING Group prüft viele unterschiedliche Möglichkeiten, die Effizienz in der Produk- tion zu erhöhen

Herstellung von Wellpappe ist indes nicht gerade simpel. Papierbahnen laufen durch ineinandergreifende Riffelwalzen, werden dadurch in Form gebracht und dann verklebt. Herkömmlich werden Riffelwalzen zuerst vorbearbeitet, zur Härterei gebracht und danach im Pendelschliff nachgeschliffen – wohlgemerkt: Walzen mit einer Länge bis zu 4,5 Meter und 4 Tonnen Gewicht.

Dank der robusten Bauweise der MÄGERLE MGC können Riffelwalzen ohne Vorbearbeitung direkt in gehärtetem Zustand geschliffen werden. Mit einem Überkopfabrichter werden die Schleifscheiben dabei kontinuierlich scharf gehalten. „Die Produktionszeit der Riffelwalzen kann dadurch um Faktor 3 bis 4 reduziert werden“, erklärt Viktor Ruh, Produktmanager bei MÄGERLE.

## 3. ZWEI BEARBEITUNGSSTATIONEN

Effizient arbeiten, heißt schneller arbeiten, so könnte die einfache Rechnung heißen. Doch irgendwann sind Bearbeitungszeiten

einfach nicht mehr reduzierbar. „Deswegen haben wir die Nebenzeiten betrachtet“, erklärt der Leiter Verfahrenstechnik bei SCHAUDT und MIKROSA Wadim Karassik. Das Ergebnis: zwei Werkstückspindelstöcke in einer Maschine. Die SCHAUDT CamGrind S und L mit integriertem Roboter bieten diese Möglichkeit. „Damit habe ich zwei Maschinen in einer und eine um 50 Prozent höhere Produktivität“, so Karassik.

Geeignet ist das hocheffiziente Produktionsverfahren etwa in der Robotik für die Bearbeitung von Exzenterwellen für Roboter-gelenke oder im Automotive-Bereich für die Bearbeitung von modernen Nockenstücken, welche in Motoren mit Zylinderabschaltung zum Einsatz kommen.

## 4. INTEGRIERTES MESSSYSTEM

Wie kann ich mit den ohnehin vorhandenen Maschinen-Features die Effizienz der Maschine steigern. Das war der Ausgangspunkt für die Entwicklung von IMS (Internal Measuring System) bei WALTER. Basierend auf dem in allen WALTER-Maschinen verbauten 3D-Taster wurde eine Software für das integrierte Messsystem entwickelt.

Der 3D-Taster misst anhand einstellbarer Parameter die Werkzeuge nach dem Schleifprozess. Das sind Durchmesser, Kerndurchmesser und Spanwinkel. Auf Basis des voreingestellten Toleranzbereichs überprüft das Messsystem die Güte der Werkzeuge und stoppt die Produktion, wenn der vorgegebene Toleranzbereich verlassen wird.

IMS erlaubt eine automatisierte, manuelle Fertigung mit integrierter Qualitätskontrolle. „Zehn Prozent mehr an Effizienz sind damit möglich“, betont der Leiter Produktmanagement Martin Hämmerle.

12.500

*Rund 12.500 Herausforderungen haben die Servicetechniker im Customer Care 2018 angenommen und gelöst*

2.500

*Rund 2.500 Mitarbeiter sind weltweit in der UNITED GRINDING Group tätig*

1.600

*Über 1.600 individuell konfigurierte Maschinen haben die Marken 2018 verkauft – das sind 1.600 Lösungen für konkrete Bearbeitungsanforderungen bei den Kunden*

30

*Menschen aus über 30 Nationen arbeiten weltweit für die UNITED GRINDING Group*



**Effizienter produzieren:**

1. Projektleiter Michael Klotz und sein Team entwickelten WireDress® zur Marktreife
2. MÄGERLE-Produktmanager Viktor Ruh zeigt die Aufspannung der vier Tonnen schweren Riffelwalzen
3. Zwei Maschinen in einer bietet die Lösung von Wadim Karassik und der Verfahrenstechnik bei SCHAUDT und MIKROSA
4. „Drei Parameter reichen, um den Prozess zu steuern“, weiß WALTER-Produktmanager Martin Hämmerle



*Seit 2012 leitet  
Stephan Nell als CEO die  
UNITED GRINDING Group*

# „INVESTITION IN EINE BEZIEHUNG“

Wie Digitalisierung die Produktivität erhöht, was sich die UNITED GRINDING Group vom Grinding Symposium verspricht und worauf er sich bei der Veranstaltung selbst am meisten freut – das erklärt CEO Stephan Nell im Interview

Text: Michael Hopp

Fotografie: Natalie Bothur

## Was erwartet sich die UNITED GRINDING Group vom Grinding Symposium?

**Stephan Nell:** Unsere Mission ist ja grundsätzlich, unsere Kunden erfolgreicher zu machen. Das Grinding Symposium ist ein wichtiger Baustein dafür. Wir möchten unseren Kunden dabei das Neuste aus unserer Branche vorstellen und ihnen Wissen über bestehende und neue Technologien vermitteln, die ihnen heute schon helfen, effizienter zu arbeiten. Außerdem möchten wir ihnen relevante Informationen zu Themen von morgen geben. Dabei muss es nicht nur um das Schleifen direkt gehen. In unseren Fachvorträgen nehmen wir Themen auf, die allgemeine Trends und Herausforderungen der Zukunft beleuchten, die unsere Kunden auch über das Schleifen hinaus beschäftigen. Zu guter Letzt möchten wir mit unseren Kunden in Austausch treten und ihre Meinungen zu

relevanten Themen abholen, damit wir auch zukünftig die richtigen Lösungen anbieten können, die unsere Kunden dabei unterstützen, noch erfolgreicher zu sein. Wenn uns das gelingt, haben wir unser Ziel erreicht.

## Dabei ist das Symposium ja aber keine Verkaufsveranstaltung?

Definitiv nicht. Die meisten Besucher sind bestehende Kunden, und das Symposium ist auch eine Art, ihnen Danke zu sagen. Wir versuchen einen Mehrwert zu bieten und unseren Kunden etwas zurückzugeben für das Vertrauen, das sie seit Jahren in uns setzen.

## Erstmals gibt es bei diesem Symposium das FutureLAB. Was erwartet die Besucher dort?

Wir trennen das ganz bewusst: Die Technologien an den Technologiestationen kann man schon heute bestellen und

einsetzen. Im FutureLAB möchten wir einen Ausblick geben auf Themen, die nicht notwendigerweise morgen auf den Markt kommen. Das ist vergleichbar mit einem Autohersteller, der bei einer Messe einen Prototyp zeigt. Wir zeigen, was bei uns in den nächsten Jahren an Entwicklungen ansteht und erhoffen uns hierzu ein Feedback der Kunden.

**Studien besagen, dass im Maschinenbau die erwartete Steigerung der Produktivität durch die Digitalisierung bisher nicht eingetreten ist. Wie nehmen Sie die Entwicklung wahr?**

Wir können da nur für uns reden. Natürlich geht es bei uns immer auch um die Produktivität. Lassen Sie mich ein Beispiel geben. Wir betreiben eine Smart Factory und da geht es darum, die Overall Equipment Effectiveness (OEE) zu erhöhen. Unsere Lösung war ein Tool zur Visualisierung für unsere Mitarbeiter, um verständlich zu machen, worum es geht. Daraus ist eine Kundenlösung entstanden, die durch Visualisierung relevanter Parameter auch unseren Kunden helfen soll, ihre Produktivität zu erhöhen. Ich spreche dabei von den Produkten unserer UNITED GRINDING Digital Solutions™.

**Das bedeutet in diesem Fall, mehr Produktivität dank Digitalisierung.**

Für uns ist es sehr wichtig, dass alles, was wir im Bereich Digitalisierung machen, immer einen Mehrwert hat für die Kunden. Auf Messen sehe ich viele technologische Lösungen und frage mich ‚Warum machen die das?‘ Und oftmals, so habe ich das Gefühl, lautet die Antwort: ‚Weil sie es können, nicht, weil Kunden es brauchen‘. Wir stellen uns immer die Frage: ‚Machen wir das jetzt nur, weil wir das können, oder bringt es einen echten Mehrwert?‘ Wollen sie bei ihrem vernetzten Auto wissen, wie hoch gerade die Temperatur der Radnabe vorne links ist? Kaum. Aber sie wollen wissen, wann sie bricht. Also ist die Aufgabe zu überlegen, wie ich mit den erhobenen Daten einen Sicherheitsgewinn oder einen Produktivitätsfortschritt erzielen kann. Und wenn ich weiß, dass ich an einer bestimm-



**„FÜR UNS IST ES SEHR WICHTIG, DASS ALLES, WAS WIR IM BEREICH DIGITALISIERUNG MACHEN, IMMER EINEN MEHRWERT FÜR DIE KUNDEN HAT.“**

ten Stelle etwas tun muss, dann bin ich auf dem Weg zur Predictive Maintenance. Und wenn wir die Digitalisierung und damit die gewonnenen Daten in dieser Art und Weise intelligent auswerten und einsetzen, dann kann die Digitalisierung durchaus zur Produktivitätssteigerung beitragen.

**Inwieweit entstehen neue Geschäftsmodelle durch die Digitalisierung?**

Grundsätzlich kann ich sagen: Wir sind Maschinenbauer und bleiben es. Wir werden kein Software-Konzern, das können andere besser. Ich weiß auch nicht, ob man so einfach trennen kann zwischen digital und analog. Wir entwickeln intelligente Komponenten für Maschinen, das ist eine Kombination aus Digitalisierung und Maschinenbau. Das

Schöne an Werkzeugmaschinen ist, dass es ohne sie hier in dem Raum nichts geben würde – keine Tische, keine Stühle und schon gar keine Kamera. Wenn wir es aber, wie oben erwähnt, schaffen, relevante Daten zu erheben und intelligent und nutzbringend für den Kunden auszuwerten, dann kann ich mir durchaus vorstellen, dass daraus neue Geschäftsmodelle entstehen können.

**Verstelt die Konzentration auf die Digitalisierung manchmal den Blick auf andere Optimierungspotenziale?**

Bei UNITED GRINDING trennen wir das. Wir haben Mitarbeiter, die sich mit Digitalisierung beschäftigen, und ganze Bereiche, die sich mit der mechanischen Entwicklung befassen. Es gibt im Schleifprozess immer

## „WIR HELFEN UNSEREN KUNDEN, FÜR DEN SPEZIFISCHEN ANFORDERUNGSFALL IM JEWEILIGEN LAND DIE BESTE LÖSUNG ZU FINDEN.“

### IM GESPRÄCH

#### STEPHAN NELL

kam 2003 als Vertriebsleiter zu STUDER. Von 2005 bis 2011 war er dort Mitglied der Geschäftsführung. Seit 2012 ist er CEO der UNITED GRINDING Group.



wieder Themen, die zu Effizienzsteigerungen bei unseren Kunden beitragen. Die Abrichttechnologie WireDress® etwa hat nichts mit Digitalisierung zu tun und realisiert deutliche Effizienzgewinne. An solchen Themen arbeiten wir intensiv.

#### **Die Automatisierung wird im weltweiten Vergleich unterschiedlich gesehen – in Deutschland verbunden mit der Angst um Arbeitsplätze, in China als Entwicklungstreiber. Wie stellt sich ein globales Unternehmen dazu auf?**

Ich glaube, das ist gar nicht so schwierig. Die Automatisierung in der technischen Lösung ist überall die gleiche. Die Motivation, warum man sie kauft, ist unterschiedlich. In unserer Branche geht es immer um Präzision, zu der Automationslösungen einen wichtigen Beitrag leisten können. Natürlich kann die Motivation auch sein, einen Mangel an Arbeitskräften auszugleichen. Das ist ein Thema in den USA, wo in der verarbeitenden Industrie Tausende von Arbeitskräften fehlen, oder in Europa, wo wir überalterte Gesellschaften haben. Die Frage ist, ob die Automatisierung unterm Strich Arbeitsplätze vernichten wird. Aber es gab schon manche Veränderung in der industriellen Evolution – und die Gesellschaft hat sich immer angepasst. Also, ich bin da nicht so pessimistisch.

„WIR WOLLEN ETWAS ZURÜCKGEBEN FÜR DAS VERTRAUEN, DAS UNSERE KUNDEN SEIT JAHREN IN UNS SETZEN.“



**„ICH GLAUBE, DAS GUTE IST, DASS WIR HEUTE NOCH UNTERNEHMERISCHER DENKEN UND HANDELN KÖNNEN.“**



**Anfang 2019 hat die Unternehmensgruppe erstmals Geschäftszahlen veröffentlicht. Wie beurteilen Sie das Geschäftsjahr 2018 und welche Entwicklung erwarten Sie für 2019?**

2018 war ein absolutes Rekordjahr. Wir konnten rund 800 Millionen Schweizer Franken, also 700 Millionen Euro, Umsatz realisieren und hatten eine zweistellige Umsatzrendite. Getragen natürlich auch durch die florierende Weltwirtschaft. Der Ausblick für 2019 ist schwieriger, es gibt viele Themen auf der Welt, man braucht ja nur die Zeitung aufzuschlagen: Was wird aus dem Brexit? Welche Handelshemmnisse gibt es zukünftig? Und viele weitere Fragen. Das sind schwer vorherzusagende Themen, die zu Verunsicherungen und damit einhergehend eher zu einer Beruhigung der Nachfrage führen werden. Auf diese Entwicklung sind wir vorbereitet.



**Seit Mitte 2018 gehört die UNITED GRINDING Group nicht mehr zur Körber-Gruppe. Was spüren die Kunden davon?**

Der Eigentümerwechsel hat keinen unmittelbaren Einfluss auf die einzelnen Unternehmensmarken oder die Kunden. Man sieht ja auch, dass der Wechsel unspektakulär vonstatten gegangen ist. Es gab keine Strategie-Änderung, das Management ist das gleiche, die Firmen sind die gleichen. Ich glaube, das Gute ist, dass wir heute noch unternehmerischer denken und handeln können.

**Die UNITED GRINDING Group konfiguriert ihre Technologie ja stark für die einzelnen Märkte. Was heißt das für die Automatisierung?**

Für uns geht es immer darum, Kunden das zu bieten, was sie brauchen. Und das ist nicht auf der ganzen Welt gleich. Unser Anspruch ist: Wir sind international, wir sind kundennah, wir müssen den Kunden verstehen. Damit ist nicht nur die Sprache gemeint, sondern die Produktionsphilosophie. Wir haben Kunden, die die gleichen Teile herstellen in unterschiedlichen Weltregionen – und die machen das überall anders. Wir helfen unseren Kunden, für den spezifi-

schen Anforderungsfall im jeweiligen Land die beste Lösung zu finden.

**Aber Automatisierung hat ja auch die Dimension Arbeitskosten. Roboter werden nicht krank, haben keinen Urlaub und erhalten keine Pension. Was bedeutet Automatisierung in dieser Hinsicht?**

Wie schon gesagt, hat es in der industriellen Evolution schon manche Veränderung gegeben. Keine hat bisher in der Geschichte dazu geführt, dass Menschen als Arbeitskräfte nicht mehr gebraucht wurden. Es sind daraus immer wieder neue Herausforderungen und auch Chancen entstanden.

**Noch einmal zum Grinding Symposium. Sie werden ja die ganze Zeit dort sein. Worauf freuen Sie sich besonders?**

Ich freue mich besonders auf die Kunden. Das genieße ich immer wieder, auch auf Messen: Mit den Kunden zu reden und zu hören, was sie bewegt. Auch zu hören, was bei uns vielleicht nicht so gut läuft. ◦

# NEUE TECHNOLOGIE ERLEBEN, STATION FÜR STATION

Die neuesten Maschinen und  
Lösungen der UNITED GRINDING Group.  
An Station 11 gibt es mit der  
MÄGERLE MFP 30 eine Weltneuheit

■	<b>CUSTOMER CARE</b>	Von der digitalen Maschinenüberwachung bis zum Retrofit: die Customer-Care-Leistungen der Unternehmensgruppe	16
01	<b>FÜR HOCHPRÄZISE WERKZEUGE</b>		18
02	<b>PRODUKTION MODERNER PKD-WERKZEUGE</b>		19
03	<b>VIELSEITIG FÜR WENDESCHNEIDPLATTEN</b>		20
04	<b>LASER IN DER WERKZEUGBEARBEITUNG</b>		21
05	<b>VON EINEM TEIL AUFS NÄCHSTE</b>		22
06	<b>PRODUKTIVES SCHLEIFEN VON EXZENTERWELLEN</b>		23
07	<b>HOCHFLEXIBLE PRODUKTIONSMASCHINEN</b>		24
08	<b>INNENRUNDSCHLEIFEN IN PERFEKTION</b>		25
09	<b>VON EINFACH BIS KOMPLEX</b>		26
10	<b>ZWEI MASCHINEN, JE VIER SPITZENWEITEN</b>		27
11	<b>KOMPAKTE LÖSUNG FÜR FLUGZEUGTURBINEN</b>		28
12	<b>DAS IDEALE VERFAHREN WÄHLEN</b>		29
13	<b>NORMALIEN HOCHGENAU SCHLEIFEN</b>		30



CUSTOMER  
CARE

# MEHR ALS REINER KUNDENDIENST

Mit dem Customer Care bietet die UNITED GRINDING Group ihren Kunden Unterstützung über die gesamte Maschinenlebenszeit an

## DIE VORTEILE AUF EINEN BLICK

- Maschinenverfügbarkeit erhöhen
- Produktivität steigern
- Produktionsüberwachung
- Minimierung der Prozesszeiten
- Reduktion der Nebenzeiten

*Customer Care international:  
Service-Techniker Charles Yang  
aus Shanghai und seine über  
550 Kollegen unterstützen die  
Kunden in allen Märkten*

CUSTOMER CARE – das ist mehr als die Versorgung mit Ersatzteilen und der Einsatz von weltweit über 550 qualifizierten Mitarbeitern. Zusätzlich bieten die einzelnen Marken der Gruppe zahlreiche weitere Dienstleistungen, welche die Maschinenverfügbarkeit möglichst dauerhaft sicherstellen und die der Anlagen steigern. Neben Services wie Maschinenüberholungen zählen dazu auch nachrüstbare Module und Softwaretools.

## DIGITALE PROZESSÜBERWACHUNG

Im Rahmen von UNITED GRINDING Digital Solutions™ entwickelt die Gruppe Industrie-4.0-Technologien zur digitalen Erfassung,

Visualisierung und Analyse sämtlicher Maschinen- und Prozessdaten: Der Production Monitor visualisiert die Produktivität der Maschine und liefert Basisdaten zu deren Optimierung, mit dem Service Monitor wird sichergestellt, dass die erforderlichen Instandhaltungsmaßnahmen zeitgerecht und fachmännisch durchgeführt werden und mit Remote Service können im Notfall die Spezialisten von UNITED GRINDING auf die Maschine zugreifen, nachdem sie vom Anwender per Service Request aufgefördert wurden.

Die Überwachung der Maschinenachsen und Schleifspindeln im Interpolationstakt der Steuerung erlaubt zukünftig die indirekte





*Die Maschinenübergabe an den Kunden ist ein bedeutender Meilenstein in der Customer Journey*

Kontrolle des Maschinenzustandes. Größere Maschinenschäden und schleichende Prozessveränderungen können durch Abgleich mit historischen Sollwerten auf diese Weise schnellstmöglich entdeckt werden.

Zudem erfasst die objektive, transparente Überwachung des Maschinenzustands automatisch wichtige Kennzahlen – darunter Fehlermeldungen, Schaltvorgänge und Achslaufleistungen. Nicht zuletzt erlaubt die Erfassung von Kühlmitteldruck, -durchfluss und -temperatur die finale Beherrschung des Prozesses. Das Ergebnis sind reduzierte Schleifzeiten und Werkzeugkosten, weniger Bauteilausschuss bei gleichzeitig höherer Bauteilqualität und eine höhere Produktivität.

#### OPTIONALE SOFTWAREMODULE

STUDER ermöglicht mit nachrüstbaren Modulen seiner Schleifsoftware StuderWIN und StuderTechnology eine umfangreiche Funktionserweiterung der Maschinen. Zu den optionalen Erweiterungspaketen zählen neben StuderDress für das rationale (Um)Profilieren von Schleifscheiben und StuderContour für das Schäl-, Ballig- und Konturschleifen auch die Gewindeschleifsoftware StuderThread sowie die Unrund-Schleifsoftware StuderForm für einfache Anwendungen und die hocheffiziente Unrund-Schleifsoftware StuderFormHSM zur Bearbeitung von Kurven und Polygonen. Eine effiziente Offline-Programmierung ermöglicht die

Software StuderWINprogrammierung. StuderTechnology unterstützt den Bediener zudem beim Einrichten und Programmieren der Maschine. Dabei erhält der Kunde auf Anhieb gute Qualität und einen schnellen, stabilen Prozess – unabhängig vom Bediener.

#### PERFORMANCE PACKAGES

Mit dem „FANUC Performance Package“ ermöglicht WALTER Anwendern der HELITRONIC POWER mit älterer Fanuc-Steuerung, die Leistung der Steuerung auf einfache Weise zu steigern. Die Bearbeitung in HELITRONIC TOOL STUDIO kann so um das bis zu Vierfache beschleunigt und die Nebenzeiten können deutlich reduziert werden.

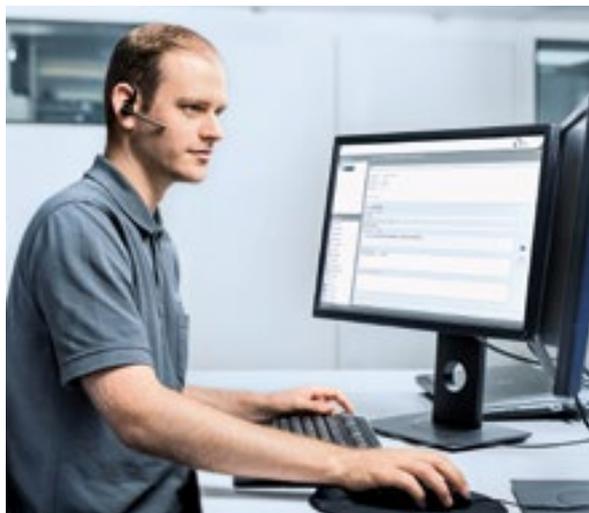
#### MASCHINENVERFÜGBARKEIT

Zur Sicherung der Maschinenverfügbarkeit bietet die Schaudt Mikrosa GmbH eine Umrüstung von mechanischen Festplatten auf den neuesten kompatiblen Festplattentyp SSD SATA an. Durch das Update wird nicht nur ein Datenverlust oder ein ungeplanter Maschinenstillstand vermieden. Auch die Leistung von PCU und IPC steigt deutlich.

#### RETROFIT FÜR SPINDELANTRIEBE

Zur Steigerung von Flexibilität und Produktivität entwickelte EWAG für Anwender seiner Schleifmaschinen WS 11 und WS 11-SP das RETROFIT-KIT an. Der Nachrüstsatz dient der regelungstechnischen Modernisierung und vereinfachten Bedienung der Maschinen. Zum KIT gehören eine Bedieneinheit für die Anpassung von Drehrichtung und Drehzahl der Werkstück- beziehungsweise Schleifspindel an die jeweilige Schleifaufgabe und ein freistehender Steuerschrank inklusive modernster Elektronik und Temperaturüberwachung.

Mit der Kombination aus umfassendem, qualifiziertem Kundendienst, Maschinenüberholungen und nachrüstbaren Optionen maximiert UNITED GRINDING die Maschinenverfügbarkeit und Anlagenproduktivität seiner Kunden. ◦



Photos: Thomas Eugster, David Schweizer

*Mit dem UNITED GRINDING Remote Service bietet das Unternehmen seinen Kunden auch den Austausch mit den Service-Experten an*

01

# FÜR HOCHPRÄZISE WERKZEUGE

Die neue HELITRONIC POWER 400 und die HELICHECK 3D von WALTER sind die ideale Kombination für die High-End-Produktion von Werkzeugen für die Luftfahrtindustrie



Die WALTER HELITRONIC POWER 400 mit Scheibenwechsler und der Option „Robotlader“



Die WALTER HELICHECK 3D misst Werkzeuge mit einer Länge von bis zu 420 Millimetern

## DIE VORTEILE AUF EINEN BLICK

- Maximale Präzision und Oberflächengenauigkeit
- Einsparung von Ressourcen durch „First time right“
- Maximale Prozessstabilität durch permanentes Prüfen und Kompensieren

**DIE PRODUKTION MODERNER TRIEBWERKE** für die Luftfahrtindustrie erfordert höchst präzise Werkzeuge, wie z.B. Tannenbaumfräser. Für deren Fertigung bedarf es neben modernsten Technologien auch hochgenauer Messmethoden, um den Prozess jederzeit kontrollieren und qualifizieren zu können. WALTER erreicht die erforderliche Präzision durch eine prozessoptimierte Fertigungs-

strategie in der Werkzeugschleifmaschine HELITRONIC POWER 400 und eine Prozesskontrolle mittels der vollautomatischen Messmaschine HELICHECK 3D.

Die HELITRONIC POWER 400 verfügt über einen Scheibenwechsler sowie erweiterte Verfahrwege und ermöglicht damit die Bearbeitung von Werkstücken mit Längen bis 380 Millimetern in einer Aufspannung. Zudem erhielt die neue Maschine eine komplett überarbeitete Basis, wodurch sich das Dämpfungsverhalten und damit in der Konsequenz Präzision und Oberflächengenauigkeit noch weiter verbessern.

## EIGENE SOFTWARE

Mit der CNC-Messmaschine HELICHECK 3D wird der Tannenbaumfräser zunächst digitalisiert und damit ein virtuelles Abbild erzeugt, das anschließend gespeichert, weiterverarbeitet, analysiert und gemessen werden kann. Mit dem 3D Tool Analyzer,

einer von WALTER speziell für diesen Einsatzzweck entwickelten Software, können dann an beliebigen Positionen horizontale, vertikale und frei wählbare Schnittebenen durch das 3D-Modell gelegt werden. Diese werden vollautomatisch analysiert und ausgewertet. Zudem wird das digitalisierte Abbild mit dem Idealmodell des Werkzeugs verglichen beziehungsweise „gematcht“. Auch hierfür entwickelte WALTER eine eigene Software, den 3D Matcher. Er liefert dem Bediener sofort eine Aussage über die Qualität des Produkts und die Abweichungen vom Soll-Wert. Auf dieser Basis kann er bei Bedarf regelnd in den Prozess eingreifen.

Auf dem Grinding Symposium zeigt WALTER die Kombination aus High-End-Schleifprozess und Qualitätskontrolle in einem in sich geschlossenen System.

**KONTAKT:**  
christoph.ehrler@walter-machines.com

*Je nach Robotlader-Version ist eine Beladung auf bis zu sieben Palettenebenen bei der HELTRONIC POWER 400 bzw. HELTRONIC POWER DIAMOND 400 möglich*

02



# PRODUKTION MODERNER PKD-WERKZEUGE

Um PKD-Werkzeuge effizient zu produzieren, sind mehrere Prozessschritte zu durchlaufen. Mit der HELTRONIC POWER DIAMOND 400 bietet WALTER dafür ein Hybridverfahren aus Schleifen und Erodieren an

## DIE VORTEILE AUF EINEN BLICK

- Erodieren und Schleifen auf einer Maschine
- State-of-the-Art Technologien
- Komplexe Geometrien einfach programmieren mit HELTRONIC TOOL STUDIO Erodieren
- Höchste Flexibilität und Automation
- Multi-Use-Roboterzelle erledigt wichtige Aufgaben in der Nebenzeit
- Hochwertige Laserbeschriftung



DER EINSATZ KOMPLEXER, MODERNER Vollkopf-PKD-Werkzeuge wächst stetig. Damit nimmt auch die Forderung nach einer Kombinationsbearbeitung aus Schleifen und Erodieren zu. Diese Entwicklung wird bereits heute an den neuartigen PKD-Werkzeugen deutlich, die unter anderem für die Bearbeitung glasfaserverstärkter Kunststoffe (CFK) in der Luft- und Raumfahrt benötigt werden.

Eine Kombinationsbearbeitung, bei der zunächst das Hartmetall geschliffen und anschließend die PKD-Schneide erodiert wird, ist das einzige Verfahren, um derartige PKD-Werkzeuge effizient herzustellen.

WALTER bietet mit dem „Two-in-One-Konzept“ der HELTRONIC POWER DIAMOND 400 eine solche Kombinationsbearbeitung an. Vorteil: Anwender der Schleif- und Erodiermaschine können alle erforderlichen Bearbeitungsschritte am Werkzeug auf derselben Maschine durchführen. Ein zeitaufwendiges Umspannen des Werkzeugs entfällt.

Damit ist dieses Verfahren bei der Bearbeitung moderner PKD-Werkzeuge, bei denen der Rohling aus Hartmetall bereits mit

gelötetem PKD-Kopf versehen ist, besonders wirtschaftlich.

## NEUES BEDIENKONZEPT

Nach der Bearbeitung wird die Qualität des PKD-Werkzeugs auf der Messmaschine HELICHECK PLUS geprüft und bestätigt – und dies vollautomatisch mit einem Roboter. Die neue Roboterzelle der Messmaschine reinigt die fertig bearbeiteten Werkzeuge zunächst vollautomatisch, bevor sie sie für die Messung aller wichtigen Parameter in die HELICHECK PLUS lädt.

Das neue Bedienkonzept „Metrology Center“ der Messmaschine sorgt hierbei für eine komfortable Bedienung. Nach der Messung können die Werkzeuge mit der integrierten Laserbeschriftungsanlage individuell beschriftet werden. Dabei handelt es sich um eine qualitativ besonders hochwertige Anlassbeschriftung, bei der der Farbwechsel und nicht die Gravur den entscheidenden Unterschied macht.

## KONTAKT:

christoph.ehrler@walter-machines.com

03

# VIELSEITIG FÜR WENDESCHNEIDPLATTEN

Die COMPACT LINE und PROFILE LINE von EWAG sind zwei innovative Schleifmaschinen für die hochpräzise Bearbeitung von Schneidplatten sowie hochkomplexen auswechselbaren Schleifeinsätzen

## DIE VORTEILE AUF EINEN BLICK

- Schleifen hochkomplexer Geometrien
- Zugewinn an Präzision und Produktivität
- Höchstmaß an Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Bedienkomfort
- Minimierte Nebenzeiten

DAS HOCHPRÄZISE, FLEXIBLE 6-Achs-Bearbeitungszentrum COMPACT LINE ist speziell ausgelegt auf das Schleifen unterschiedlicher Schneidplatten aus Hartmetall, Cermet, Keramik, PKB sowie PKD. Die Maschine vereint leistungsfähige Technik auf kleinstem Raum. Dabei gestattet die optionale sechste Achse das effiziente Periphereschleifen. Die optimierte Kinematik von Maschine und neuentwickelter Peripherie-C-Achse erlaubt das Anbringen von Schutzfasen an den

Hauptschneiden der Wendeplatten. Kurze Verfahrwege und die Integration eines Fanuc Roboters minimieren die Nebenzeiten.

Der agile 6-Achsen-Roboter bietet eine sehr hohe Flexibilität für das autonome Beladen komplexer Schneidplatten. Den perfekten Rundlauf der Schleifscheibe und eine hohe Prozesswiederholgenauigkeit garantiert die „three in one“-Abrichteinheit für das Abrichten, Regenerieren und Crushieren der Schleifscheiben. Zudem ergänzen sich Fanuc-Steuerung und benutzerorientierte Schleifsoftware ProGrind optimal. Sämtliche Schleifprogramme lassen sich schnell und einfach mit dem bedienerfreundlichen Touch-Screen-Panel programmieren.

## INTEGRIERTER SCHEIBENWECHSLER

Die neue PROFILE LINE dient der rationalen, flexiblen Bearbeitung auswechselbarer Schneideinsätze aus Hartmetall. Gebaut in Kooperation mit der Schwesterfirma WALTER und veredelt mit der Tooling- und Software-Kompetenz von EWAG entstand ein besonders effizientes Schleifzentrum für das Schleifen hochkomplexer Geometrien inklusive Interface, das einen neuen Benchmark setzt. Ein integrierter 6-fach-Scheibenwechsler mit eingebundener Kühlmittelzuführung sichert die optimale Werkzeugwahl und garantiert damit ein bestmögliches Zerspanvolumen der Sinterrohlinge.

Der integrierte 6-Achs-Fanuc-Roboter erlaubt den autonomen Mehrschichtbetrieb und die Aufnahme kundenspezifischer Paletten. Reinigungs-, Umspann- und Zentrierstationen sind optional verfügbar und werden jeweils auf das kundenspezifische Produktportfolio angepasst.

Beide Maschinen können auf Wunsch mit dem innovativen CCD-HD Vision-System für die autonome Teileerkennung ausgestattet werden.



Die EWAG COMPACT LINE mit integriertem 6-Achs-Roboter

**KONTAKT:**  
thomas.fischer@ewag.com

#### DIE VORTEILE AUF EINEN BLICK

- 5 NC- und 3 optische Achsen für maximale Flexibilität
- Effiziente Bearbeitung mittels Pikosekunden Technologie
- Moderne Programmierung ab DXF in 2D und 3D



*Mit Ultrakurzpuls-Lasertechnik bearbeitet die EWAG LASER LINE ULTRA alle Schneidstoffe schonend*

# 04

## LASER IN DER WERKZEUGBEARBEITUNG

Mit der LASER LINE ULTRA von EWAG können jetzt auch kleinste spiralisierte und ultraharte Werkzeuge gefertigt werden

DIE LASER LINE ULTRA ist die High-End-Laserbearbeitungsmaschine für die Herstellung rotierender Werkzeuge und Wendschneidplatten. In der All-In-One-Bearbeitung wird das gesamte Werkzeug aus dem Rohling gefertigt – inklusive Spanbrecher und allen sonstigen optionalen Geometrien. Dabei ist die Bearbeitung aller möglichen Materialien möglich. Allerdings bietet sich die LASER LINE ULTRA speziell für die Fertigung von Werkzeugen aus ultraharten Werkstoffen wie CBN, PKD, CVD-D und MKD/ND an.

Bearbeitet werden können Werkzeuge mit Durchmessern bis 200 und Längen bis 250 Millimetern mit einem Maximalgewicht von fünf Kilogramm. Seit Kurzem ist auch die Bearbeitung von kleinsten Bohr- und Fräsworkzeugen aus Vollkopf-PKD und Hartmetall mit Durchmessern zwischen 0,5 und 3 Millimetern möglich.

Als Steuerungssoftware kommt LaserSoft aus der EWAG-ProGrind-Software-Familie zum Einsatz. Ein neues Feature darin ist die Programmierung zentrumsschneidender Geometrien direkt aus DXF in den Profilditor – in 2D. Zudem stehen optional umfangreiche Modelliermöglichkeiten – beispielsweise für den Spanbrecher – in 3D zur Verfügung.

Das Laser Pro3D-Softwarepaket umfasst außerdem ein Plugin für die ANSYS Space Claim Software zur Modellierung, Visualisierung, Simulation und CAM-Bahnberechnung der zu lasernden Geometrie.

Dabei ist die Software so einfach zu bedienen, dass keinerlei Laser-Kenntnisse erforderlich sind. Der Maschinenbediener gibt lediglich die Geometrien über eine Eingabemaske ein und die Maschine übernimmt alles andere. Für die

Automation der LASER LINE ULTRA bietet EWAG Standardlösungen für HSK63 sowie einen Dreifachgreifer sowohl für Hydrodehnspannfutter als auch für Wendschneidplatten an.

#### SELBST KONFIGURIEREN

Auf dem Grinding Symposium präsentiert EWAG gemeinsam mit dem niederländischen Unternehmen Van Frankenhuyzen B.V. eine Studie zur vollautonomen Fertigung, bei der die LASER LINE ULTRA all ihre Stärken ausspielen kann. Der Clou: Die Besucher können das Werkzeug an der Station 4 selbst konfigurieren, von der Maschine autonom fertigen lassen und als Erinnerung mit nach Hause nehmen.

**KONTAKT:**  
dr.claus.dold@ewag.com

05

# VON EINEM TEIL AUF S NÄCHSTE

Rüstvorgänge live können die Besucher des Grinding Symposiums bei der MIKROSA KRONOS S 250 erleben

## DIE VORTEILE AUF EINEN BLICK

- Höchst präzise
- Hochproduktiv
- Technologisch flexibel
- Schnell umrüstbar
- Leicht automatisierbar
- Einfach programmierbar
- Intuitiv bedienbar

Die SPITZENLOSE SCHLEIFMASCHINE KRONOS S 250 vereint beste Schleifqualitäten mit hohen Schleifgeschwindigkeiten. Aber auch bei den Rüstzeiten muss sich die kompakte und vielseitige Maschine nicht verstecken. Schleif- und Regelscheiben, Abrichtwerkzeuge, Auflageschienen und werkstückabhängige Komponenten der Automatisie-

rung sind so schnell gewechselt, dass die Umstellung von einem Los auf das Andere nur wenig Zeit beansprucht. Dafür sorgen unter anderem ein neu entwickeltes Schnellwechselgreifersystem für mechanische und Vakuumgreifer sowie schnell austausch- und leicht einstellbare Shuttleprismen. Zudem erfolgen viele der erforderlichen Einstellungen elektronisch. Kurze Rüstzeiten, hohe Prozesssicherheit und wiederholbare Ergebnisse sind somit garantiert.

## FÜR EIN BREITES TEILESORTIMENT

Dank dieser Eigenschaften bietet sich die KRONOS S 250 für das Schleifen von großen Serien ebenso an wie für die Bearbeitung kleinerer Losgrößen – ideal für Unternehmen mit einem sehr breiten Teilesortiment. Das einzigartige Maschinenkonzept mit zwei Kreuzschlittensystemen auf der Schleif- und Regelscheibenseite erlaubt neben dem

Durchgangs- und Einstechschleifen auch die Kombination mehrerer Arbeitsoperationen auf einer Maschine. Darüber hinaus kann die KRONOS S 250 für die wirtschaftliche Bearbeitung eines umfangreichen Teilespektrums und unterschiedlichen Stückzahlen mit einem Beladeportal und Shuttle oder Zu- und Abfuhrtafbändern ausgerüstet werden.

Auf dem Grinding Symposium präsentiert MIKROSA die hohe Flexibilität und Rüstfreundlichkeit der KRONOS S 250 anhand eines Praxisbeispiels: Besucher können einen Rüstvorgang live erleben. Dieser beinhaltet das schnelle Wechseln von Greifern, Auflageschiene und Shuttleprismen und damit die Umrüstung von der Einzelbearbeitung eines großen Steuerschiebers auf die Vierfachproduktion kleiner Pumpenkolben.

## KONTAKT:

karsten.otto@schaudtmikrosa.com



*Die KRONOS S 250 eignet sich nicht nur für die Massenproduktion, sondern auch für Unternehmen mit kleinen Losgrößen und einem großen Teilesortiment*

Der wachsende Robotermarkt  
beflügelt die Nachfrage nach der  
SCHAUDT ShaftGrind S



06

# PRODUKTIVES SCHLEIFEN VON EXZENTERWELLEN

Auf dem Grinding Symposium präsentiert SCHAUDT seine kompakte und vielseitige Kreuzschlittenmaschine ShaftGrind S mit integriertem Roboter

## DIE VORTEILE AUF EINEN BLICK

- Große Bearbeitungsflexibilität
- Geringe Nebenzeiten
- Kompakte Kreuzschlittenmaschine (Aufstellmaße: 3.000 x 3.351 mm)
- Direkt angetriebener Werkstückspindelstock für hohe Dynamik und exzellente Rundlaufeigenschaften
- Automatisierbar für hochproduktives Schleifen

AUTOMATISIERT MIT EINEM ROBOTER ist die kleine Rundscheifmaschine ausgerüstet für das hochproduktive Schleifen wellenförmiger Werkstücke mit einer Länge von bis zu 650 Millimetern. Dabei wird der Roboter über eine eigens entwickelte Oberfläche mit der Maschinensteuerung Sinumerik 840D sl gesteuert. Er übernimmt hauptzeitparallel das automatische Be- und Entladen der Maschine in unterschiedlichen Mittellinien und sorgt damit für sehr kurze Nebenzeiten. Die Übergabeschnittstelle sitzt in der Maschine, seitlich am Shuttle.

Doch der Roboter steckt nicht nur in der Maschine. SCHAUDT stellt mit der ShaftGrind S auch das Schleifen von Exzenterwellen für Robotergerlenke vor. Die Wellen mit durchgehenden, innenverzahnten Bohrungen werden von dem Roboter auf den Spanndorn der ShaftGrind S gesetzt. Dessen Außenverzahnung greift in die Innenverzahnung des Werkstücks und spannt es in der Keilverzahnung im Teilkreisdurchmesser sicher ein. Ein Reitstock, wie beim Schleifen zwischen Spitzen sonst üb-

lich, ist damit nicht mehr erforderlich. Hochpräzise Schleifergebnisse sind so garantiert.

## ROBOTERMARKT WÄCHST

Dafür sorgen auch der direkt angetriebene Werkstückspindelstock, der optionale, gleitgelagerte Pinolenreitstock und das In-Prozess-Messen sowie das thermisch stabile Maschinenbett aus Granitan® mit seinen optimalen Dämpfungseigenschaften. Zudem kann die Produktivität der Maschine durch eine zweite Schleifposition zusätzlich gesteigert werden.

„Mit der steigenden Automatisierung wächst der Markt für Roboter kontinuierlich. Da sich in jedem Roboter eine Vielzahl von Gelenken und damit Exzenterwellen befinden, sehen wir eine steigende Nachfrage nach Schleifmaschinen wie unserer ShaftGrind S“, erklärt Wadim Karassik, Leiter Verfahrenstechnik bei der SCHAUDT Mikrosa GmbH.

## KONTAKT:

wadim.karassik@schaudtmikrosa.com

07

# HOCHFLEXIBLE PRODUKTIONSMASCHINEN

Für das Rundschleifen großer und kleiner Serien hält STUDER mit der kompakten S11 und der bewährten S22 zwei leistungsstarke Maschinen bereit

*Die S11 ist die kleinste Produktionsrundsleifmaschine von STUDER*



*Die S22 eignet sich für die Massenfertigung mittelgroßer Werkstücke*

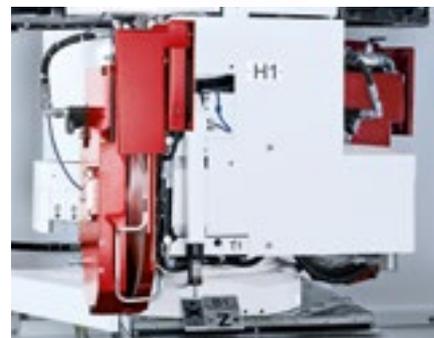


## DIE VORTEILE AUF EINEN BLICK

- S11 – äußerst kompakte Bauweise, hohe Produktivität, hohe Ergonomie, einfache Automatisierung
- S22 – vielfältige Schleifmöglichkeiten
- STUDER-WireDress® – revolutionäre Abrichttechnik für CBN-/Diamant-schleifscheiben

DANK VIelfÄLTIGER AUSBAUMÖGLICHKEITEN bietet die S22 ein breites Spektrum an Bearbeitungsmöglichkeiten für die hochproduktive Fertigung von Werkstücken mittlerer Größe. Entsprechend konfiguriert ist sie die perfekte Produktionsmaschine für das Rund-, Formen- und Gewindeschleifen ebenso wie für das Hochgeschwindigkeitsschleifen mit Umfangsgeschwindigkeiten bis 140 m/s sowie für Heavy-Duty-Anwendungen mit 160 Millimeter breiten Schleifscheiben. Die revolutionäre Abrichttechnik STUDER WireDress® sorgt auf der S22 für eine zusätzliche Leistungssteigerung. Mit diesem weltweit einzigartigen, patentierten Verfahren zum Abrichten metallgebundener Diamant-schleifscheiben lassen sich die Scheiben tatsächlich profilieren wo zuvor nur Konditionierungen möglich waren.

Die kompakte S11 ist speziell auf die hochproduktive Bearbeitung kleiner Werkstücke mit einem Werkstückgewicht von maximal drei Kilogramm ausgelegt. Auf weniger als 1,8 Quadratmetern Stellfläche verfügt sie über eine Spitzenweite von 200 und eine Spitzenhöhe von 125 Millimetern. Dabei ist eine optimale Zugänglichkeit der effizient und zuverlässig arbeitenden Maschine gewährleistet. Eine Schleifscheibe mit 500 Millimetern Durchmesser sorgt für besondere Leistungsdichte. Ausgerüstet mit entsprechenden Technologieoptionen lässt sich die S11 zum Hochgeschwindigkeitsschleifen ebenso einsetzen wie beispielsweise zum Dornscheifen von Düsenkörpern.



*Schleifspindelstock auf der S22 für das Hochgeschwindigkeitsschleifen*



*Der Spitzendruck am steifen Reitstock der S11 lässt sich einfach und feinfühlig einstellen*

Beide Maschinen können mithilfe integrierter Lade-/Entladevorrichtung bzw. Ladezellen problemlos automatisiert werden.

Auf dem Grinding Symposium zeigt STUDER auf der S11 eine Schäl-schleifoperation mit mitfahrender Lünette, bei der ein Rohling heruntergeschliffen wird. Die S22 (mit WireDress®) präsentiert ihr Können anhand einer Gewindespindel, welche in äußerst schneller Zeit in einem Durchgang aus dem Vollen geschliffen wird.

**KONTAKT:**  
martin.hofmann@studer.com

08

# INNENRUNDSCHLEIFEN IN PERFEKTION

STUDER bietet mit seinen Einstiegs-, Universal-, Produktions- und Radius-Schleifmaschinen das weltweit größte Portfolio an Innenrundscheifmaschinen an

## DIE VORTEILE AUF EINEN BLICK

### STUDER S141

- Positionierbarer Schwenktisch (-91° – +61°)
- Revolver mit Direktantrieb und vier Innenspindeln
- Bis zu 2 Außenspindeln (Ø 250 mm)
- Messtaster für Längen und Durchmesser
- Software für die Bearbeitung von Matrizen und Radien-Profilen

### STUDER S151

- Zwei Maschinenlängen (700, 1300 mm)
- Positionierbarer Schwenktisch (-10° – +15°)
- Revolver mit Direktantrieb und vier Innenspindeln
- Bis zu 2 Außenspindeln (Ø 300 mm)
- Bis zu 2 Klappabrichter mit Diamant oder Abrichtturbinen
- Setzstöcke für das Spannen langer Teile

ZUM PRODUKTPROGRAMM ZÄHLEN die Einstiegsmaschinen S110 und S121 für die Innenrundbearbeitung kleiner bis mittelgroßer Werkstücke sowie die Produktionsmaschine S122 mit zahlreichen Applikationen im Bereich Hydraulik und Automotive. Für die Universal-Innenrundscheifbearbeitung stehen vier Maschinen zur Verfügung: S121, S131, S141 (Tischlängen: 300, 700 und 1300 Millimeter) sowie die S151 (Tischlängen: 700 und 1300 Millimeter). Sie eignen sich ideal zum Innen-, Plan- und Außenscheifen von Futterteilen für die Bereiche Werkzeugmaschinen, Antriebs Elemente, Aerospace und Werkzeugbau.

## FÜR HARTE MATERIALIEN

Entsprechend ausgestattet als Radius-Maschinen sind die S121, die S131 und die S141 prädestiniert für das Schleifen komplexer Werkstücke aus sehr harten Materialien wie Hartmetall, Keramik, Titan und Saphir, eignen sich aber auch für allgemeine Schleifaufgaben. Typische Produkte sind Matrizen, Hydraulikkomponenten, Werkstücke mit mehreren Konen für die Uhren- oder Medizintechnik.

Auf dem Grinding Symposium präsentiert STUDER die Universal-Innenrundscheifmaschine S151 mit einer Werkstücktischlänge von 700 Millimetern und die Radius-Scheifmaschinen S141.

Die S151 ist eine typische Maschine für die Bearbeitung von Spindelwellen. In einer Aufspannung werden Planflächen, Außendurchmesser und Kegel vorn an der Welle und die Innenbohrung sowie Kegel und Polygon geschliffen. Ein Messtaster und die Software Quick-Set sorgen dabei für eine sehr schnelle Einrichtung der Maschine und die automatische Erfassung der Position der Spindelwelle in der Länge.

Auf der Radius-Scheifmaschine S141 zeigt STUDER die Bearbeitung einer Ziehmatrize aus Hartmetall. Dabei sorgt die direktangetriebene B-Achse unter der Werkstückspindel für höchste Präzision beim Schleifen von Kegeln und Radien. Sie verfügt über Winkelverstellung mit Interpolation X- und Z-Achsen, Direktmesssystem und Hydraulikbremse sowie einen Festabrichter.

## KONTAKT:

michel.rottet@studer.com



Die Radius-Scheifmaschine S141 für höchste Präzision beim Bearbeiten von Ziehmatrizen



Die S151 kommt bei der Bearbeitung großer Spindel- und Rotorwellen zum Einsatz

09

# VON EINFACH BIS KOMPLEX

Von der favorit bis zu S41 bietet STUDER zuverlässige und hochwertige Schleiftechnologie, passend zur jeweiligen Anwendung

## DIE VORTEILE AUF EINEN BLICK

- Spitzenweiten von 400, 650, 1000 und 1600 mm realisierbar
- Maschinenständer mit integrierter Kühlschmiermittelwanne und Ständertemperierung
- Schleifspindelstock auf allen Maschinen automatisch schwenkbar
- Leistungsstarke Antriebsspindel

VON DER EINSTIEGS- BIS ZUR HIGH-END-MASCHINE ist das Portfolio der STUDER-Rundschleifmaschinen durchgängig auf Wertigkeit, Zuverlässigkeit und exzellente Schleifqualität ausgelegt. Das gilt für das Einstiegsmodell favorit ebenso wie für die High-End-Maschine S41.

## STUDER FAVORIT

Wie bei allen STUDER Rundschleifmaschinen sorgt das bewährte Maschinenbett aus Granitan® auch bei der favorit für die legendäre STUDER-Präzision. Der Schleif-

spindelstock, der sich alle 3° automatisch positionieren lässt, kann je eine riemengetriebene Außen- und Innenschleifspindel aufnehmen. Damit ist die favorit beispielsweise genau die richtige Maschine für das einfache Schleifen des Außendurchmessers einer Antriebs- oder Ritzelwelle.

## STUDER S41

Die S41 verfügt über das revolutionäre StuderGuide®-Führungsbahnssystem sowie hochpräzise Achsantriebe mit Linearmotoren, einen äußerst schnellen Direktantrieb der B-Achse und eine sehr große Auswahl an Schleifkopfvarianten. Überdies stehen für die S41 optional TouchControl, WireDress® sowie kundenspezifische Sonderaufbauten zur Verfügung. Lösungen für die Automatisierung bietet STUDER aus einer Hand.

So unterschiedlich die Maschinen hinsichtlich ihres Leistungsvermögens sind, so viel ist ihnen gemein. Beide Maschinen sind mit einem Touchscreen und der Schleifsoftware StuderWIN ausgestattet und verfügen über StuderPictogramming sowie StuderTechnology. Somit kann ein Maschinenbediener, sobald er eine STUDER-Maschine kennt, jede weitere STUDER-Maschine problemlos bedienen. Und nicht zuletzt betreut ein und dasselbe Customer-Care-Team alle STUDER-Rundschleifmaschinen. Auf dem Grinding Symposium stellt STUDER beide Maschinen in Aktion vor und demonstriert damit die große Bandbreite des STUDER Portfolios, das für jeden Einsatzzweck die geeignete Schleifmaschine bietet. Die Einstiegsmaschine favorit wird mit dem Schleifen eines Durchmessers und eines Kegels, sowie Formschleifen präsentiert. Die S41 darf ihr Leistungsvermögen anhand einer mehrstufigen Bearbeitung in einer Aufspannung zeigen – vom Schleifen mehrerer Durchmesser und Konen über die Gewindebearbeitung bis hin zum HSG-Schleifen.

Die STUDER favorit bietet ein optimales Preis-Leistungs-Verhältnis



High-End-Maschine und hochkomplexes Schleifsystem: STUDER S41

**KONTAKT:**  
philippe.schmider@studer.com



Die STUDER S33 ist für das Schleifen von kurzen bis langen Werkstücken in der Einzelteil- und Serienfertigung konzipiert



Die STUDER S31 eignet sich unter anderem für den Einsatz im Werkzeug- und Flugzeugbau

10

## ZWEI MASCHINEN, JE VIER SPITZENWEITEN

Erstmals präsentiert STUDER die beiden neuen Universal-Außenrundscheifmaschinen S33 und S31 in Europa

### DIE VORTEILE AUF EINEN BLICK

- Spitzenweiten:  
400/650/1000/1600mm
- Führungsbahnensystem  
StuderGuide® (S31)
- Thermische Stabilität durch  
innovative Ständertemperierung  
(Spw. 650 bis 1600)
- Doppel T-Nut für Abrichtsysteme
- Zahlreiche Schleifkopfvarianten
- Programmier-Software StuderWIN  
mit StuderTechnology
- Automatisierbar

**BEIDE MASCHINEN** basieren auf dem STUDER-Konzept der T-Schlitten. Sie verfügen über einen verlängerten Hub der X-Achse, welcher jetzt 370 Millimeter beträgt und dadurch zusätzliche Schleifkopfvarianten ermöglicht. Die Baureihen wurden um zwei Spitzenweiten erweitert. Somit sind insgesamt die vier Spitzenweiten 400, 650, 1000 und 1600 Millimeter erhältlich.

Die neu ausgelegte Maschinenständer-Geometrie wurde durch eine innovative Ständertemperierung ergänzt und verbessert nochmals die dynamische sowie thermische Stabilität der Maschinen. Durch das Befestigen des Abrichtgeräts auf der Doppel-T-Nut des Längsschlittens reduziert sich der Aufwand für das Einrichten und vor allem für das Umrichten wesentlich. Die Standardsteuerung ist eine Fanuc 0i-TF mit effizienter und bedienerfreundlicher Programmier-Software StuderWIN.

StuderTechnology unterstützt den Bediener zudem beim Einrichten und Programmieren der Maschine. Dabei erhält der Kunde auf Anhieb gute Qualität und einen schnellen, stabilen Prozess – unabhängig vom Bediener. Für die Serienproduktion sind die Maschinen mit standardisierter Laderschnittstelle problemlos automatisierbar.

### S33: DIE PREISWERTE PRODUKTIVE

Die STUDER S33 verfügt über einen neuen Schleifspindelstock, der in verschiedenen Anordnungen mit zwei Motorspindeln für das Außenschleifen und einer Innenschleif-

vorrichtung bestückt werden kann. Drei Schleifscheiben sorgen dafür, dass das Werkstück noch individueller und schneller bearbeitet werden kann – eine Komplettbearbeitung der Extraklasse! Die Maschine verfügt über eine B-Achse mit automatischer 1° Hirthverzahnung. Das maximale Werkstückgewicht beträgt 150 Kilogramm.

### S31: DIE PRÄZISE VIELSEITIGE

Die Maschine trumpt mit StuderGuide®-Führungsbahnen und einer B-Achse mit optionalem Direktantrieb mit einer Auflösung von 0,00005° auf. Der Schleifspindelstock kann bis zu drei Schleifscheiben aufnehmen – in Kombination Außen/Innen bis zu maximal zwei Außen- oder Innenschleifspindeln.

Zum hochgenauen Formenschleifen mit der Steuerung vom Typ Fanuc 31i-B wird die STUDER S31 mit einem Werkstückspindelstock mit direktem Messsystem und dem Softwarepaket StuderFormHSM ausgerüstet.

### KONTAKT:

[dalibor.dordic@studer.com](mailto:dalibor.dordic@studer.com)

11

# KOMPAKTE LÖSUNG FÜR FLUGZEUGTURBINEN

Auf dem Symposium zeigt MÄGERLE als Weltneuheit die MFP 30. Präsentiert werden Schleif- und Fräsoperationen an der Laufschaufel eines Flugzeugtriebwerks

## DIE VORTEILE AUF EINEN BLICK

- Geringer Platzbedarf und optimaler Produktionsfluss durch kompakte Bauweise
- Hohe Flexibilität und Effizienz in der Bearbeitung
- Präzision und hohe Lebensdauer dank hydrostatischem Führungssystem

FÜR DAS SCHLEIFEN KOMPLEXER GEOMETRIEN, wie sie speziell bei Leit- und Laufschaufeln oder Hitzeschilden von Flugzeugturbinen vorkommen, eignet sich das neue, kompakte 5-Achsen-Schleifzentrum MFP 30 von MÄGERLE. Seine kompakte und platzsparende Bauweise erlaubt die optimale Nutzung der vorhandenen Produktionsfläche und ermöglicht einen effektiven Produktionsfluss.

Zudem begünstigt sie eine ergonomische Beladung des Arbeitsraums – wahlweise manuell oder automatisch. Der integrierte Werkzeugwechsler kann mit unterschiedlichen Schleifscheiben und Werkzeugen für Fräs- und Bohrbearbeitungen sowie einem Messtaster für Qualitäts- oder Werkstückpositionskontrollen bestückt werden. Damit ist eine hohe Flexibilität in der Werkstückbearbeitung garantiert.

## HOHE ABTRAGSRATEN

Der kraftvolle Spindelantrieb der MFP 30 gestattet die Kombination verschiedener Schleifprozesse – wie Tiefschleifen mit Korund und Schleifen mit CBN. Außerdem bietet die Hochleistungsspindel mit Drehzahlen bis 12.000 min<sup>-1</sup> optimale Bearbeitungsbedingungen für die Umsetzung anspruchsvoller Schleif- und Fräsprozesse in einer Aufspannung. Auch bei niedrigen Drehzahlen stehen bereits die volle

Leistung und ein hohes Drehmoment zur Verfügung. Robuste Werkzeugaufnahmen garantieren breite Bearbeitungskonturen mit hohen Abtragsraten. Als Kühlschmiermittel stehen wahlweise Emulsion oder Öl zur Verfügung.

Dank integrierter Schleifscheibenreinigung bleibt die Schleifscheibe während des Schleifvorgangs länger sauber und scharf. Dies erhöht die Abtragsraten deutlich und reduziert gleichzeitig den Schleifscheibenverbrauch. Das Tischabrichtgerät erlaubt die Aufnahme breiter Diamantrollen mit einer Vielzahl unterschiedlicher Bearbeitungsprofile und trägt so maßgeblich zu einer Minimierung der Rüstzeiten bei. Dabei gestattet die moderne Antriebstechnik ein zuverlässiges Abrichten über den gesamten Drehzahlbereich.

**KONTAKT:**  
viktoria.ruh@maegerle.com



*Höchste Leistung auf kompaktem Raum bietet die Weltneuheit MÄGERLE MFP 30*

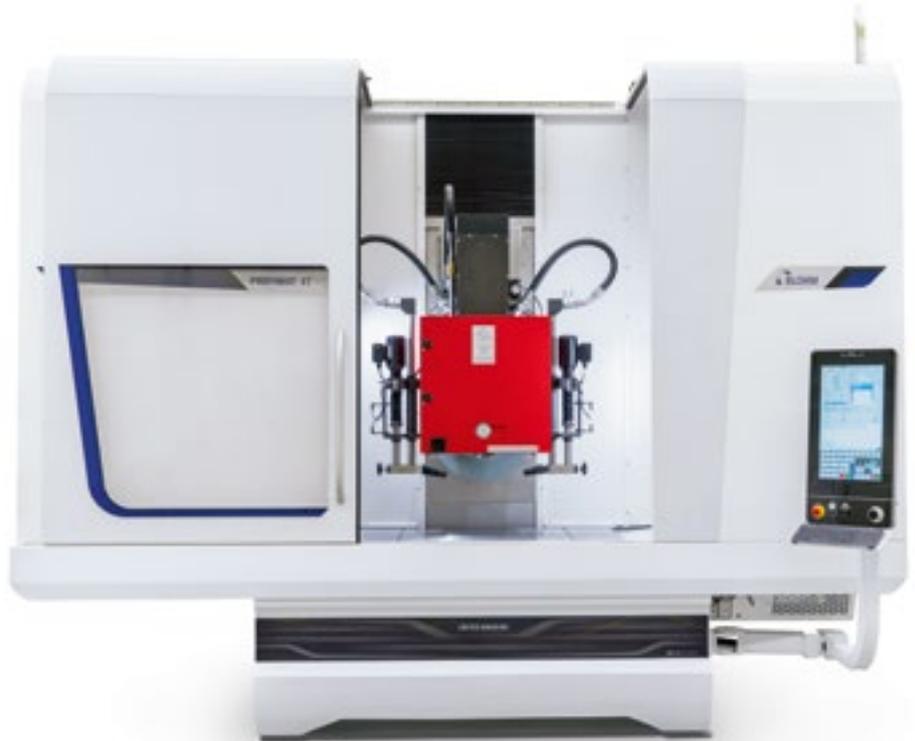
## 12

# DAS IDEALE VERFAHREN WÄHLEN

Die neue PROFIMAT XT vereint vier Schleiftechnologien. Dafür überarbeitete BLOHM zahlreiche Maschinenkomponenten und verbesserte Steifigkeit und Dynamik

## DIE VORTEILE AUF EINEN BLICK

- Schonende Bearbeitung bei temperaturempfindlichen Materialien durch kleine Zustellungen und hohe Vorschübe
- Keine Randzonenschädigungen
- Positive Druckeigenspannungen
- Geringere Werkzeugkosten durch weniger Scheibenverbrauch
- Kürzere Haupt- und Nebenzeiten
- Höhere Oberflächenqualitäten



**DIE GRÖSSTE NEUERUNG** und die Voraussetzung für das Schnellhubschleifen ist der Linearantrieb in der X-Achse, der mit bis zu 200 Prozent dynamischerer Achsbeschleunigung und bis zu 160 Prozent höherer Achsgeschwindigkeit für die maßgebliche Steigerung der Dynamik sorgt. Zusätzlich führt das bessere Laufverhalten des Linearantriebs im Vergleich zu klassischen Antriebssträngen aus Motor und Kugelgewindetrieb zu verbesserten Oberflächenwerten am Werkstück.

## OPTIMALE STRATEGIE WÄHLEN

Überdies integrierte BLOHM bewährte Komponenten in die Maschine, darunter einen Kopfabrichter für die Realisierung des CD-Schleifens und einen Tischabrichter. Die automatische Düsenachsführung und ein großer Blechaufbau für Kühlmittelmengen bis 500 l/min kamen als Voraussetzung für das Tiefschleifen hinzu.

Der Kunde kann damit die für ihn optimale Bearbeitungsstrategie wählen:

- Das CD-Schleifen erreicht durch permanentes Abrichten der Schleifscheibe eine hohe Produktivität.
- Durch Pendelschleifen werden hohe Genauigkeiten bei Ebenheit und Oberflächengüte erzielt.
- Das Tiefschleifen steigert die Produktivität durch eine Erhöhung der Einzelzustellung.
- Beim Schnellhubschleifen führen große Dynamik und hohe Vorschubwerte zu einer hohen Produktivität bei gleichzeitig schonender Bearbeitung des Werkstücks.

Welches Verfahren das jeweils geeignete ist, hängt von zahlreichen Faktoren ab: Berücksichtigt werden müssen dazu neben Werkstoff und Größe des Werkstücks auch die Losgröße sowie das geforderte Arbeitsergebnis – zum Beispiel die Qualität des bearbeiteten Werkstücks hinsichtlich Rauheit und Ebenheit.

**KONTAKT:**  
arne.hoffmann@blohmjung.com

*Die BLOHM PROFIMAT XT überzeugt mit einem Multi-Touch-Bildschirm für die einfache Bedienung*



*Die J600 ermöglicht das Messen und Abrichten innerhalb des Schleifprozesses*

13

# NORMALIEN HOCHGENAU SCHLEIFEN

Bei der zweiten Generation der JUNG J600 schafft ein umfangreiches Technologiepaket konstante Produktionsbedingungen und verbessert die Präzision speziell bei langen Bearbeitungszeiten

**DIE VORTEILE AUF EINEN BLICK**

- „Klonen“ vom Masterteil auf Serienteile
- Kein Abspannen der Teile dank In-Process-Messen
- Maximale Prozesssicherheit und Qualität
- Verbesserte Produktivität

**BEIM HOCHGENAUIGKEITSSCHLEIFEN** von Normalien für den Werkzeug- und Formenbau sind Form- und Lagetoleranzen von +/- 2 µm gefordert. Dafür muss die Schleifmaschine besondere Voraussetzungen hinsichtlich Positioniergenauigkeit, Formgenauigkeit und geometrischer Genauigkeit erfüllen.

Die J600 der zweiten Generation bringt nicht nur die notwendige mechanische

Grundgenauigkeit mit. Durch aktive Temperierung entscheidender Maschinenelemente gewährleistet sie auch die erforderliche Temperaturstabilität. Zudem ist sie vollständig gekapselt, um sonstige Umwelteinflüsse zu eliminieren, die Arbeitssicherheit zu erhöhen und Emissionen des Kühlschmiermittels zu minimieren. Da die Kapselung den visuellen und akustischen Kontakt zu Werkstück und Schleifscheibe unterbindet, integrierte JUNG einen Körperschallsensor inklusive Software. Der Sensor erkennt den Kontakt zwischen Werkstück und Schleifscheibe, die Software visualisiert ihn auf der Maschinensteuerung. Ein weiterer Vorteil: Die Software dient auch der Überwachung und Optimierung des Abrichtprozesses.

**MASTER UND KLON**

Auf dem Grinding Symposium demonstriert JUNG die Stärken der J600 anschaulich am „Klon“-Schleifen der Seitenflächen von Feinzentrierungen, die als Paket gespannt sind. Da bei dem beidseitigen Stirnschleif-

prozess ausschließlich die Scheibenkanten zerspanen und damit einem höheren Verschleiß unterliegen, kommt dem In-Prozess-Messen und -Abrichten eine besondere Bedeutung zu.

Dabei erfasst der integrierte Messtaster der J600 die Lage und Breite der Feinzentrierungen im laufenden Prozess und vergleicht die Werte mit denen eines „Masters“. Dieses „Klonen“ des Masters auf die gerüsteten Serienwerkstücke reduziert Umgebungseinflüsse und Positionungenauigkeiten des gespannten Werkstücks deutlich. Zudem entfällt ein Abspannen der Teile. Das Abrichten erfolgt als Hinterzug-Abrichten über PK-130 in Verbindung mit Körperschall-Abrichten.

Im Ergebnis steigen Prozesssicherheit, Teilequalität und Produktivität. Damit ist das automatisierte Schleifen von hochgenauen Normalien unter Produktionsbedingungen mit der J600 problemlos möglich.

**KONTAKT:**  
arne.hoffmann@blohmjung.com

# ALLE FACHVORTRÄGE IM ÜBERBLICK

Kenner aus Wissenschaft und  
Praxis über Trends und effiziente  
Fertigungsverfahren

<b>DR. DAVID BOSSHART</b> Mensch und Maschine – wie ergänzen wir uns am besten?	32	<b>PROF. DR. KONRAD WEGENER</b> Vision und Entwicklungen zur Schleifmaschinentechnik	48
<b>REINER SCHMOHL</b> MEMS-basierte Sensorik für Maschinen- und Prozessüberwachung	34	<b>DR. MARKUS WEISS</b> Prozessangepasste Schleifwerkzeuge und innovative Trägerkörper	50
<b>CHRISTOPH PLÜSS</b> UNITED GRINDING Digital Solutions™ – Der Kundennutzen	36	<b>PROF. DR. CARSTEN HEINZEL</b> Kühlschmierstoffzufuhrbedingungen als Schlüssel für Prozessleistungsfähigkeit	52
<b>DR. SEBASTIAN RISI</b> Künstliche Intelligenz – damit sich Maschinen kontinuierlich anpassen können	38	<b>MARC BLASER</b> Verbessern Sie Ihre Profitabilität mit dem flüssigen Werkzeug	54
<b>PROF. DR. THOMAS BERGS</b> Assistenzsystembasierte Prozessüber- wachung in der Schleiftechnik	40	<b>PROF. DR. WILFRIED SAXLER</b> Vermeidung von Schleifbrand und Zusetzung durch gezielte Kühlschmierstoff-Zuführung	56
<b>ROMAN RUDOLF, THOMAS SCHENK</b> WireDress® aus der Praxis	42	<b>WOLFGANG VÖTSCH</b> Trends in der Werkzeugentwicklung und deren Umsetzung	58
<b>DR. STEFAN BOHR</b> Hochleistungsschleifen... rasante Entwicklungen verschiedener Technologien	44	<b>DR. CLAUD DOLD, JAN VAN FRANKENHUYZEN</b> Think Laser! auf Werkzeugen und 3D-Geometrien	60
<b>DIPL.-ING. ECKHARD HOHWIELER</b> Potenziale und Anwendungen für Maschinelles Lernen in der Fertigungsindustrie	46	<b>ACHIM KOPP</b> Erfolgsschlüssel Veränderung	62



Mittwoch, 8. Mai 2019, 14.00 Uhr

# DR. DAVID BOSSHART

Dr. David Bosshart ist CEO des Gottlieb Duttweiler Instituts für Wirtschaft und Gesellschaft. Die Arbeitsschwerpunkte des promovierten Philosophen sind die Zukunft des Konsums, der gesellschaftliche Wandel, die Digitalisierung und speziell die Beziehung Mensch–Maschine



Illustration: Uli Knörzer

## Mensch und Maschine – wie ergänzen wir uns am besten?

### Short Summary

Das Denken in Ökosystemen sollte das Denken in Branchen ersetzen. Digitalisierung und KI, Cloud und IoT schaffen durchgängige Muster des Wandels, die alle betreffen

Dem Menschen bleibt im Wettlauf mit der Maschine noch einiger Vorsprung. Das betrifft kognitive und feinmechanische Fähigkeiten. Manche sprechen sogar von der Rückkehr des Handwerks

Ob neue oder etablierte Unternehmen im Wandel die Nase vorn haben, ist noch offen. Entscheidend ist aber die menschliche Komponente: gute Führung oder schlechte Führung macht den Unterschied

Wir hängen alle davon ab, wie menschlicher, künstlicher und emotionaler Intelligenzquotient zusammenwirken

WIR STEHEN AM ANFANG eines Lernprozesses, in dem sich der Kontext kontinuierlich ändert. Automatisierungen sind ein durchgängiges Muster in der Produktion, weil wir dadurch effizienter und schneller werden. Mit der Digitalisierung ergeben sich dank Künstlicher Intelligenz (KI), Cloud, IoT oder Blockchain ganz neue Möglichkeiten. Wenn wir die Geschichte der Roboter anschauen, von den Anfängen über Kuka, Baxter, Pepper bis zum aktuellen Hype der Konversationscomputer wie Alexa, so sehen wir, dass aus Maschinen immer mehr menschenähnliche Wesen werden.

Es stimmt: In vielen Teilbereichen haben Maschinen uns in ungeahnter Weise schon überholt. Ich habe vergangenen Sommer in Colorado an einem Konzert teilgenommen, das von KI-Robotern gespielt wurde. Statt also nur Standardisierung und qualitativ bessere Industrieprodukte hervorzubringen, können wir mittlerweile bis in die Kunst vordringen: Bei Sotheby's wurde letztes Jahr ein Bild von einer Künstlichen Intelligenz für 432.500 Dollar verkauft. Wer ist hier der Autor? Wer soll den Verkaufspreis bekommen? Wer ist das rechtliche Subjekt dahinter? Jede Antwort, die wir bekommen, wirft zehn neue Fragen auf.

### MORALISCHE HERAUSFORDERUNG

In den letzten dreißig Jahren nahm mit der Ablösung der industriellen Welt auch der Druck auf die Produktion und noch mehr auf die Produktivität immer mehr zu. Man ver-

suchte, aus Menschen Maschinen – Hochleistungsmaschinen – zu machen. Das geht bis zu einem gewissen Grad, und das kann als Vision durchaus anregend sein. Aber wir kommen an die Grenzen: Menschen sind in Beziehungen eingebunden, haben Kopfweh und sind krank, werden im Alter körperlich schwächer und vergessen Termine. All diese Probleme haben die Maschinen nicht. Daher ist es kein Zufall, dass wir nun beginnen, aus Maschinen Menschen zu machen. Wenn aus Menschen Maschinen und aus Maschinen Menschen oder zumindest menschenähnliche Wesen werden, wird die Unterscheidung rechtlich, politisch und moralisch zur Herausforderung. Wir sollten aber keine Angst vor der Entwicklung haben. Angst ist nie ein guter Ratgeber. Wir sollten viel Respekt haben, denn wir haben noch keine Erfahrung im Umgang mit solchen immer intelligenteren Wesen.

**„MASCHINEN GEBEN SOFORT ANTWORTEN, STELLEN ABER KEINE FRAGEN, DIE MICH WEITERBRINGEN KÖNNTEN.“**

*David Bosshart*

**„DER WANDEL  
KOMMT VON AUSSEN,  
NICHT VON INNEN.  
IN DER AUTOMOBIL-  
INDUSTRIE HAT EIN  
EINZIGER VERRÜCKTER  
VISIONÄR GENÜGT,  
UND EINE BRANCHE  
MUSS SICH  
NUN UMSTELLEN.“**

*David Bosshart*

Bei zahlreichen Fähigkeiten hat der Mensch noch einem zeitlichen Vorsprung. Maschinen sind nicht gut beim Kontext. Maschinen geben sofort Antworten, aber stellen keine Fragen, die mich weiterbringen könnten. Dabei geht es nicht nur um kognitive Fähigkeiten, zum Beispiel spielt die Feinmotorik eine wichtige Rolle. Warum haben die Roboter so große Mühe, Fingerfertigkeiten zu entwickeln? Die menschliche Hand hat in der Innovation und in der Produktion immer eine wichtige Rolle gespielt. Die Hand ist Intelligenz, die wir viel zu wenig als solche erkannt haben. Wir sprechen ja auch von der Virtuosität des Pianisten, und meinen damit seine unglaubliche Fingerfertigkeit. Und wir sprechen sogar von der „Rückkehr des Handwerks“. Das kann der Roboter noch lange nicht. Zwischen Mensch und Maschine sehe ich vielmehr ein Ergänzungsverhältnis.

Vielfach wird von der besonderen Bedrohung der Arbeitsplätze in bestimmten Branchen gesprochen. Ich glaube, man muss sich von der engen Branchenorientierung lösen – und in Ökosystemen denken und handeln lernen. Digitalisierung und KI, Cloud und IoT schaffen durchgängige Muster des Wandels, die alle Branchen betreffen. Ich würde auch nicht von einer Bedrohung sprechen. Der Wandel kommt zumeist nicht von innen, sondern von außen. In der Automobilindustrie hat ein einziger verrückter Visionär genügt, und eine arrogante Branche muss sich nun umstellen. Je länger man

wartet mit dem Wandel, desto schlimmer wird es für die betroffenen Mitarbeiter.

#### **JOBS NEU ERFINDEN**

Die Dramatisierung der großen Arbeitsplatzverluste ist ein Medienthema, in der Realität können wir das bislang so nicht feststellen. Vor allem nicht in Ländern mit gut ausgebildeten Mitarbeitern wie der Schweiz. Die USA sind nur im Top-Technologie-Segment maßgebend, wo es um Software geht. Deren Problem ist, dass sie viel zu wenig in die Aus- und Weiterbildung investieren.

Ich vermute eher, dass viele Topjobs noch begehrter und vielfältiger werden, dass viele Jobs in der Mitte und viele einfache Jobs sich neu erfinden werden, nicht weil sie gefährdet sind, sondern weil es in all diesen Jobs Aufgabenfelder gibt, die die Automatisierung schneller und effizienter erledigen kann. Das gilt für die Juristin genauso wie für den Pflegefachmann oder die Lastwagenfahrerin.

Das Zusammenspiel Mensch-Maschine wird die Folge gelingender Innovation von Soft- und Hardware sein. Immer wichtiger wird dabei die Software werden, vermutlich wird man in zehn Jahren gar nicht mehr von Maschinenbau sprechen. Die Potenziale insbesondere von Blockchain und IoT werden den Rahmen setzen, indem sich der Wandel abspielt. Treiber werden physische und virtuelle Infrastruktur-Themen rund um Energie, Mobilität und die Informations- und Kommunikationstechnik sein. Ob das heute noch unbekannte Firmen sind, die dann im Lead sind, oder altbekannte, ist offen. Entscheidend ist aber auch hier die menschliche Komponente: Gute Führung oder schlechte Führung macht den Unterschied.

#### **DREIFACHE INTELLIGENZ**

2019 verleiht mein Institut den Gottlieb-Duttweiler-Preis erstmals nicht an einen Menschen, sondern an IBMs künstliche Intelligenz Watson. Damit wollen wir die Botschaft vermitteln, dass nicht mehr ein guter Manager oder ein guter Spezialist alleine entscheidend ist, ja nicht einmal mehr ein gut eingespieltes Team. Wir hängen alle davon ab, wie „IQ + KIQ + EQ“ im Team von Mensch und Maschine zusammenwirken, also menschlicher Intelligenzquotient plus künstlicher Intelligenzquotient plus emotionaler Intelligenzquotient sich miteinander konstruktiv weiterentwickeln, um Probleme zu lösen, die wir alleine und im Silo als Spezialist gar nicht mehr lösen können.

Mittwoch, 8. Mai 2019, 14.45 Uhr

# REINER SCHMOHL

Reiner Schmohl ist Diplomingenieur der Industrieelektronik und Produktmanager bei der Bosch Connected Devices and Solutions GmbH



## MEMS-basierte Sensorik für Maschinen- und Prozessüberwachung – Einsatzmöglichkeiten und Grenzen

### Short Summary

MEMS-Sensoren, wie sie in der Automobilbranche und Unterhaltungselektronik eingesetzt werden, bieten neue Möglichkeiten in der Produktionsüberwachung

Sie ermöglichen eine kostenoptimierte und vorausschauende Wartung im Sinne einer Predictive Maintenance

MEMS-Sensoren messen Schwingungen und Geräusche von Maschinen und reagieren damit nicht nur auf Betriebszustände der Maschinen, sondern auch auf weitere Parameter, etwa die Qualität von Rohstoffen

Mit der Verarbeitung der so erhobenen Daten bieten sich Maschinenherstellern neue Geschäftsmodelle und Serviceangebote

DIE BOSCH CONNECTED DEVICES and Solutions GmbH entwickelt und vertreibt vernetzte Sensorik und unterstützt ihre Kunden bei der Digitalisierung ihrer Produktionsprozesse und Dienstleistungen. Unter der Leitung von Bosch und maßgeblicher Beteiligung der UNITED GRINDING Group haben sieben Partner im Rahmen des Forschungsprojekts AMELI 4.0 das Sensorsystem der Zukunft für die Maschinenüberwachung entwickelt. Das System basiert auf dem neu entwickelten sogenannten Intelligent Vibration Analysis Sensor (IVAS).

### HOHE ANFORDERUNGEN AN SENSOREN

In der Industrie 4.0 übernehmen Sensoren eine Schlüsselrolle. Sie sind die künstlichen „Sinnesorgane“ von Maschinen und Werkstücken und erfassen deren Zustand und Eigenschaften. Für eine intelligente Steuerung und Vernetzung der Produktion müssen die Sensoren in Echtzeit große Datenmengen sammeln und verarbeiten. Zugleich sollten sie möglichst energiesparend arbeiten und sich einfach in komplexe Produktionssysteme einbinden lassen. Die derzeit gängigen Industriesensoren sind für die Industrie 4.0 nur begrenzt geeignet. Sie sind für zahlreiche Applikationen in der Regel nicht intelligent und flexibel genug, verbrauchen zu viel Energie und sind zu teuer.

Für das Vorhaben des Forschungsprojekts AMELI 4.0 nutzen die Forscher eine Schlüsseltechnologie der vernetzten Welt: MEMS-Sensoren (MEMS steht für Mikro-Elektromechanisches System). Aus der Automobilbranche und Unterhaltungselektronik sind MEMS-Sensoren bereits nicht

mehr wegzudenken. Sie sind beispielsweise der zentrale Baustein des Schleuderschutzes ESP und sorgen dafür, dass sich die Bildschirmanzeige von Smartphones beim Drehen anpasst.

Im Vergleich zu gängigen Industriesensoren sind MEMS-Sensoren winzig, intelligent, energiesparend und günstig. Sie waren bisher aber vielfach nicht robust und leistungsfähig genug für das anspruchsvolle industrielle Umfeld. Deshalb bleibt das Potenzial der Zustandsüberwachung von Produktionsanlagen zum Teil ungenutzt. Das Forschungsteam von AMELI 4.0 hat MEMS-Sensoren nun so weiterentwickelt, dass sie auch für Industrieanwendungen geeignet sind.

### ERWARTUNGEN DES MARKTES

Ausgangspunkt war die gestiegene Erwartung von Maschinenbauern und ihren Kunden, Maschinen und Prozesse besser überwachen zu können. Anwender von Schleifmaschinen stellen in Zukunft zwei entscheidende Anforderungen an die Wartung ihrer Anlagen:

- Kostenoptimierung: die Wartung nur dann durchführen, wenn sie tatsächlich nötig ist
- Leistungsoptimierung: die Wartung durchführen, bevor ein Produktionsausfall eintritt (Predictive Maintenance)

Der eigentliche Prozess der Maschinenüberwachung muss dabei parallel zum Produktionsablauf stattfinden und darf diesen nicht beeinträchtigen. Die Zeiten, in denen

Produktionsmaschinen planmäßig gewartet werden, bedeuten für Unternehmen einen hohen, aber immerhin kalkulierbaren Kostenfaktor. Zeiten für ungeplante Ausfälle stellen ein erhebliches und weitaus schwieriger zu erfassendes Risiko dar. Beides, die Kosten für Maschinenwartung und das Risiko eines Maschinenausfalls, können mithilfe von IVAS stark reduziert werden.

### ZUSÄTZLICHER NUTZEN

Durch die Online-Überwachung von Produktionsprozessen – parallel zur Produktion –, lassen sich zudem Rückschlüsse auf andere Faktoren ziehen, welche für den Erfolg von Unternehmen kritisch sind. Auffällige Messwerte bei Vibration oder Temperatur haben ihre Ursache häufig nicht in der Produktionsanlage selbst, sondern in den Rohstoffen, die verarbeitet werden. Anwender von Sensorik zur Maschinenüberwachung erhalten somit die Möglichkeit, weitaus mehr Prozesse zu kontrollieren als in der reinen Produktion. Das Aufdecken von Sachverhalten wie mindere Rohstoff-Qualität von Zulieferern ist nur ein Beispiel von vielen.

Um die Maschine zu überwachen, misst der IVAS 3 verschiedene physikalische Größen: Vibrationen in drei Achsen bis 3KHz Signalfrequenz, in einer Achse zusätzlich bis 20 KHz Signalfrequenz und die exakte Temperatur. Wenn eine Anlage nicht wie geplant arbeitet, schwingt und klingt sie anders als im normalen Betriebszustand. Das System vergleicht die gemessenen Signale mit gespeicherten Profilen. Es lernt selbst hinzu und reagiert nur bei Änderungen, die auf einen Defekt oder Verschleiß hindeuten. So erkennt das Sensorsystem künftig frühzeitig, wann eine Maschine repariert oder gewartet werden muss. Bei komplexeren Systemen kann das Gateway (oder der Router), an das die Sensoren ihre Daten senden, oder das Rechnernetz der Fertigung diese intelligente Auswertung übernehmen.

*Die Maschinensteuerung ist ein selbstlernendes System und reagiert nur bei Änderungen der Parameter, die auf einen Defekt oder Verschleiß hindeuten*

## „FÜR EINE INTELLIGENTE STEUERUNG UND VERNETZUNG DER PRODUKTION MÜSSEN DIE SENSOREN IN ECHTZEIT GROSSE DATENMENGEN SAMMELN UND VERARBEITEN.“

*Reiner Schmohl*

*MEMS steht für Mikro-Elektromechanisches System. Diese Sensoren können mechanische und elektrische Informationen verarbeiten*

Für Hersteller von Maschinen ergeben sich aus der Verwendung solcher Systeme zusätzliche Geschäftsmodelle und Serviceangebote. Ihre Kunden erheben die Daten selbst und sind selbstverständlich auch Eigentümer der Daten, die aus der Produktion kommen.

### VORAUSSCHAUENDE WARTUNG

Um allerdings Predictive Maintenance effektiv nutzen zu können, müssen die erhobenen Daten mit bereits bekannten Profilen, wie Schwingungsprofilen, aus anderen Produktionsanlagen verglichen werden. Und daraus ergibt sich ein Geschäftsmodell für die Hersteller: eine digitale 24/7-Wartung der Produktionsanlage ihrer Kunden. Somit können die Hersteller vom Maschinenlieferanten zum starken Produktionspartner werden. Es liegt auf der Hand, dass ein solches Geschäftsmodell nicht begrenzt auf Produktionsmaschinen aus der eigenen Herstellung ist.



Mittwoch, 8. Mai 2019, 15.30 Uhr

# CHRISTOPH PLÜSS

Christoph Plüss ist Chief Technology Officer der UNITED GRINDING Group. Er arbeitet seit 2009 für die Unternehmensgruppe und war zuvor Leiter F&E und CTO bei EWAG



## UNITED GRINDING Digital Solutions™ – Der Kundennutzen

### Short Summary

Digitalisierung im Bereich der Werkzeugmaschinen ist eher ein Generationenthema als ein technologisches Thema

Entscheidende Differenzierungsmerkmale moderner Werkzeugmaschinen werden zukünftig zunehmend im Bereich der intuitiven Bedienung und Handhabung zu finden sein

Die Königsdisziplin der Digitalisierung ist auf Basis der erfassten Daten automatisch Optimierungen vorzunehmen und mittels geschickter Datenanalyse Zusammenhänge und Muster zu erkennen

Der Erfolg der Kunden ist und bleibt auch im digitalen Zeitalter der Antrieb der UNITED GRINDING Group

DER DIGITALE WANDEL IST ALLGEGENWÄRTIG und prägt Gesellschaft, Umwelt und Wirtschaft in einer rasanten und noch nie dagewesenen Art und Weise. Die wachsende Vernetzung von Menschen, Internet und Dingen rückt zunehmend in den Fokus der industriellen Fertigung und erlaubt uns hier Geschäftsmodelle zu revolutionieren und unseren Kunden neuartige Dienstleistungen und Lösungen anzubieten. Doch wie entwickelt und gestaltet man digital erfolgreiche Dienstleistungen? Erfolgreiche „Digitalisierer“ rücken mit glasklarem Fokus den Kundennutzen und die User Experience (UX) ins Zentrum ihres Wirkens – dem Kunden sein Leben einfacher machen, ganz einfach! Dies ist schlussendlich das Erfolgsrezept.

### EIN GENERATIONENTHEMA

Nüchtern betrachtet, hat die zunehmende Digitalisierung im Bereich der Werkzeugmaschinen wenig zu tun mit der vierten industriellen Revolution. Entwicklungen aus dem privat-gesellschaftlichen Umfeld in Bezug auf die Interaktion mit modernen Geräten und Systemen (Smartphone-Generation) stellen heute eine klare Erwartungshaltung. Daher ist das Thema Digitalisierung eher ein Generationenthema als ein technologisches Thema. Für die nächste Generation ist vieles selbstverständlich, was heute noch in Diskussion ist.

### CUSTOMER JOURNEY

Als einer der Technologie- und Marktführer will die UNITED GRINDING Group die digitale Entwicklung in der modernen Fertigungsindustrie maßgebend mitgestalten und

prägen, um ihren Kunden ein verlässlicher Partner zu bleiben und ihre Spitzenposition in Zukunft zu halten.

In einer „Customer Journey“ haben wir die „Touchpoints“ mit unseren Kunden über die ganze Nutzungsdauer der Maschine zusammengetragen – von der Evaluation und Beschaffung bis zur Stilllegung. In dieser „Kundenerlebniskette“ wird geklärt, welche Kundeninteraktion mittels Digitalisierung vereinfacht werden kann und somit dem Kunden das Leben erleichtert.

### DIGITALES ECOSYSTEM

Um Kunden in einem digitalen Ecosystem eine positive „User Experience“ (UX) zu verschaffen, erachten wir drei digitale Touchpoints als wesentlich:

1. „Maschinen-Panel“: Entscheidende Differenzierungsmerkmale moderner Werkzeugmaschinen werden zukünftig zunehmend im Bereich der intuitiven Bedienung und Handhabung zu finden sein. Wir wollen hier einen Meilenstein in der Bedienung setzen und das Arbeiten an der Maschine für alle vereinfachen und digital unterstützen.
2. „Web-Portal“: Ein neues UNITED GRINDING Web-Portal soll als Drehscheibe für spezifische Geschäfts- und Kundeninformationen, Markt- sowie Produktnews dienen.
3. „Customer-Portal“: Zukünftig wird jeder registrierte UNITED GRINDING Digital Solutions™-Kunde Produkte und Dienstleistungen auf dem Customer-Portal einfach und schnell beziehen können.

**KERNGEBIETE DER DIGITALISIERUNG**

Mit UNITED GRINDING Digital Solutions™ wollen wir unseren Kunden eine durchdachte und ausbaufähige Portfolio-Architektur bieten, für mehr Produktivität, Zuverlässigkeit und Qualität. Im digitalen Produktionsalltag haben wir dabei vier wesentliche Kerngebiete der Digitalisierung identifiziert:

- Digital Connectivity: Die Vernetzung von Menschen, Maschinen und Systemen ist die elementare Voraussetzung der Digitalisierung. Dafür arbeiten wir an durchgängigen Software- und Hardwarekonzepten. Ein einheitlicher Datenaustausch ist dabei wesentlich. Zusammen mit führenden Steuerungs- und Werkzeugmaschinenherstellern wurde hier unter der Leitung des VDW die Schnittstelle „umati“ (universal machine tool interface) entwickelt und lanciert.
- Digital Usability: Idealerweise sind auch komplexe Maschinen einfach bedienbar, ohne dass dazu Spezialisten nötig sind. Der Bediener soll in seiner Aufgabe digital unterstützt werden, deshalb arbeiten wir intensiv an neuen Interaktionskonzepten. Eine einheitliche UNITED GRINDING Bedienungsphilosophie wird das Leben ihrer Bediener und unserer Applikations- und Servicetechniker massiv erleichtern.
- Digital Monitoring: Der erste Schritt jeder Optimierung ist nach dem Sammeln von Daten Transparenz zu schaffen, Muster erkennbar zu machen und Optimierungspotentiale abzuleiten. Hierzu haben

wir zwei erste Produkte, den UNITED GRINDING Digital Solutions™ SERVICE MONITOR und den PRODUCTION MONITOR. Letzterer ermöglicht es, ein digitales Abbild der Fertigung anzulegen und die Auslastung und Effizienz der Fertigung aufzuzeichnen. Mit dem SERVICE MONITOR unterstützen wir das Servicepersonal bei der Planung und Durchführung von Wartungsaktivitäten.

- Digital Productivity: Die Königsdisziplin der Digitalisierung ist auf Basis der erfassten Daten automatisch Optimierungen vorzunehmen und mittels geschickter Datenanalyse Zusammenhänge und Muster zu erkennen. Dies wird uns in

Zukunft ermöglichen, genaue Laufzeiten von Schlüsselkomponenten vorherzusagen (Predictive Maintenance) oder dynamisch Maschinenparameter für eine angestrebte Fertigungsqualität anzupassen.

**AUSBLICK**

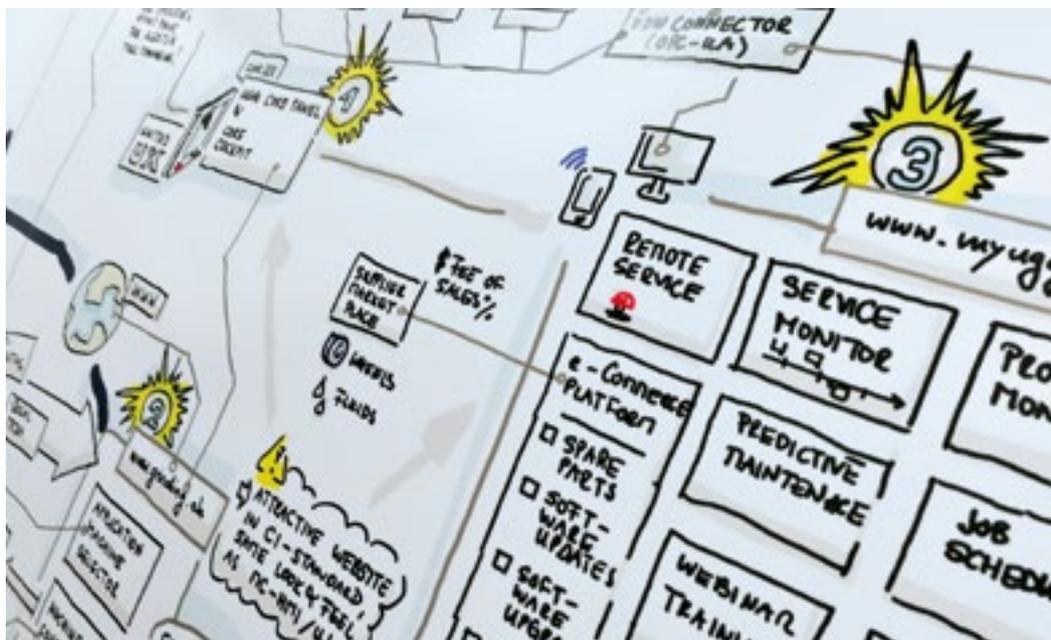
Mit der vorgestellten Portfolio-Architektur von UNITED GRINDING Digital Solutions™ ist eine erfolgreiche Basis für den digitalen Werkzeugmaschinenbau von Morgen gelegt. Wir orientieren uns dabei am Kundennutzen und an skalierbaren Lösungskonzepten. In allen vier Quadranten von UNITED GRINDING Digital Solutions™ werden wir in den kommenden Jahren weitere Produktinnovationen lancieren, an denen wir bereits heute mit Hochdruck arbeiten.

Reale und digitale Welt werden noch näher verschmelzen, „Augmented Reality“ wird vermehrt Einzug in industrielle Anwendungen halten. Im Bereich der Datenanalyse und Optimierung werden uns künstliche Intelligenzen verstärkt unterstützen, die richtigen Entscheidungen zu treffen. Vermehrt werden wir intelligente Sensortechnik einsetzen, um den aktuellen Fertigungsprozess noch genauer und sicherer zu regeln und vorausschauend Aktivitäten und Massnahmen zu planen.

Das Ziel ist ganz klar: keine ungeplanten Maschinenstillstände und eine gleichbleibend hohe Fertigungsqualität bei maximaler Produktivität. Der Erfolg unserer Kunden ist und bleibt auch im digitalen Zeitalter unser Antrieb.

**„DAS ZIEL IST GANZ KLAR: KEINE UNGEPLANTEN MASCHINENSTILLSTÄNDE UND GLEICHBLEIBEND HOHE FERTIGUNGSQUALITÄT BEI MAXIMALER PRODUKTIVITÄT.“**

*Christoph Plüss*



Die drei wesentlichen Touchpoints der User Experience: Maschinen-Panel, Web-Portal und Customer-Portal

Mittwoch, 8. Mai 2019, 16.15 Uhr

# DR. SEBASTIAN RISI

Dr. Sebastian Risi ist außerordentlicher Professor an der IT-Universität Kopenhagen, Dänemark



## Künstliche Intelligenz – damit sich Maschinen kontinuierlich anpassen können

### Kurze Zusammenfassung

Beruhend auf Einblicke in künstliche Intelligenz, Robotik und Biologie können neue Generationen von Maschinen geschaffen werden, deren Körper und künstliche Gehirne nicht darauf beschränkt sind, nur eine bestimmte Aufgabe auszuführen, sondern die sich entwickeln können, um eine Reihe von Aufgaben in einem sich verändernden, realen Umfeld durchzuführen

Agenten, die lebenslang lernen, zum Beispiel für autonomes Fahren, werden ihre Leistung laufend verbessern und ihre Kenntnisse ohne Überwachung aktualisieren, sich schnell an unvorhergesehene Umgebungen anpassen und neue Aufgaben lernen und festigen, ohne alte zu vergessen

Künstliche Intelligenz hat das Potential, viele unterschiedliche Industriezweige disruptiv zu verändern, indem der traditionelle Ansatz „Entwickeln und Einsetzen“ durch einen iterativen evolutionären Ansatz „Entwickeln, Einsetzen und Anpassen“ ersetzt wird

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ (KI) und autonome Maschinen werden Teil unseres täglichen Lebens, bei der Gesichtserkennung, der Spracherkennung in Mobiltelefonen, automatischen Übersetzungen oder autonomem Fahren. Maschinen können Menschen bereits in vielen Bereichen wie Schach, Go oder sogar Poker übertreffen. Diese Systeme verblassen jedoch im Vergleich mit einfacher biologischer Intelligenz, die lernen, sich entwickeln und sich an unvorhergesehene Erlebnisse anpassen kann. Aktuelle maschinelle Lernsysteme können nur mit Situationen umgehen, auf die sie vorher trainiert worden sind; sie sind unfähig, sich während der Ausführung an unerwartete Situationen, die vom Konstrukteur nicht vorhergesehen wurden, anzupassen, was ihre Autonomie stark einschränkt. Außerdem sind die aktuellen Maschinen statisch, während sich lebende Organismen anpassen und entwickeln können, um zu überleben. Es handelt sich um weniger autonome Größenordnungen, die darauf spezialisiert sind, nur einen sehr beschränkten und feststehenden Satz von Funktionen auszuführen und die von Teams von Ingenieuren noch mühsam geplant und konstruiert werden.

### DURCHFÜHRUNG EINER REIHE VON AUFGABEN

Diese Schwäche hebt sich völlig von den Fähigkeiten der Tiere ab, die sich an eine bestimmte Gewohnheit anpassen können, indem sie sich durch natürliche Selektion auf einer evolutionären Zeitskala und durch Verhaltensflexibilität auf einer täglichen Zeitskala anpassen. Da sie in dynamischen und wechselnden Umgebungen leben, mussten

biologische Systeme robuste, aber flexible Lösungen entwickeln, die ihnen das Überleben ermöglichen. Beruhend auf Einblicke in künstliche Intelligenz, Robotik und Biologie zielt meine Forschungsgruppe darauf ab, die Grundlagen für eine neue Generation von Maschinen zu schaffen, deren Körper und künstliche Gehirne nicht darauf beschränkt sind, nur eine bestimmte Aufgabe auszuführen, sondern die sich entwickeln können, um eine Reihe von Aufgaben in einem sich verändernden, realen Umfeld auszuführen, auf unbemannte Erkundungen von unbekanntem Umgebungen zu gehen und die Entwicklung von neuer Medizintechnik, wie Prothesen für Kinder, die sich an den Körper anpassen, erleichtern zu können. Einige dieser Forschungsprojekte, an denen wir arbeiten, sind unten im Einzelnen spezifiziert.

### RIBOSOMALE ROBOTER

Wir entwickelten ein neuartiges 1D-Drucksystem, das einen von Ribosomen inspirierten Ansatz verwendet, um von einem einzelnen Strang an Ausgangsmaterial eine Vielzahl an spezialisierten Robotermorphologien herzustellen. Dieses Proof-of-concept-System umfasst sowohl eine neue Produktionsplattform, die das Ausgangsmaterial durch Falten konfiguriert, als auch ein Optimierungswerkzeug, das auf künstlicher Evolution basiert. Dieses System erlaubt die automatische Konstruktionen von einfachen Robotermorphologien basierend auf bestimmten Spezifikationen. Das System kann aus dem gleichen Ausgangsmaterial unterschiedliche Roboter herstellen, von denen jeder eine spezialisierte Aufgabe ausführen kann.

Außerdem kann diese Faltmaschine recyceltes Material verwenden, um neue Konstruktionen herzustellen, wodurch ein autonomes Produktions-Ökosystem, das fähig ist, vorherige Iterationen wieder zu verwenden, neue Aufgaben ausführen kann. Momentan erweitern wir diese Produktionsplattform, um eine neue Generation von Robotern, sogenannte EvoMorphs, zu schaffen. Dabei handelt es sich um formwandelnde Roboter, die fähig sein werden, über die Bruchsteine eines eingestürzten Gebäudes zu klettern, sich so zu verwandeln, dass sie durch enge Durchgänge passen und ihre Form wieder erlangen, nachdem sie beschädigt worden sind.

Eine wesentliche menschliche Fähigkeit ist es, fortwährend aus Erfahrung zu lernen. Die Schaffung von künstlichen Agenten, die sich während ihrer Lebensdauer ständig an neue Situationen anpassen und neue Fertigkeiten erlernen können, ohne bereits erlernte Fertigkeiten auf verhängnisvolle Weise zu vergessen, bleibt jedoch eine ungelöste Herausforderung beim maschinellen Lernen. Im Gegensatz zu gegenwärtigen KI-Ansätzen können sich biologische Systeme schnell an Änderungen in ihrer speziellen Umgebung anpassen.

Zusammen mit einer bunt gemischten Gruppe von Forschern bezwecken wir, Agenten für autonomes Fahren zu schaffen, die lebenslang lernen. Das System wird einen selbstfahrenden Agenten antreiben, der seine Leistung laufend verbessert und seine Kenntnisse ohne Überwachung aktualisiert, sich schnell an unvorhergesehene Umgebungen anpasst und neue Aufgaben lernt



Die Architektur des maschinellen Lernens wird Interaktionen des Hippocampus emulieren, um lebenslanges Lernen zu festigen

## „KÜNSTLICHE INTELLIGENZ HAT DAS POTENTIAL VIELE UNTERSCHIEDLICHE INDUSTRIEZWEIGE DISRUPTIV ZU VERÄNDERN.“

Sebastian Risi

und festigt, ohne alte zu vergessen. Durch den neuen Algorithmus sollte eine Maschine zum Beispiel einen Sensorausfall während der Ausführung überstehen, wo die Lernalgorithmen aktueller Maschinen versagen.

### DEMOKRATISIERUNG DER KI

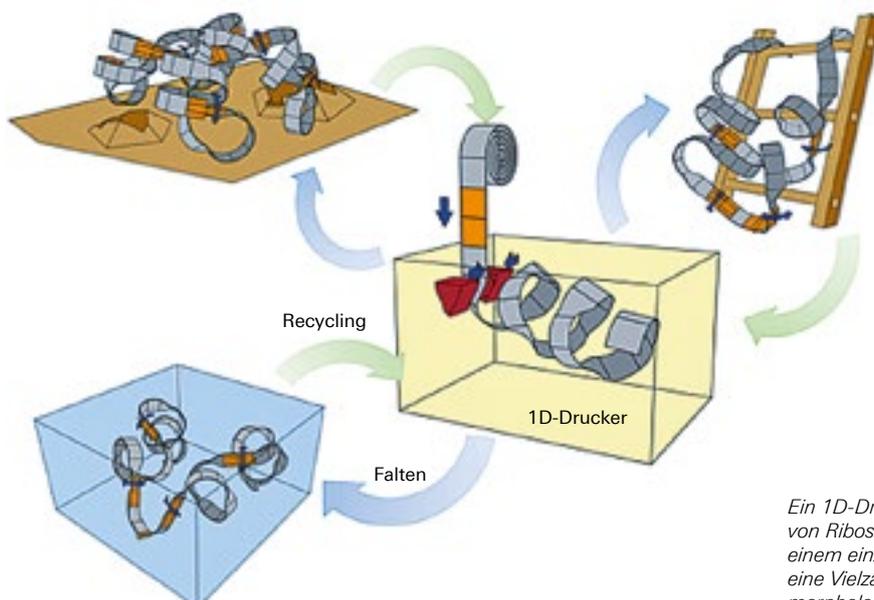
Unsere Gesellschaft hängt immer mehr von modernen und vorherrschenden Formen der

KI ab. Eine wesentliche Herausforderung ist es, sicherzustellen, dass diese Systeme der Allgemeinheit nützen. Um diese Herausforderung zu bewältigen, müsste die ideale Maschine nicht zur Durchführung einer bestimmten Aufgabe programmiert sein, sondern könnte dagegen in Interaktion mit uns zur Durchführung dieser Aufgabe gebracht werden, ähnlich wie wir Kindern etwas beibringen. Ein wichtiger Teil unserer Forschung macht einen Schritt hin zur Demokratisierung der KI-Verfahren, indem es zufälligen Anwendern ohne irgendwelche Kenntnisse über KI oder Robotik ermöglicht wird, die Verhaltensweisen des Roboters durch einen Prozess von interaktiver künstlicher Evolution zu konzipieren.

Ähnlich wie wir Hunde züchten, können die Anwender interaktiv die von ihnen bevorzugten Verhaltensweisen des Roboters aus einer Gruppe von Kandidaten auswählen, und die nächste Generation von Verhaltensweisen wird durch leichtes Verändern (Mutieren) und Verbinden (Kreuzen) des genetischen Materials der künstlichen neuronalen Netze des Roboters gewonnen. Da Menschen ein intuitives Wissen haben, wie sich Tiere verhalten sollten, sind sie fähig, in einem Simulator selektiv einfache Verhaltensweisen der Roboter zu züchten, ohne die Robotik oder die Konstruktionsprinzipien neuronaler Netze verstehen zu müssen.

### LERNENDE UND SICH ENTWICKELNDE MASCHINEN

Künstliche Intelligenz hat das Potential, viele unterschiedliche Industriezweige disruptiv zu verändern, indem der traditionelle Ansatz „Entwickeln und Einsetzen“ durch einen iterativen evolutionären Ansatz „Entwickeln, Einsetzen und Anpassen“ ersetzt wird. Das könnte den Bedarf an menschlichen Konstrukteuren oder sogar an von Menschen bedienten Anlagen einschränken. Die langfristige Vision unseres Labors ist es, künstliche Organismen zu schaffen, die sich ständig anpassen und entwickeln, um sich an ihre spezielle Umgebung anzupassen, wobei sie die Beschränkungen der unmittelbar von Menschen konstruierten Systeme überwinden.



Ein 1D-Drucksystem verwendet einen von Ribosomen inspirierten Ansatz, um von einem einzelnen Strang an Ausgangsmaterial eine Vielzahl an spezialisierten Roboter-morphologien herzustellen

Donnerstag, 9. Mai 2019, 9.30 Uhr

# PROF. DR. THOMAS BERGS

Prof. Dr.-Ing. Thomas Bergs leitet den Lehrstuhl für Technologie der Fertigungsverfahren am Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen



## Assistenzsystembasierte Prozessüberwachung in der Schleiftechnik

### Short Summary

Aktuelle Entwicklungen wie Customizing oder neue Antriebskonzepte im Automobil erfordern eine agile Prozessführung mithilfe von Assistenzsystemen in der Produktion

Voraussetzung dafür ist fundiertes, physikalisch basiertes Prozesswissen. Um dieses zu gewinnen, sind digitale Zwillinge notwendig

Digitale Zwillinge sind datenbasierte Abbilder von realen Bauteilen, Werkzeugen und Maschinen, die über den gesamten Lebenszeitraum des realen Objekts existieren

Sie generieren große Datenbestände, die mit Methoden der künstlichen Intelligenz auf noch unbekannte Trends und Muster untersucht werden können, und helfen Qualitätskontrollen zu vereinfachen

DIE FORTSCHRITENDE ENTWICKLUNG von alternativen Antriebskonzepten in der Automobilbranche induziert einen Bedeutungswandel in der spannenden Fertigungstechnik. Leichtbaukonzepte und die Verarbeitung von Werkstoffen mit bisher unbekanntem Zerspanverhalten stellen zusätzliche Herausforderungen an den Zerspanprozess. Darüber hinaus bewirken neue Fertigungsverfahren und ein Wandel der benötigten Antriebskomponenten eine signifikante Reduktion der Zerspanungshauptzeiten in der Herstellungskette von Automobilen.

Spanende Fertigungsverfahren besitzen jedoch Relevanz für die Fertigung von Bauteilen mit hohen Anforderungen in Bezug auf Form- und Lagetoleranzen. Kundenanforderungen bewirken ebenfalls einen Wandel weg von der Massenfertigung hin zur Fertigung von Bauteilen kleiner Losgrößen. Eine wirtschaftliche Herstellung dieser Bauteile erfordert mehr denn je eine effiziente und agile Prozessführung.

Im Rahmen des Exzellenzclusters Internet of Production der RWTH Aachen hat sich das Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen zum Ziel gesetzt, das technologieübergreifende Zusammenspiel spanender Fertigungsverfahren auf ein neues Level zu heben, indem kontextabhängige Daten aus Produktion und Nutzung in Echtzeit und in hinreichendem Detaillierungsgrad bereitgestellt und verwertet werden.

### INTERNET OF PRODUCTION

Die agile Produktion stellt eine der Säulen der vernetzten, adaptiven Produktion des Internet of Production, der Aachener Inter-

pretation des Industrial Internet of Things, dar. Das Kernelement des Internet of Production ist die konsequente Digitalisierung und Vernetzung von Entwicklung, Produktion und Produkt innerhalb der gesamten Wertschöpfungskette. Assistenzsysteme in der Produktionstechnik bilden das Verbindungselement zwischen menschlicher Erfahrung und den Fähigkeiten von IT-Systemen zur Verbesserung von Datenhandling, Analyse, Modellierung und Planung. Das Assistenzsystem unterstützt mit steigendem Reifegrad zunächst bei der Entscheidung, Steuerung und Regelung. Im weiteren Verlauf steuert es als autonomes System die Fertigungslinie.

**„EINE WIRTSCHAFTLICHE  
PRODUKTION  
ERFORDERT HEUTE MEHR  
DENN JE EINE  
EFFIZIENTE UND AGILE  
PROZESSFÜHRUNG.“**

*Thomas Bergs*

Grundvoraussetzung für die Entwicklung eines solchen Assistenzsystems ist ein fundiertes, physikalisch basiertes Wissen über den Prozess. Die Umsetzung eines Assistenzsystems in der Schleiftechnik stellt sich als besonders schwierig dar, weil aufgrund der eingeschränkten Zugänglichkeit der Kontaktzone zwischen Schleifkorn

*Mit steigendem Reifegrad wird das Assistenzsystem von der reinen Zustandserfassung hin zur autonomen Prozessregelung basierend auf historischen und prognostizierten Daten befähigt*

und Werkstück sowie der geometrisch unbestimmten Schneide eine Vielzahl von Einflussgrößen schwer messbar ist. Daher ist es notwendig, wertvolle Prozessgrößen mittels virtueller Sensoren und Modellen online messbar zu machen.

Den Ansatz zur Datenanalyse und -prognose ermöglicht ein digitaler Zwilling. Er stellt ein hinreichend genaues, datenbasiertes Abbild von realen Bauteilen, Werkzeugen und Maschinen dar und existiert über die gesamte Lebensdauer des realen Objekts. Der Einsatz von Hochleistungsensorik und Multisensorplattformen auf kleinstem Raum ermöglicht die präzise Bildung des digitalen Zwillings.

Die Sensordaten fließen ganzheitlich zusammen mit Metadaten in einen Data Lake. Dadurch werden sie für die Analysemethoden der künstlichen Intelligenz für Big Data verfügbar gemacht, um unbekannte Relationen, Trends und Muster zu finden. Die datengetriebene Modellierung mithilfe der Methoden der künstlichen Intelligenz identifiziert unbekannte Zusammenhänge zwischen Prozessstell-, Stör- und Ausgangsgrößen. Für die Schaffung des digitalen Zwillings müssen neben den direkten und indirekten Prozesssignalen auch Daten von Werkstück, Werkzeug und anderen Produktionsmitteln in eine gemeinsame Datenbasis einfließen. Dies ist notwendig, um Streuungen und Trends zu verstehen und darauf aufbauend präventiv zu vermeiden.

**DEMONSTRATION IN DER FERTIGUNG**

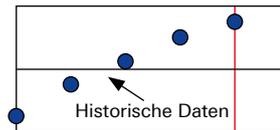
Der Nutzen des digitalen Zwillings in der modernen Produktionstechnik wird am Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen im Rahmen von Demonstrationsystemen in einer Fertigungslinie unter anderem am Beispiel eines Vollhartmetallschafffräasers skizziert. Der gesinterte Hartmetallrohling repräsentiert einen schwer zerspanbaren Werkstoff mit sowohl duktilem als auch sprödhartem Zerspanverhalten. Aufgrund der schweren Zerspanbarkeit und der hohen Anforderungen an Formtoleranz und Oberflächenbeschaffenheit, wird der Rohling schleiftechnisch in mehreren Schrupp- und Schlichtprozessen bearbeitet. Dabei werden Nutenräume, Haupt- und Nebenschneiden sowie Freiflächen hergestellt.

**Stufe 1: Signalisierung**



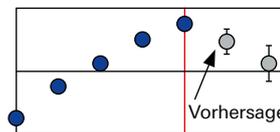
Zustand

**Stufe 2: Beobachtung**



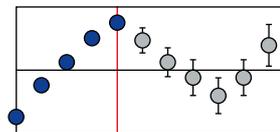
Warnung

**Stufe 3: Prognose**



Hinweis

**Stufe 4: Unterstützung**

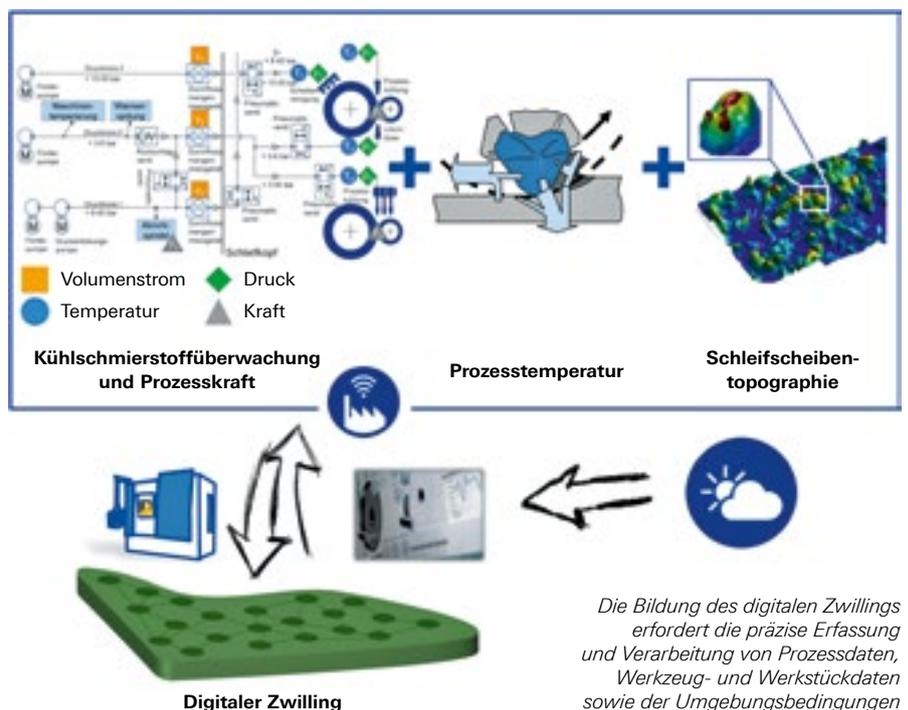


Vorgabe

Liegt weiterhin die Kenntnis über das Werkstück hinsichtlich Werkstoff, Geometrie und Randzone vorhergegangener Bearbeitungsschritte vor, so können diese Zwillinge miteinander in einem virtuellen Prozess verknüpft werden. Somit wird die technologisch und wirtschaftlich effiziente Auslegung des Fräs-werkzeugeinsatzes im Fräsprozess mit der Losgröße Eins möglich.

**STATISTISCHE PROZESSKONTROLLE**

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen im Forschungsumfeld kann der Kunde anschließend durch die Erfassung von indirekten Prozesssignalen über moderne Maschinensteuerungen auf die Bauteilrandzoneneigenschaften sowie Oberflächenkenngrößen und Formtoleranzen schließen. Eine sowohl kosten- als auch zeitintensive Hundertprozentprüfung sämtlicher Qualitätsmerkmale, wie sie bei sicherheitskritischen Bauteilen vorgeschrieben ist, kann somit auf eine statistische Prozesskontrolle (SPC) reduziert werden, oder es kann darauf sogar vollständig verzichtet werden. Abschließend ermöglicht das durch datengetriebene Modelle generierte Prozesswissen die Gestaltung von Technologie-Metamodellen, um Stör- und Einflussgrößen der Prozesse zukünftig bereits in der Planung zu berücksichtigen.



*Die Bildung des digitalen Zwillings erfordert die präzise Erfassung und Verarbeitung von Prozessdaten, Werkzeug- und Werkstückdaten sowie der Umgebungsbedingungen*

Donnerstag, 9. Mai 2019, 10.15 Uhr

# ROMAN RUDOLF THOMAS SCHENK

Roman Rudolf ist Leiter Vertrieb und Support, Thomas Schenk Leiter Produktion der FISCHER AG. Das Unternehmen aus dem Schweizer Herzogenbuchsee produziert Rotationssysteme wie Präzisionsspindeln, Elektroverdichter und Fräsköpfe



## WireDress® aus der Praxis (Praxisbezogene Beispiele und Erfahrungen)

### Short Summary

Schwer zerspanbare Hartstoffe und steigende Qualitätsansprüche stellen erhöhte Anforderungen an eine prozesssichere Fertigung

Bei bester Formbeständigkeit der Bindung können nahezu beliebige Profile im  $\mu\text{m}$ -Bereich konturgenau abgerichtet werden

Weitere wichtige Faktoren, die dazu beitragen im absoluten Bereich von weniger als  $1\ \mu\text{m}$  reproduzierbar zu fertigen, sind eine vollklimatisierte Halle, automatisches Laden und Entladen, angepasstes Tooling, modernste Messtechnik, ein effizientes Kühlkonzept und natürlich gut ausgebildetes und topmotiviertes Personal

DAS AERODYNAMISCHE LUFTLAGER von FISCHER erfordert eine sehr präzise Bearbeitung der Wellen im  $\mu\text{m}$ -Bereich. Die Lagergeometrie ist genau definiert und die Qualität der Monoblock-Präzisionsbauteile wird systematisch dokumentiert. Werkstoffe wie Hartmetall stellen die Fertigung vor neue Herausforderungen. Zur Steigerung des Abtragsvolumens kommen spezielle Schleifmittel wie metallurgisch gebundene Diamantscheiben zur Anwendung – und diese bedingen technologische Weiterentwicklungen von Fertigungsmitteln. WireDress® ist ein Beispiel eines kleinen, aber wichtigen Bausteins in der Technologieentwicklung zur Erhöhung der Produktivität durch Steigerung des Teiledurchsatzes und Verbesserung der Prozesskonstanz.

Die Herausforderung war: Wir hatten nicht nur das Ziel, die Produktivität zu steigern, sondern stießen bei der Schleif-Bearbeitung von schwer zerspanbaren Hartstoffen mit immer höheren Qualitätsansprüchen auch an unsere Grenzen. Dabei mussten wir uns eingestehen, dass wir diese Thematik mit einer konventionellen Schleifmaschine nicht lösen konnten. Also machten wir uns auf die Suche nach einer möglichen Lösung.

Mit STUDER haben wir seit Jahren einen Technologiepartner an der Seite, mit dem wir diverse erfolgreiche Projekte gemeistert haben. Auf unsere Anforderung hat STUDER die Technologie WireDress®

in Kombination mit High Speed Grinding (HSG) vorgeschlagen, welche exakt zu der Problemlösung passte. Hier erfolgt das Abrichten bei der vollen Schleifdrehzahl der Scheibe. Im Gegensatz zum herkömmlichen mechanischen oder externen EDM-Abrichten geschieht das WireDress®-Abrichten durch modifiziertes Draht-Erodieren in der Schleifmaschine, wobei das Schleiföl als Dielektrikum dient.

Der Abrichtvorgang geht berührungs- und verschleißlos ohne mechanischen Kontakt vonstatten. Dabei wird nicht das Schleifkorn abgerichtet, sondern die metallische Bindung ab-, beziehungsweise zurückgenommen. Je nach Formschluss des Schleifkorns fällt es einfach heraus, ansonsten bleiben die Schleifkörner in voller Schärfe erhalten. Die Scheibe erhält hohen Kornfreistand für maximale Schnitfähigkeit, geringere Schleif-

**„WIREDRESS® TRÄGT  
ZUR ERHÖHUNG  
DER PRODUKTIVITÄT  
DURCH STEIGERUNG  
DES TEILE-  
DURCHSATZES UND  
VERBESSERUNG DER  
PROZESSKONSTANZ BEI.“**

*Thomas Schenk*



kräfte und geringere Brandneigung. Man kann die Fähigkeiten der Metallbindung mit WireDress® nun nutzbar machen. Bei bester Formbeständigkeit der Bindung können nahezu beliebige Profile im  $\mu\text{m}$ -Bereich konturgenau abgerichtet werden. Es sind zudem lange Abrichtintervalle erreichbar.

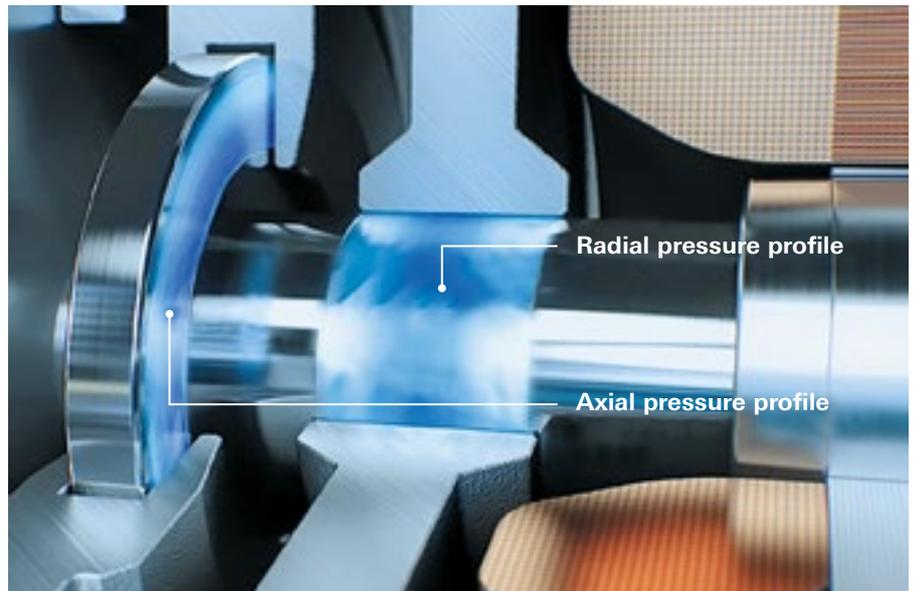
### REPRODUZIERBAR FERTIGEN

Setzt man auf die richtige Technologie, ist auch die Prozesssicherheit gegeben. In der Vergangenheit musste man sich an solche Schleifresultate zeitaufwändig herantasten, heute ist es prozessstabil. Das hat den Vorteil, dass wir die Kosten klarer kalkulieren können. Wir wissen auch, dass die richtige Technologie nicht nur die Maschine umfasst.

Die weiteren Faktoren, die dazu beitragen im absoluten Bereich von weniger als 1  $\mu\text{m}$  reproduzierbar zu fertigen, sind:

- eine vollklimatisierte Halle
- automatisches Laden und Entladen
- angepasstes Tooling
- modernste Messtechnik
- ein effizientes Kühlkonzept
- gut ausgebildetes und topmotiviertes Personal

Für die FISCHER AG hat sich die Investition in die STUDER S41 mit der WireDress®-Technologie gelohnt. Um das Potenzial der Technologie-Maschine richtig auszuschöpfen, werden wir weiter in die Entwicklung der Schleiftechnologie investieren.



*Ein von FISCHER speziell optimiertes aerodynamisches Luftlager*



*Der von FISCHER entwickelte elektrische Turbokompressor erlaubt es, kleine Massenströme effizient zu verdichten*

Donnerstag, 9. Mai 2019, 11.00 Uhr

# DR. STEFAN BOHR

Dr. Stefan Bohr ist Director Application Engineering & OEM Management bei Saint-Gobain Abrasives, einem weltweit tätigen Hersteller von Schleifmitteln



## Hochleistungsschleifen ... rasante Entwicklungen verschiedener Technologien

### Short Summary

Die Effizienz von Schleifprozessen hängt entscheidend von Parametern wie Schnittgeschwindigkeit und Körnung der Schleifscheibe ab

Eine höhere Schnittgeschwindigkeit führt bei geeigneter Schleifscheibenspezifikation zu einer verbesserten Schleifperformance – aber auch zu einer erhöhten Wärmeentwicklung

Auch die Schleifrichtung (Gleich- und Gegenlaufschleifen) ist ein wichtiger Faktor für den Spanbildungsprozess

Eine geeignete Auslegung des Schleifprozesses ergibt sich aus der Analyse des Spanbildungsprozesses unter Berücksichtigung der Korneigenschaften

DIE LEISTUNGSFÄHIGKEIT VON SCHLEIFPROZESSEN wird im Hinblick auf den Materialabtrag, die Schleifzeiten, die Oberflächengüten sowie die Komplexität der Prozessabläufe ständig verbessert. Dies ist für die Bearbeitung neuartiger Werkstoffe notwendig und reduziert zudem die Schleifkosten. Wie aber wird das erreicht?

Einerseits durch neuartige Schleifmaschinen, die schnellere Abläufe und optimierte Prozesse zulassen. Andererseits durch die Entwicklung innovativer Schleifwerkzeuge, die optimale Prozessparameter erst möglich machen. Die individuelle Kombination aus dem richtigen Schleifkorn und der geeigneten Bindung führt zu einer Spezifikation, die die höchste Leistung für den jeweiligen Anwendungsfall sicherstellt.

### SCHNITTGESCHWINDIGKEIT

Führt eine höhere Schnitt- beziehungsweise Schleifscheibenumfangsgeschwindigkeit zu einer gesteigerten Schleifperformance und damit zu einem höheren Zeitspanvolumen?

Die simple Antwort darauf lautet: „Ja... aber!“ Zur Erklärung betrachten wir die äquivalente Spandicke. Sie ist definiert als der Quotient aus Zeitspanvolumen und Schnittgeschwindigkeit (siehe Abbildung 2). Erfahrungen und theoretische Betrachtungen zeigen, dass sich die äquivalente Spandicke bei gewöhnlichen Schleifprozessen immer in einer ähnlichen Größenordnung befindet, und zwar zwischen 0,1 und 0,7  $\mu\text{m}$ .

Wenn wir also die Schnittgeschwindigkeit erhöhen, können wir das Zeitspanvolumen

entsprechend anheben, um die Spandicke gleich zu halten. Also: Höhere Schnittgeschwindigkeiten erlauben in dieser Hinsicht in der Tat eine bessere Schleifperformance!

Aber: Durch das höhere Zeitspanvolumen entsteht mehr Wärme. Zu deren Abführung muss das Kühlsystem hinsichtlich der Durchflussmenge, des Drucks und der Austrittsgeschwindigkeit angepasst werden; andernfalls käme es zur thermischen Schädigung des Werkstückes. Zudem gibt es ein zweites „Aber“: Es ist sicherzustellen, dass die Schleifkörner und das gesamte Werkzeug diese zusätzliche Belastung aushalten.

### WIRKUNG DER SCHLEIFKÖRNUNG

Abbildung 1 zeigt den Zusammenhang zwischen Spindelleistung und Zeitspanvolumen für die Schleifkörner Edelkorund weiß und Altos TGX, der bei zeitunabhängigen Prozessen als lineare Funktion dargestellt werden kann. Damit lassen sich zwei wesentliche Eigenschaften von Schleifkörnungen bestimmen:

1. Die spezifische Schleifenergie, also die Energie, die benötigt wird, um 1  $\text{mm}^3$  Material zu zerspanen (Steigung der Geraden). Eine niedrige Steigung, also eine flache Gerade, bedeutet, dass ein hohes Zeitspanvolumen bei geringer Spindelleistung erzielt werden kann. Das Diagramm zeigt, dass Altos TGX eine deutlich niedrigere spezifische Schleifenergie aufweist und damit besser für ein hohes Zeitspanvolumen geeignet ist als Edelkorund weiß.

2. Die Schwellenleistung („threshold power“), also die Leistung, die erforderlich ist, um die Spanbildung anzuregen (y-Achsenabschnitt). Ab dieser Leistung gelingt es dem Schleifkorn, in das Material einzudringen und einen ersten Span zu erzeugen. Unterhalb dieser Schwelle kommt es lediglich zu Prozessen wie Reibung, Temperaturerhöhung und gegebenenfalls Verformung des Werkstückes. Die Abbildung zeigt, dass Edelkorund weiß hier einen Vorteil hat, also bei geringerer Leistung schon „schnittig“ ist.

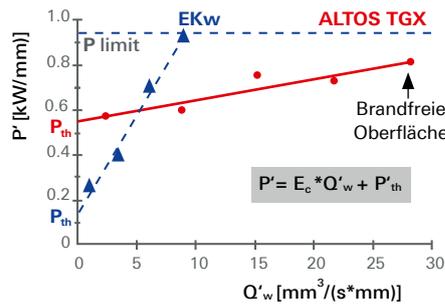


Abbildung 1:  
Die spezifische Schleifenergie, also der Zusammenhang zwischen Spindelleistung  $P'$  und Zeitspanvolumen  $Q'$  für die Schleifkörner Edelkorund weiß (EKw) und Altos TGX

Für hohe Zeitspanvolumen werden also Körner mit niedriger spezifischer Schleifenergie benötigt, mit denen ein hoher Materialabtrag bei geringer Spindellast erzielbar ist. Häufig empfiehlt sich also, Altos TGX einzusetzen, damit die höheren Schnittgeschwindigkeiten überhaupt Sinn machen.

Wenn unter Hochleistungsschleifen allerdings das präzise Arbeiten an empfindlichen Bauteilen (dünnwandig, hohl, instabil...) verstanden wird, sind Schleifkörner mit niedriger Grenzwertenleistung die richtige Wahl. Diese Körner dringen leicht ins Material ein und bewirken eine „sanfte“ Spanbildung. Hier würde also eher ein Edelkorund weiß verwendet werden.

Ein weiterer wesentlicher Parameter ist die Auswahl zwischen Gleich- und Gegenlaufschleifen (Abbildung 2). Beim Gegenlaufschleifen dringt das Korn in einem flachen Winkel in das Werkstück ein; der initiale Spanbildungsprozess ist also von entscheidender Bedeutung. Hier ist ein Werkzeug mit geringer Schwellenleistung zu verwenden; ansonsten würden durch den hohen Reibanteil thermische Schädigungen oder Rattermarken entstehen.

**„DIE INDIVIDUELLE KOMBINATION AUS DEM RICHTIGEN SCHLEIFKORN UND DER GEEIGNETEN BINDUNG STELLT DIE HÖCHSTE LEISTUNG FÜR DEN JEWEILIGEN ANWENDUNGSFALL SICHER.“**

Stefan Bohr

Hingegen dringt das Korn beim Gleichlaufschleifen spontan in das Werkstück ein. Hier ist die Spanbildung aufgezwungen, aber das Korn muss in der Lage sein, diese Belastung auszuhalten. Daher haben hier Schleifkörner mit höherer Festigkeit und niedrigerer spezifischer Schleifenergie wesentliche Vorteile.

**LEISTUNG UND OBERFLÄCHE**

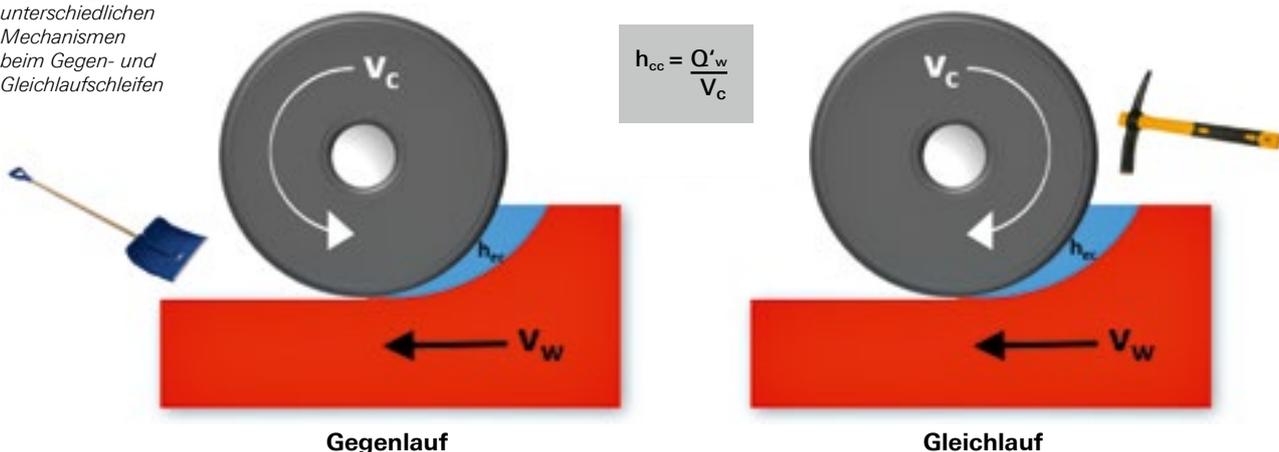
Hochleistungsschleifen mit höheren Zerspanleistungen einerseits und besseren Oberflächen andererseits – beides ist möglich, wenn alle Randbedingungen hinsichtlich des Werkstückes und der Anforderungen bekannt sind. Die geeignete Kombination aus Schleifwerkzeug, Korn, Prozess und Maschinenkonzept ist individuell darauf auszulegen, wobei das Verständnis der mikroskopischen Prozesse die Grundlage bildet.

Die Betrachtung des Spanbildungsprozesses unter Berücksichtigung der Korneigenschaften wie Schwellenleistung und spezifische Schleifenergie führt direkt zu einer geeigneten Prozessauslegung. Hohe Schnittgeschwindigkeiten sind in vielen Fällen eine richtige Strategie, wenn die maschinelle Ausstattung hinsichtlich Kühlung und Stabilität der geänderten Situation korrekt angepasst ist.

**Parameter des Schleifprozesses**

- Grenzwertenleistung  $P_{th}$
- Schnittgeschwindigkeit  $v_c$
- Spandicke  $h_{ec}$
- Spezifische Schleifenergie  $E_c$
- Spindelleistung  $P'$
- Werkstückgeschwindigkeit  $v_w$
- Zeitspanvolumen  $Q'_w$

Abbildung 2:  
Darstellung der unterschiedlichen Mechanismen beim Gegen- und Gleichlaufschleifen



Donnerstag, 9. Mai 2019, 11.45 Uhr

# DIPL.-ING. ECKHARD HOHWIELER

Dipl.-Ing. Eckhard Hohwieler arbeitet als Abteilungsleiter am Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik (IPK) in Berlin



## Potenziale und Anwendungen für Maschinelles Lernen in der Fertigungsindustrie

### Short Summary

Durch Condition Monitoring von kritischen Komponenten und angepasste Wartungsmaßnahmen können unvorhergesehene Maschinenausfälle vermieden und die Verfügbarkeit von Anlagen kann erhöht werden

Künstliche Intelligenz liefert die Algorithmen und Methoden, um Prozessdaten effizient verarbeiten und nutzbringend interpretieren zu können

Digitale Zwillinge stellen sämtliche Daten aus dem Produktentstehungsprozess zur Verfügung und machen diesen über Virtual-Reality-Technologien erlebbar

Um eine effiziente Fertigung zu gewährleisten, müssen Produktionssysteme den Verschleißzustand von funktionsrelevanten Komponenten überwachen und ihr Verhalten situationsbezogen selbst anpassen

**DIE VERFÜGBARKEIT VON** Produktionsmaschinen und Anlagen ist eine wesentliche Voraussetzung für die Sicherstellung einer effizienten und stabilen Produktion. Für die Produktions- und Serviceplanung ist es von elementarer Bedeutung, den Zustand der Produktionsanlagen und dessen weitere Entwicklung zu kennen. Durch Condition Monitoring von kritischen Komponenten und angepasste Wartungsmaßnahmen können unvorhergesehene Maschinenausfälle vermieden und die Verfügbarkeit von Anlagen kann erhöht werden.

Die vorausschauende Wartung hilft, den optimalen Wartungszeitpunkt zu erkennen, Produktionsausfälle zu vermeiden und Prozesse zu optimieren. Condition Monitoring erkennt und überwacht den Verschleißzustand, für Predictive Maintenance werden voraussichtliche Entwicklungen des künftigen Maschinenzustandes prognostiziert und darauf basierend Instandhaltungsmaßnahmen geplant. Effektive Predictive Maintenance senkt die Anzahl an Instandhaltungsarbeiten und erhöht die Verfügbarkeit der Maschinen. Es kommt außerdem zu einer besseren Planbarkeit der Nutzung von Anlagen, weil ungeplante Instandsetzungsarbeiten weitestgehend entfallen.

### LIFECYCLE-MONITORING

Im Betrieb der Produktionsanlagen bei Kunden fallen im Laufe des Lebenszyklus' sehr viele Informationen an, die Auskunft über die Belastung und damit auch über die Verschleißentwicklung geben. Mittels

Lifecycle-Monitoring kann der Maschinenhersteller diese Informationen erfassen und für den Anwender aufbereiten. Er kann sie selbst flottenspezifisch und übergreifend auswerten und nutzen, um seine Produkt- und Serviceangebote zu optimieren.

Gemeinsam mit dem Schleifmaschinenhersteller Schaudt Mikrosa GmbH wurde am Fraunhofer IPK ein Konzept entwickelt, mit dem Veränderungen im dynamischen Verhalten von Komponenten auf Basis von Selbsttests detektiert werden können. Für den Selbsttest verfährt die jeweilige Vorschubachse beziehungsweise Hauptspindel mit konstanter Vorschubgeschwindigkeit respektive Drehzahl. Während dieser Verfahrensbewegung werden die Antriebsdaten erfasst und mithilfe einer auf dem Bedienschalter befindlichen Software-Applikation zu Kennwerten weiter verarbeitet. Als Kennwerte wurden für die Auswertung statistische Momente gewählt, da sie einfach zu berechnen und zu interpretieren sind und eine hohe Aussagekraft besitzen.

### DATA ANALYTICS UND KI

Mit Data Analytics lassen sich aus Rohdaten Erkenntnisse über Ursache-Wirkungs-Beziehungen in der industriellen Produktion gewinnen. Zu den Aufgaben des Data Analytics gehören das Bereinigen, Transformieren, Organisieren und Modellieren der Daten, um Schlussfolgerungen zu ziehen und signifikante Muster zu identifizieren. Data Analytics bezeichnet somit keine neue Technologie, gewinnt aber mit der schnell steigenden Ver-

Anbindung der  
Werkzeugmaschine zur  
Datenauswertung  
in der Cloud

fügarkeit von Daten durch kostengünstige MEMS-Sensoren und IoT-Kommunikation an Bedeutung. Eine große Herausforderung stellt die Generierung von aussagekräftigen Kennwerten dar, welche die Basis für den Einsatz von Machine-Learning-Verfahren und KI bilden.

Künstliche Intelligenz liefert die Algorithmen und Methoden, um Daten aus industriellen Prozessen effizient verarbeiten und zum Nutzen der Unternehmen und ihrer Kunden interpretieren zu können. KI ist damit eine Kernkomponente und ein wesentlicher Treiber, um diese Prozesse intelligent zu überwachen, zu steuern und zu regeln.

### PREDICTIVE MAINTENANCE

Kernaufgaben liegen im Clustering, der Klassifikation und der Regression von Features, die aus Daten aus industriellen Prozessen gewonnen werden. Über Lernen und Verfeinerung von Anfangsmodellen können Aufgabenstellungen mit multidimensionalen nichtlinearen Abhängigkeiten unterstützt werden. Predictive Maintenance wird durch Mustererkennung und auf Basis von mit Falldaten angelerten Klassifikatoren verbessert. Kognitive Maschinen mit intelligenten Assistenzsystemen werden zukünftig die ganzheitliche Optimierung von Prozessen, Agentensysteme die autonome Steuerung von Abläufen in der Fertigung und Logistik übernehmen.

Der digitale Zwilling stellt als virtuelles Abbild einer Produktionsanlage sämtliche Daten aus dem Produktentstehungsprozess zur Verfügung und macht diesen über Virtual-Reality-Technologien erlebbar. In einem am Fraunhofer IPK realisierten Showcase wurde eine mit einem MEMS-Sensor-basierten Condition-Monitoring-System ausgestattete Maschine über M2M-Communication und eine IoT-Plattform mit ihrem digitalen Zwilling verbunden und so zu einem Cyber-physischen System erweitert. Die Zustandsüberwachung löst im Bedarfsfall Serviceeinsätze aus, der



\*) Source of the Machine Tool:  
Schaudt Mikrosa GmbH  
CMMS: Computerized Maintenance Management Systems

**„KOGNITIVE MASCHINEN  
MIT INTELLIGENTEN  
ASSISTENZSYSTEMEN  
WERDEN ZUKÜNFTIG  
DIE OPTIMIERUNG  
VON PROZESSEN IN DER  
FERTIGUNG  
ÜBERNEHMEN.“**

*Eckhard Hohwieler*

Service-Techniker wird vor Ort über die Cloud-Plattform unterstützt und durchgeführte Aktivitäten werden automatisiert im digitalen Zwilling dokumentiert.

### GANZHEITLICHE OPTIMIERUNG

Um eine effiziente Fertigung zu gewährleisten, müssen Produktionssysteme zukünftig die Fähigkeiten besitzen, den Verschleißzustand von funktionsrelevanten Komponenten zu überwachen und ihr Verhalten situationsbezogen selbst anzupassen. Cyber-physische Systeme und die digitale Vernetzung von Anlagen und Prozessen in Industrie 4.0 bieten Zugang zu vielfältigen Daten, deren intelligente Auswertung nicht nur neue Transparenz schafft, sondern zur Optimierung von Prozessen und Anlagen genutzt werden kann.

Die Leistungsfähigkeit des maschinellen Lernens kann in bestimmten Domänen die menschlichen Fähigkeiten ergänzen. KI wird bisherige Wertschöpfungsprozesse verändern und neue Wertschöpfungspotenziale in der Produktion und Produktionstechnik eröffnen. Kognitive Maschinen mit intelligenten Assistenzsystemen werden zukünftig die ganzheitliche Optimierung von Prozessen und die Steuerung von Abläufen in der Fertigung übernehmen.

Donnerstag, 9. Mai 2019, 14.00 Uhr

# PROF. DR. KONRAD WEGENER

Prof. Dr. Konrad Wegener ist Leiter des Instituts für Werkzeugmaschinen und Fertigung (IWF) an der ETH Zürich



## Vision und Entwicklungen zur Schleif- maschinenteknik

### Short Summary

Ohne Schleiftechnik sind Zukunftstechnologien wie Optik, Elektronik, aber auch der klassische Maschinenbau undenkbar

Große Entwicklungslinien in der Produktionstechnik sind heute die Themen Industrie 4.0, künstliche Intelligenz und biologische Transformation. Dabei geht es insgesamt um eine weitere Intensivierung der Automatisierung

Wichtige Anwendung künstlicher Intelligenz ist zukünftig auch der Servicebereich im Sinne von prädiktiver oder abschätzender Instandhaltung und die Genauigkeitssteigerung über selbstlernende Kompensationsalgorithmen

Die Zukunft wird eine intensivere Zusammenarbeit zwischen Maschinenhersteller und Maschinenanwender sehen, bei der die gegenseitigen Sicherheits- und Geheimhaltungsinteressen gewahrt werden müssen

SCHLEIFEN UND ULTRAFEINBEARBEITUNG sind heute wichtiger denn je. Ohne Schleiftechnik sind Zukunftstechnologien wie Optik, Elektronik, aber auch der klassische Maschinenbau undenkbar. In Konkurrenz zur Schleiftechnik stehen neuartige lasergefertigte Hartwerkzeuge aus massivem PKD, CBN und nanokristallinen oder monokristallinen Diamanten für bestimmte Anwendungssituationen, gegebenenfalls sogar von der Entwicklung der Ultrakurzpulstechnologie neuartiger Laser.

### UMWELTECHNISCH INTERESSANT

Allerdings gibt die Kombination aus Wirtschaftlichkeit, Leistungsfähigkeit beziehungsweise Durchsatz und Bearbeitungsqualität, was die Oberfläche wie auch den oberflächennahen Bereich sowie Materialportfolio betrifft, kein Fertigungsverfahren, das dem Schleifen das Wasser reichen kann.

Die Tatsache, dass Spannung mit geometrisch bestimmter Schneide die limitierten Wolframreserven der Erde schröpft und Schleifwerkzeuge mit Korund, SiC, künstlichen Diamanten und CBN auskommen, deren Ausgangsprodukte auf der Erde im Überfluss vorhanden sind, macht Schleifen zukünftig umwelttechnisch höchst interessant. „Schleifen tut not“ trifft auch zukünftig zu und verlangt nach in jeder Hinsicht leistungsfähigen Schleifmaschinen. In der Abbildung werden die wichtigsten Entwicklungslinien von Schleifmaschinen basierend auf der Entwicklung der Schleifprozesstechnik, den Marktanforderungen und dem Technologieumfeld analysiert und als Zukunftsperspektive zusammengefasst.

Große Entwicklungslinien in der Produktionstechnik sind heute die Themen Industrie 4.0, künstliche Intelligenz und biologische Transformation. Dabei geht es insgesamt um eine weitere Intensivierung der Automatisierung. Diese Entwicklung ist kein kurzfristiger Hype, sondern hat Bestand. Die Schleiftechnik ist immer noch weitestgehend erfahrungsbasiert. Ursache dafür ist die Vielzahl der zu beherrschenden und nicht wirklich beherrschten Parameter, was gemeinhin mit dem Begriff „Komplexität“ belegt ist. Heute existieren Hilfsmittel, um solche komplexen Vorgänge beherrschbar zu machen, und zwar in der Form selbstlernender Systeme. Rechnerleistung, kostengünstige Sensorik, Internet und fortschrittliche Modellbildung ermöglichen, diese Ideen auch umzusetzen.

### KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Für das Paradigma der lernenden, intelligenten Maschine müssen Prozesstechnologie und Bahnpräparation beide im Zugriff der Steuerung auf der Maschine laufen, da damit deren bidirektionale Interaktion genutzt werden kann. Da das Eintrainieren einer komplexen Prozesstechnik eine große Anzahl an Trainingsvorfällen benötigt, sind modellbasierte Lernverfahren eindeutig im Vorteil. Diese beinhalten Rechenmodelle mit anpassbaren Parametern für bekannte Zusammenhänge und qualitative, eintrainierbare Regelwerke.

Die Verarbeitbarkeit von unsicheren Informationen wird zukünftig vermehrt realisiert werden, wofür die biologische Intelligenz Vorbild ist. Damit kann die Verfügbarkeit

von Informationen zeitlich verteilt werden. Für die Erstellung des Grunddatenbestands, die Absicherung und Plausibilisierung von Informationen wie auch für die Transferierung des Wissens von anderen Maschinen sind Modelle notwendig. Sie kürzen den Einlernvorgang wesentlich ab.

**UNSICHERE INFORMATIONEN**

Wichtige Anwendung künstlicher Intelligenz ist zukünftig auch der Servicebereich im Sinne von prädiktiver oder abschätzender Instandhaltung und die Genauigkeitssteigerung über selbstlernende Kompensationsalgorithmen. Bei prädiktiver Instandhaltung wird aus aktuell gemessenen Zustandsdaten der Maschine und ihrer Elemente, etwa der Schleifscheibe, und Verschleiß - oder Versagensmodellen die Restlaufzeit der Schleifmaschine bestimmt. Die Feststellung des Zustands der Maschine und ihrer Elemente ist häufig nicht direkt möglich, weshalb vermehrt mit einer Vielzahl von Sensoren und mit breitbandigen Sensoren (Mikrofone, Kameras) eine indirekte Bestimmung des Verschleißzustands angestrebt wird.

Billiger und leistungsfähiger werdende Sensorik, redundante Sensornetzwerke, die mithilfe von Plausibilitätschecks sich selber überprüfen, ermöglichen diese Entwicklung. Speziell die Restlebensdauervorhersage über Lebensdauermodellierungen wird ohne Erhebung von Felddaten bis hin zu Ausfällen und Havarien, das heißt aus real arbeitenden Maschinen, nicht gelingen. Dazu braucht es eine Vielzahl von Einzelvorfällen, die dem Maschinenbauer nur der Datenrückfluss aus dem Feld bescheren kann.

**TRANSFER-LEARNING NOTWENDIG**

Aufgrund der relativ kleinen Serien im Werkzeugmaschinenbau wird auch die Übertragung von Informationen von einem Maschinentyp auf einen anderen mithilfe von Übertragungsmodellen und Transfer-Learning notwendig. Die Zukunft wird eine intensivere Zusammenarbeit zwischen Maschinenhersteller und Maschinenanwender sehen, bei der die gegenseitigen Sicherheits- und Geheimhaltungsinteressen gewahrt werden müssen.

Die verschiedenen Systemkomponenten werden intensiver in die Schleifmaschine integriert. Das betrifft vor allem Wucht- und Abrichtsysteme sowie die Kühlschmiermittelversorgung. Reproduzierbarkeit, eine der Grundvoraussetzungen auch für die Expertensysteme, verlangt eindeutig zum Schleifprozess positionierbare Düsen, deren Aus-

strömgeschwindigkeit und Volumenstrom einstellbar sind. Über Strömungssimulationen werden Metamodelle generiert, mit deren Hilfe die Maschinensteuerung beziehungsweise die Werkzeugvoreinstellung das Kühlschmiermittel punktgenau und in der richtigen Dosierung zur Verfügung stellen kann.

**GENAUIGKEIT AM WERKSTÜCK**

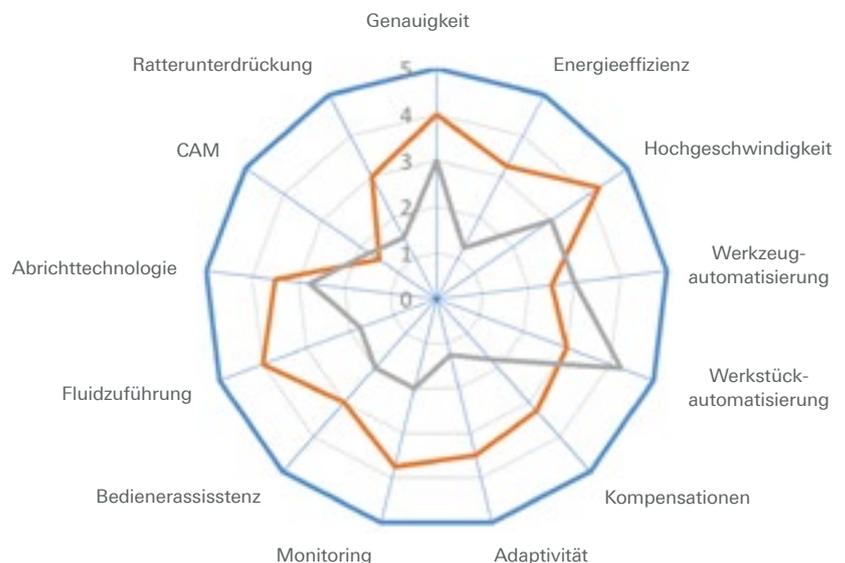
Die Schleiftechnik als Finishing-Verfahren dringt mit ungebrochenem Trend vor zu höheren Genauigkeiten am Werkstück. Errorbudgeting als systematische Vorgehensweise für Design for Accuracy wird sich vermutlich zukünftig etablieren. Grundsätzlich gehen Genauigkeitsanforderungen über das konstruktiv Erreichbare hinaus, sodass Algorithmen zur Kompensation von kinematischen Fehlern, thermischen Bewegungen, dynamischen Fehlern und sogar Gravitationsfehlern und Verschleiß eingesetzt werden müssen, was wiederum vor allem Anforderungen an die Reproduzierbarkeit der Maschine stellt.

Verschärfungen der Anforderungen an die Maschine werden zukünftig durch die vom Kunden gewünschte Lockerung der Klimatisierungsnotwendigkeiten gestellt. Auch hier findet sich ein dankbares Anwendungsfeld für künstliche Intelligenz, diese Kompensationsmodelle jeweils den veränderlichen Gegebenheiten anzupassen.

**„IN DER KOMBINATION AUS WIRTSCHAFTLICHKEIT, LEISTUNGSFÄHIGKEIT UND BEARBEITUNGS-QUALITÄT IST DIE SCHLEIFTECHNIK ALLEN ANDEREN FERTIGUNGSVERFAHREN ÜBERLEGEN.“**

*Konrad Wegener*

*Entwicklungsrichtungen und deren Umsetzung*



Donnerstag, 9. Mai 2019, 14.45 Uhr

# DR. MARKUS WEISS

Dr.-Ing. Markus Weiß ist Leiter der Abteilung Schleiftechnologie bei TYROLIT Schleifmittelwerke Swarovski KG



## Prozessangepasste Schleifwerkzeuge und innovative Trägerkörper

### Short Summary

Nur durch das optimale Zusammenspiel von Werkzeugmaschine, Kühlschmierstoff, Konditionierprozess, Prozesseinstellgrößen und dem Schleifwerkzeug sind hohe Zerspanraten, eine hohe Produktivität und qualitativ hochwertige Werkstücke möglich

Die geometrischen und mechanischen Eigenschaften des Schleifkornmaterials definieren maßgeblich die Spanbildungsmechanismen und damit die auftretende Schleifkraft und das Verschleißverhalten

Form, Material und mechanische sowie dynamische Eigenschaften des Schleifscheibenträgerkörpers beeinflussen das Schwingungs- und Dämpfungsverhalten der Schleifscheibe

ALS HERSTELLER QUALITATIV hochwertiger Schleifwerkzeuge optimiert und entwickelt die Firma TYROLIT Schleifmittelwerke Swarovski KG seit 100 Jahren kontinuierlich Werkzeugtechnologien weiter, um den Anforderungen von industriellen Anwendungen an Leistungsfähigkeit und Produktivität gerecht zu werden. In dem komplexen Fertigungsverfahren Schleifen spielt das Schleifwerkzeug eine zentrale Rolle, wobei alle beteiligten Systemkomponenten wie Werkzeugmaschine, Kühlschmierstoff, Konditionierprozess, Prozesseinstellgrößen und das Schleifwerkzeug auf die Bearbeitungsaufgabe angepasst werden müssen. Nur durch das optimale Zusammenspiel all dieser Komponenten sind hohe Zerspanraten, eine hohe Produktivität und qualitativ hochwertige Werkstücke möglich.

### EIGENSCHAFTEN DER SCHLEIFSCHEIBE

Schleifscheiben sind Hochleistungswerkzeuge, deren Eigenschaftsprofil in Abhängigkeit von ihrer Bauform und Spezifikation auf den jeweiligen Schleifprozess angepasst werden. In Abbildung 1 ist ein modernes Schleifwerkzeug mit einem mehrschichtigen, keramisch gebundenen Schleifbelag auf einem Stahlträgerkörper dargestellt. Der Schleifbelag besteht aus den Komponenten Schleifkorn, Bindung und Poren.

Das Schleifkornmaterial realisiert die Zerspannung. Durch seine geometrischen und mechanischen Eigenschaften werden maß-

geblich die Spanbildungsmechanismen und damit die auftretende Schleifkraft und das Verschleißverhalten definiert. Darüber hinaus wird das Schleif- und Verschleißverhalten vom Typ des Bindungssystems bestimmt. Weiterhin definiert das Bindungssystem die Nachgiebigkeit in der Kontaktzone und stellt damit einen Teil des Dämpfungsvermögens einer Schleifscheibe dar. Poren erzeugen Spanraum, der die Abfuhr von Spänen gewährleistet und die Zufuhr von Kühlschmierstoff in die Kontaktzone ermöglicht.

### CBN- UND DIAMANTWERKZEUGE

Bei Hochleistungsschleifprozessen mit CBN- und Diamantwerkzeugen bestimmt neben der Schleifbelagsspezifikation der Schleifscheibenträgerkörper das Schleifprozessverhalten maßgeblich. Der Trägerkörper ist damit nicht nur ein Trägermaterial, das benötigt wird, um die Schleifmaschine mit dem Schleifbelag zu verbinden, sondern gehört ebenfalls zu einer wichtigen Schleifsystemkomponente. Vor allem das Schwingungs- und Dämpfungsverhalten wird durch Form, Material und mechanische sowie dynamische Eigenschaften beeinflusst. Darüber hinaus bestimmt der Trägerkörper maßgeblich das Gewicht, die maximale Schleifscheibenumfangsgeschwindigkeit und die Kosten des Schleifwerkzeugs. Als klassische Vertreter von Trägerkörpermaterialien kommen Stahl, verschiedene Aluminium Legierungen, Keramiken und Kunstharz zum Einsatz. Für

verschiedene Anwendungen kommen auch Glas- (GFK) oder Kohlefaserverstärkte Kunststoffe (CFK) zum Einsatz.

Welcher Trägerkörper sich für eine Schleifoperation am besten eignet, wird meist in aufwändigen Tests nach dem Prinzip „Versuch und Irrtum“ bestimmt. Moderne Simulationsmethoden bieten jedoch die Möglichkeit einen Teil dieses Aufwands zu reduzieren und eine wissenschaftliche Auslegung von Trägerkörpern durchzuführen.

**SIMULATIONSGESTÜTZTE AUSLEGUNG**

Für die wissenschaftliche und simulationsgestützte Auslegung von Schleifwerkzeugen müssen zunächst die Randbedingungen erfasst werden. Welche geometrischen Randbedingungen sind bei der Aufspannung zu beachten? Welche Maß- und Formgenauigkeiten sind am Bauteil gefordert? Gibt es ein maximales Gewicht welches das Schleifwerkzeug nicht überschreiten darf?

Optimierungsgrößen sind zum Beispiel das Gewicht oder das dynamische Verhalten des Werkzeugs:

**„SCHLEIFSCHEIBEN SIND HOCHLEISTUNGSWERKZEUGE, DEREN EIGENSCHAFTSPROFILE IN ABHÄNGIGKEIT VON IHRER BAUFORM UND SPEZIFIKATION AUF DEN JEWEILIGEN SCHLEIFPROZESS ANGEPASST WERDEN.“**

Markus Weiß

■ **Gewichtsoptimierung**

Ein galvanisch belegtes Schleifwerkzeug für das Einstichschleifen von Getriebewelleneinstichen etwa ist mit 30 Kilogramm um 47 Prozent leichter als eine Vollkörperausführung aus demselben Material. Dies führt zu einer geringeren Belastung der Antriebsspindel und einem geringeren Aufwand beim Wechseln der Schleifscheibe und kürzeren Werkzeugwechselzeiten.

■ **Optimierung des Schwingungsverhaltens**

Mit einem geänderten Trägerkörperdesign kann das Schwingungsverhalten auf der Werkzeugmaschine beeinflusst werden. Häufig kommt es in bestimmten Drehzahlbereichen zu einer Schwingungsanregung oder selbsterregten Rattererscheinungen während des Prozesses. Auch in diesem Fall kann die Simulation helfen, Schleifscheiben mit unterschiedlichem dynamischen Verhalten auszulegen, um die Prozessstabilität und damit die Qualität der Bauteile zu gewährleisten.

**KONSTRUKTIONSSTUDIE**

Um die unterschiedlichen Ziele bei der Optimierung von Schleifscheibenträgerkörpern zu erreichen, werden Konstruktionsstudien durchgeführt. Durch die Kombination von Parameter entsteht eine Vielzahl von Konstruktionsvarianten, die hinsichtlich der maximalen Ausdehnung bei Drehzahl, der Eigenfrequenz und der Masse des Trägerkörpers bewertet werden können. Zusätzliche Konstruktionsvarianten ergeben sich durch Modifikation der Steganzahl, wobei in Summe die Parameterkonstellationen schnell in die tausende gehen können.

Für den Einsatz in einem Schleifprozess können dann die Varianten ausgewählt werden, die ein geeignetes beziehungsweise ein möglichst unterschiedliches Schwingungsverhalten aufweisen, um negative Prozesseinflüsse auszuschließen. Simulationsmethoden ergänzen das Erfahrungswissen, eine stetige Weiterentwicklung und experimentelle Untersuchungen. Damit ist die Firma TYROLIT in der Lage, für eine Vielzahl von Schleifanwendungen optimale Schleifwerkzeuge anbieten zu können.

Abbildung 1: Aufbau von Hochleistungsschleifwerkzeugen und Trägerkörpervarianten



Donnerstag, 9. Mai 2019, 15.30 Uhr

# PROF. DR. CARSTEN HEINZEL

Prof. Dr.-Ing. habil. Carsten Heinzel ist stellvertretender Leiter der Hauptabteilung Fertigungstechnik am Leibniz-Institut für Werkstofforientierte Technologien (IWT) und Honorarprofessor an der Universität Bremen



## Kühlschmierstoffzufuhrbedingungen als Schlüssel für Prozessleistungsfähigkeit, Energieeffizienz und Randzonenbeeinflussung beim Schleifen

### Short Summary

Durch eine effektive Kühlschmierstoffversorgung des Schleifspalts lassen sich deutlich verbesserte Zerspanungsbedingungen erreichen

Die thermomechanische Belastung des Werkstücks kann reduziert und die Prozessleistung erhöht werden, ohne die Randzone des Werkstücks negativ zu beeinflussen

Durch strömungsoptimierte KSS-Düsen und eine geringere KSS-Menge sinkt der Energieverbrauch, und Kühlschmierstoffanlagen können kleiner dimensioniert werden

Damit lässt sich die Wirtschaftlichkeit des Schleifprozesses signifikant steigern. Praktische Beispiele zeigen ein Potenzial von 20 bis 30 Prozent

DIE KONSEQUENTE WEITERENTWICKLUNG des Schleifens im Hinblick auf die Erfüllung steigender Qualitätsforderungen und einer erhöhten Prozesssicherheit bei Steigerung der Produktivität ist ein Beitrag zur Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit der industriellen Anwender dieser Technologie. Der Einsatz von Kühlschmierstoffen (KSS) muss als wesentliches Element der Prozessgestaltung beim Schleifen angesehen werden.

Beim Schleifen erschwert die große Kontaktfläche zwischen Werkzeug und Werkstück die effektive Zufuhr des Kühlschmierstoffs in den Schleifspalt. Eine thermische Überlastung der Werkstoffrandzone, erhöhter Werkzeugverschleiß und verschlechterte Bearbeitungsergebnisse sind mögliche Folgen einer unzureichenden KSS-Zufuhr. Für die Gestaltung einer effektiven KSS-Zufuhr sind vielfältige Einflussgrößen zu berücksichtigen:

- Gewählte Düsenposition
- Düsengestaltung
- Strahlcharakteristik und -geschwindigkeit
- KSS-Volumenstrom

Eine Analyse der entsprechenden Zusammenhänge zeigt, dass in diesem Bereich ein erhebliches Potenzial zur Steigerung der Prozesssicherheit, der Prozessleistung sowie der Wirtschaftlichkeit beim Schleifen liegt. Zunehmend rückt dabei auch der Aspekt der Energieeffizienz in den Blickpunkt von Forschung und Entwicklung.

Neben der KSS-Art, -Zusammensetzung und der KSS-Reinigung kommt der effektiven Zuführung des Kühlschmierstoffs in

die Kontaktzone eine hohe Bedeutung zu. Wesentliche Aspekte der KSS-Zufuhr sind die KSS-Strahlgeschwindigkeit, die effektive Gestaltung der Zufuhrdüse, ihre Strahlcharakteristik und ihre exakte Positionierung gegenüber der Schleifscheibe und dem zu bearbeitenden Werkstück.

In der Regel können Veränderungen an der KSS-Zufuhr nur durch eine aufwändige Analytik festgestellt werden. Ein spezieller Versuchsaufbau ermöglicht die direkte Rückführung von veränderten KSS-Zufuhrparametern auf die sich in der Kontaktzone zwischen Schleifscheibe und Werkstück einstellende Temperatur. Werden die möglichen Einstellparameter für die Ausrichtung der KSS-Düse systematisch durchfahren, wird anhand gemessener Temperaturen deutlich, welchen hohen Stellenwert eine korrekte Positionierung der KSS-Zufuhrdüse hat (Abbildung 1).

**„DIE OPTIMIERTE ZUFUHR VON KÜHLSCHMIERSTOFFEN BIRGT EIN ERHEBLICHES POTENZIAL ZUR STEIGERUNG DER WIRTSCHAFTLICHKEIT BEIM SCHLEIFEN.“**

*Carsten Heinzel*

Strahlgeschwindigkeit und Volumenstrom sind zwingend miteinander verbundene Parameter. Wird der Volumenstrom variiert, verändert sich der KSS-Druck in der Zulei-

tung und mithin die Strahlgeschwindigkeit. Um für einen gegebenen Volumenstrom die Strahlgeschwindigkeit einzustellen, ist es daher erforderlich, den Auslassquerschnitt der KSS-Düse entsprechend anzupassen (Abbildung 2).

Auch das Design der KSS-Düse hat einen Einfluss auf die Prozessleistung und somit auf die Wirtschaftlichkeit. Je nach verwendeter Düse variieren die Strahlauflerung und die Tröpfchengrößenverteilung des KSS-Strahls sowie der Wirkungsgrad, also der Energieaufwand zur KSS-Beschleunigung, teils erheblich. Auch die Auslegung von KSS-Düsen beeinflusst die Strahlgeschwindigkeit, den Volumenstrom und die Strahlauflerung sowie die Strahlhomogenität, Tropfenverteilung und Strahlkraft.

Anhand von Leistungsmessungen an den Komponenten von Werkzeugmaschine und KSS-Anlage während der Schruppbearbeitung beim Flachsleifen kann gezeigt werden, wie sich unterschiedliche Prozessbedingungen auf den Energieverbrauch der Schleifoperation auswirken.

**REINIGUNG DES WERKZEUGS**

Es lässt sich ableiten, dass eine Erhöhung des KSS-Volumenstroms zwar eine Steigerung des Zeitspannungsvolumens ermöglicht, jedoch eine erhöhte Leistungsaufnahme der KSS-Förderpumpe bedingt. Im Gegensatz dazu lässt sich durch den Einsatz einer separaten KSS-Düse zur Werkzeugreinigung eine Steigerung des erreichbaren Zeitspannungsvolumens bei einer Reduzierung der Spindelleistung erzielen.

Auch dabei bestimmen die Düsenposition und die strömungstechnischen Eigenschaften der verwendeten Reinigungsdüsen die erreichbare Reinigungswirkung, wobei die Aufprallenergie des KSS-Strahls eine wesentliche Größe darstellt. Diese Erkenntnis spiegelt auch die Ergebnisse schleiftechnischer Untersuchungen wider, bei denen eine höchste Reinigungswirkung bei vergleichsweise moderaten KSS-Zufuhrbedingungen realisiert wurde:

- KSS-Druck = 20 bar
- KSS-Volumenstrom = 14 - 17 l/min
- KSS-Pumpenleistung = 2 - 3 kW

Desweiteren konnte bei Einsatz der Werkzeugreinigung eine Senkung der Prozesskräfte und des Werkzeugverschleißes um bis zu 30 Prozent festgestellt werden. Hierdurch ergibt sich eine Steigerung der Prozessleistung um circa 20 Prozent ohne Beeinträchtigung der Werkstückrandzone.

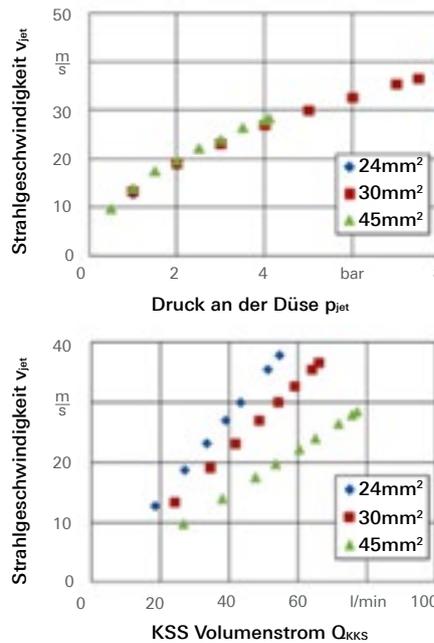


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen KSS-Druck und -Volumenstrom für unterschiedliche Düsenaustrittsquerschnitte

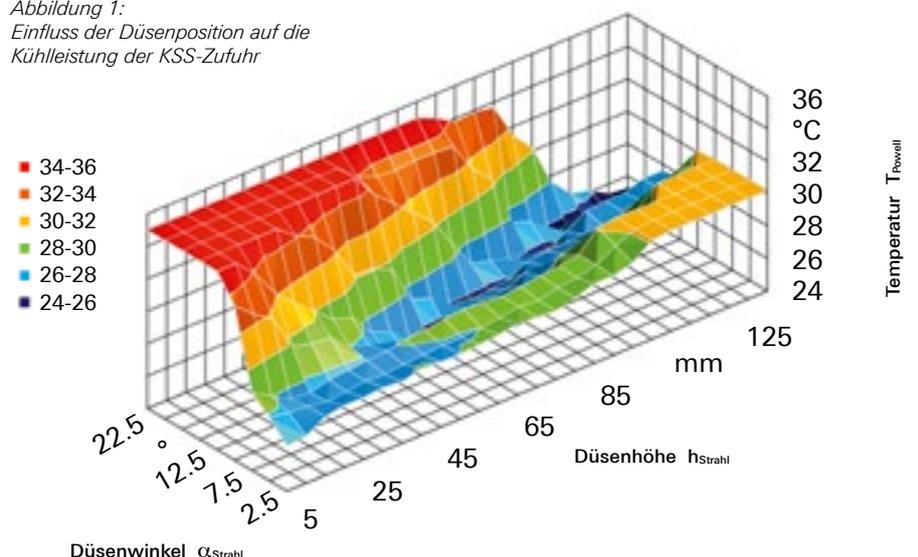
Aus den hier dargestellten und zitierten Untersuchungen lässt sich ableiten, dass bereits strömungsoptimierte Düsenkonzepte eine effiziente Schmierung, Kühlung und Werkzeugreinigung – auch mit einem reduzierten KSS-Volumenstrom – ermöglichen. Somit können produktivere Zerspanbedingungen bei geringeren Prozesskräften eingestellt werden. Die hierdurch reduzierte thermomechanische Belastung des Werkzeugs und des Werkstücks eröffnet Potenziale zur weiteren Steigerung der Prozessleistung und -sicherheit.

**EFFIZIENZ UND WIRTSCHAFTLICHKEIT**

Weiterhin sinkt durch eine Reduzierung des KSS-Volumenstroms der Energieverbrauch der KSS-Pumpen, und die KSS-Anlagen können kleiner dimensioniert werden. Somit ist eine signifikante Steigerung der Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit des Gesamtprozesses erreichbar.

Die aufgezeigten Ansätze weisen auf deutliche Potenziale zur Steigerung des Prozessleistung und der Wirtschaftlichkeit beim Schleifen hin und lassen sich vielfach mit relativ geringem Aufwand direkt in die Praxis umsetzen.

Abbildung 1: Einfluss der Düsenposition auf die Kühlleistung der KSS-Zufuhr



Donnerstag, 9. Mai 2019, 16.15 Uhr

# MARC BLASER

Marc Blaser ist CEO der Blaser Swissslube AG, einem international tätigen Hersteller von Kühlschmierstoffen, der sich seit drei Generationen im Familienbesitz befindet



## Verbessern Sie nachhaltig und nachweislich die Profitabilität in Ihrem Unternehmen mit dem flüssigen Werkzeug

### Short Summary

Einfluss des Kühlschmierstoffes auf die Herstellkosten in der Realität leider regelmäßig ignoriert

Die Einsparungen in Form von höherer Produktivität und gesteigerter Bearbeitungsqualität entsprechen einem Vielfachen des eingesetzten Kapitals für Kühlschmierstoffe und Schleiföle

Um das zu verifizieren, werden in einer Situationsanalyse alle relevanten Eckpunkte zu Maschinen, Prozess, Werkstück und Materialien festgehalten

Die Einsparungen fallen dann höher aus, wenn eine leistungsfähige, stabile und gut gewartete Maschine eingesetzt wird

**FAKT IST:** Kühlschmierstoff und Schleiföl werden häufig unterschätzt. Als Hilfsstoff abgestempelt, wird der unbestreitbare Einfluss des Kühlschmierstoffes auf die Herstellkosten in der Realität leider regelmäßig ignoriert. Tausende Produktivitätsstudien zeigen aber: Es lohnt sich, auf den Kühlschmierstoff ein besonderes Augenmerk zu richten und ihn zum flüssigen Werkzeug werden zu lassen. Die Einsparungen in Form von erhöhter Wirtschaftlichkeit, höherer Produktivität sowie gesteigerter Bearbeitungsqualität entsprechen einem Vielfachen des eingesetzten Kapitals für Kühlschmierstoffe und Schleiföle. Anwendungsfälle haben hier Einsparpotenziale in der Höhe des Vier- bis Fünffachen der Kühlschmierstoffkosten ergeben.

### SITUATIONSANALYSE

Mit der richtigen Anwendungskompetenz, einer Kombination aus Prozess- und Produktwissen sowie unterstützenden Dienstleistungen setzen wir den Kühlschmierstoff als Hebel ein, um substanzielle Verbesserungen gemeinsam mit dem Kunden zu realisieren. In einer Situationsanalyse werden dazu alle relevanten Eckpunkte zu Maschinen, Prozess, Werkstück, Materialien, Schleifscheiben, Kühlmittelanlage, Kühlschmiermittel sowie die wesentlichen weichen Faktoren festgehalten. Es ist wichtig zu verstehen, was eine Maschine pro Stunde kostet, damit auch jede Ausfallminute oder jedes Ausschussteil richtig bewertet werden kann. Preise und Stundensätze

können einfach in unserem Liquid Tool Analyzer hinterlegt werden, multipliziert mit den Minuten, den Ausschussteilen, den Sekunden Zykluszeit und weiteren Parametern ergibt sich dann die Berechnung der effektiven Kosten.

Wir laden Sie ein, den Blickpunkt zu verändern und sich ein bisher unbekanntes Potenzial in Bezug auf Produktivität und Wirtschaftlichkeit zu erschließen. Sind Maschine, Schleifstrategie, Schleifscheiben und der Kühlschmierstoff aufeinander abgestimmt, werden außerordentliche Resultate erzielt. Wir unterstützen sie gerne dabei, Ihr Unternehmen mit dem flüssigen Werkzeug in die nächste Generation zu bringen. Wie wählen Sie den nächsten Kühlschmierstoff aus, als Hilfsstoff oder als flüssiges Werkzeug?

**„ES LOHNT SICH, AUF DEN KÜHLSCHMIERSTOFF EIN BESONDERES AUGENMERK ZU RICHTEN UND IHN ZUM FLÜSSIGEN WERKZEUG WERDEN ZU LASSEN.“**

*Marc Blaser*

### VORAUSSETZUNG: EINE LEISTUNGSFÄHIGE MASCHINE

Eine zentrale Erkenntnis aus den Studien ist, dass die Einsparungen dann höher sind,

## „ANWENDUNGSFÄLLE HABEN EINSPAR- POTENZIALE IN DER HÖHE DES VIER- BIS FÜNFACHEN DER KÜHLSCHMIERSTOFF- KOSTEN ERGEBEN.“

*Marc Blaser*

wenn eine leistungsfähige, stabile und gut gewartete Maschine vorliegt. Nur dann können Elemente wie Schleifscheiben und Kühlschmierstoff helfen, das Maximum aus der Maschine zu holen. Gerade in Schleifprojekten zeigt sich eindrucklich, welche Vorteile mit einer qualitativ hochwertigen Maschine realisiert und wie Preisnachteile in Windeseile kompensiert werden. Die Produktivitätsgewinne sind höher und die Prozesse laufen deutlich stabiler.

Wir haben entschieden, die Schleifversuche in unserem Tech Center auf einer Maschine von BLOHM durchzuführen und haben diese seit einem Jahr bei uns installiert. Wir haben mit dieser Maschine die Möglichkeit, alle Limitierungen zu erfahren und unsere Kühlschmierstoffe unter realitätsnahen sowie unter extremen Bedingungen zu erleben. Die Maschine muss die Herausforderungen meistern können, immer neue Produktivitätspotenziale zu erfahren und zu realisieren.

### ÜBER 45 JAHRE ERFAHRUNG

Seit über 45 Jahren schulen wir den bewussten Umgang mit Kühlschmierstoffen. Der Einsatz des Kühlschmierstoffes als flüssiges Werkzeug bedingt, dass die Konsistenz des Mediums über die Zeit stabil sein muss. Dabei gilt es zwei unterschiedliche Arten von Kühlschmierstoffen zu unterscheiden:

- Schleiföle  
(werden ungemischt eingesetzt)
- Wassermischbare Kühlschmierstoffe  
(Emulsion oder Lösung)

Bei den Schleifölen ist speziell die Verunreinigung zu beachten. Feinstabrieb mit einer riesigen Oberfläche kann zu Anreicherung von Partikeln führen, welche Gefahren für die Gesundheit des Bedieners oder Probleme bei der Beschichtung beziehungsweise Nachbearbeitung hervorrufen können. Mit einer gezielten Formulierung sowie einer punktuellen Laboranalyse können die Einsatzkonditionen überprüft werden. Allfällige Funktionsstörungen der Filteranlagen können so erkannt und behoben werden.

Speziell im Umgang mit wassermischbaren Kühlschmierstoffen lassen sich riesige Potenziale erschließen. Doch jeder Schleifer, der mit wassermischbaren Kühlschmierstoffen gearbeitet hat, weiß, wie mühsam eine gekippte Maschine beziehungsweise Emulsion ist. Die Maschine muss gestoppt, gereinigt, gespült und frisch befüllt werden. Wenn es richtig gemacht werden soll, gehen schnell mehrere Stunden bis zu einem ganzen Tag verloren. Damit sich die Investition in die Reinigung in Form von Langzeitstabilität auszahlen wird, lohnt es sich, es einmal richtig zu machen und sich dazu die nötige Zeit zu nehmen.

### FLÜSSIGES WERKZEUG

Mehrere tausend Studien weltweit belegen die Werthaltigkeit vom flüssigen Werkzeug. Unsere Kunden haben erkannt, dass der kleine Kostenfaktor Kühlschmierstoff einen enormen Hebel auf die Wirtschaftlichkeit ihrer Fertigung hat.

Freitag, 10. Mai 2019, 9.30 Uhr

# PROF. DR. WILFRIED SAXLER

Prof. Dr.-Ing. Wilfried Saxler ist Leiter des Instituts für Werkzeug- und Fertigungstechnik der Rheinischen Fachhochschule Köln



## Vermeidung von Schleifbrand und Zusetzung durch gezielte Kühlschmierstoff-Zuführung

### Short Summary

Für eine effiziente Prozessführung beim Schleifen ist eine gezielte Kühlschmierstoff-Zuführung nötig

Kühlschmierstoffe erfüllen verschiedene Funktionen, etwa die Kühlung und Schmierung des Schleifspaltes und der Kontaktzone

Dabei kommt es auf die richtige Menge an Kühlschmierstoffen an: zu viel lässt die Wirkstelle aufschwimmen, bei zu wenig KSS kommt es zu thermischen Schädigungen der Randzone

BEI EINER EFFIZIENTEN PROZESSFÜHRUNG beim Schleifen von Stählen droht die Gefahr einer thermischen Randzonenschädigung. Bei weichen Stählen können sich die kleinen Spanräume der Schleifscheiben zusetzen oder es kommt zu Aufschweißungen. Zur Vermeidung dieser Effekte reicht eine gezielte Zuführung des Kühlschmierstoffs allein meist nicht aus.

Der Kühlschmierstoff lässt sich auf vielfältige Weise beim Schleifen einsetzen. So wird unterschieden in:

1. Das Abtrennen des um die Schleifscheibe mitrotierenden Luftpolsters
2. Das Freistrahlen von möglichen Zusetzungen an der Schleifscheibe
3. Das Tränken der Schleifscheibe
4. Die Kühlung und Schmierung des Schleifspaltes und der Kontaktzone

Die richtige Kombination dieser vier Einsatzmöglichkeiten führt zu einer Leistungssteigerung des Schleifens. Zudem lässt sich dadurch die Prozesssicherheit steigern. Mit dieser Thematik beschäftigt sich das Forschungsvorhaben „GrIntCool – Grinding with intelligent coolant supply“ (Abbildung 1) am iWFT, Institut für Werkzeug- und Fertigungstechnik der RFH Köln. Es hat zum Ziel, eine multifunktionale Kühlschmierstoffdüse mit einer speziellen Regelungsstrategie zu entwickeln, um Schleifbrand und Schleifscheibenzusetzung zu vermeiden.

Eine Besonderheit des Schleifens ist der Materialabtrag durch eine Vielzahl an Schneiden bei hohen Schnittgeschwindig-

keiten. Dadurch können hohe Form- und Maßgenauigkeiten ebenso erreicht werden, wie auch – vor allem durch die Entwicklung synthetischer, hochharter Schneidstoffe – hohe Materialabtragsraten. Im Vergleich zur Zerspanung mit geometrisch bestimmter Schneide müssen beim Schleifen bedeutend höhere spezifische Energien eingesetzt werden. Dadurch kann es aufgrund mechanischer und thermischer Belastung bei der Zerspanung zu unerwünschten Änderungen der Gefügeeigenschaften in der oberflächennahen Randzone kommen.

### SCHMIERUNG UND KÜHLUNG

Eine adäquate Schmierung und Kühlung ist speziell bei hohen Materialabtragsraten zur Vermeidung von Schädigungen geschliffener Bauteile unerlässlich. Aufgrund der großen Kontaktfläche zwischen Schleifscheibe und Werkstück sowie der hohen Schnittgeschwindigkeit wird die Kühlung der Wirkstelle erschwert. Außerdem führen die Geschwindigkeiten zur Bildung eines Luftpolsters um die Schleifscheibe, welches den Kühlschmierstoffstrahl ablenkt.

Eine weitere Problematik beim Schleifen ist die Zusetzung der Schleifscheibe. Die Gefahr der Zusetzung besteht vor allem bei der Bearbeitung von duktilen Stahlwerkstoffen oder Nickelbasislegierungen. Durch das Zusetzen und/oder ein zu hohes Spanungsvolumen wird der Transport des Kühlmediums in die Kontaktzone erschwert und die Griffigkeit der Scheibe reduziert. Die Prozesskräfte und -temperaturen nehmen zu, Oberflächenrauheit sowie das Schleifbrandrisiko steigen und die Maßgenauigkeit geht verloren.

### 1. MITROTIERENDES LUFTPOLSTER

Das Luftpolster umgibt die Schleifscheibe sowohl an der Stirn- als auch an der Umfangsfläche und stellt somit eine Art Barriere für das Eindringen von Kühlflüssigkeit dar. Die mitrotierende Luft hat bereits nach wenigen Zehntelmillimetern Abstand zur Schleifscheibenoberfläche nur noch etwa die Hälfte der Umfangsgeschwindigkeit als Strömungsgeschwindigkeit (Abbildung 2).

### 2. FREISTRALLEN VON ZUSETZUNGEN

Unter Zusetzung einer Schleifscheibe wird grundsätzlich das Verstopfen der Spanräume mit Schleifspänen verstanden. Es sind unterschiedliche Phänomene, die zu einer Zusetzung führen:

- **Spannest:** Zwischen den Körnern in den oberflächennahen Poren können sich Späne absetzen oder verhaken
- **Verstopfung:** Wird ein Spanraum mit Spanmaterial sukzessiv gefüllt, kommt es zur Verdichtung des Spanes
- **Aufschweißung:** An den Kornspitzen bleibt durch Abrasivwirkung Werkstückmaterial hängen

Durch die hohen Einsatzdrehzahlen der Schleifscheibe reiben diese Stellen immer wieder über das Werkstück, sodass zum einen die Temperatur im Schleifspalt ansteigt und zum anderen die Oberflächenrauigkeit verschlechtert wird. Hier kann Abhilfe geschaffen werden, indem der Kühlschmierstoff unter hohem Druck senkrecht auf die Oberfläche der Schleifscheibe gestrahlt wird.

### 3. TRÄNKEN DER SCHLEIFSCHEIBE

Unter Tränken der Schleifscheibe wird das Auffüllen der Porenräume in tiefere Schleifscheibenregionen mit Kühlschmierstoff verstanden. Dies gelingt nur bei Schleifscheiben, die ein offenes System von Poren haben, die miteinander verbunden sind (Porennetzwerk). Schleifscheiben mit geschlossenen Metallbindungen oder Kunstharzbindungen, die nur blasenartige Hohlräume bilden, lassen sich nicht tränken.

### 4. KÜHLUNG UND SCHMIERUNG DES SCHLEIFSPALTES UND DER KONTAKTZONE

Wird eine zu große Menge an KSS in die Kontaktzone gepresst, kommt es zu hydrodynamischen Effekten, die die Wirkstelle quasi „aufschwimmen“ lassen. Dies kann zu dynamischen Effekten führen, die die Schleifscheibe und damit die gesamte Ma-

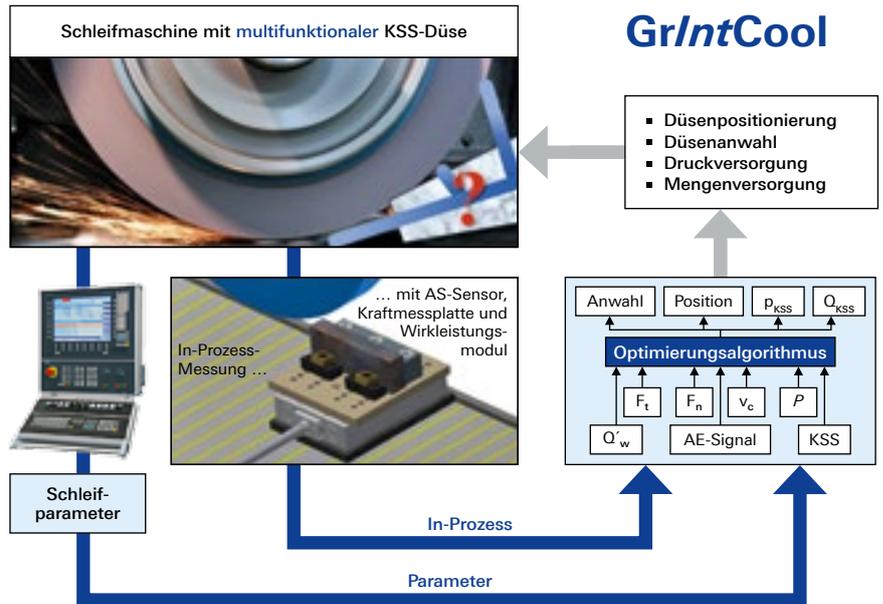


Abbildung 1: Übersicht des Projektes „GrIntCool – Grinding with intelligent coolant supply“

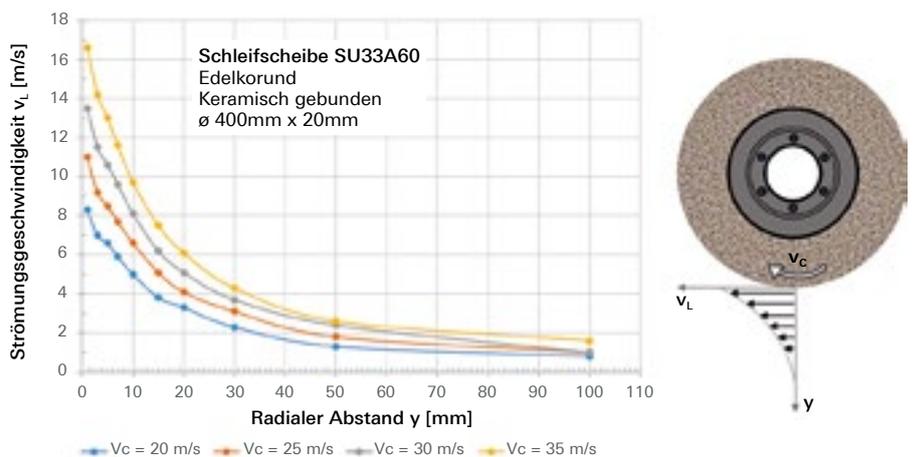


Abbildung 2: Messung der Strömungsgeschwindigkeit der Luft bei rotierender Schleifscheibe in radialer Richtung

**„DIE RICHTIGE KOMBINATION DER EINSATZMÖGLICHKEITEN VON KÜHLSCHMIERSTOFFEN FÜHRT ZU EINER STEIGERUNG VON LEISTUNG UND PROZESSSICHERHEIT.“**

Wilfried Saxler

schine in Schwingungen versetzt, was zu unerwünschten Oberflächenmarkierungen führt und die Oberflächengüte verschlechtert.

Werkzeugschleifmaschinen müssten daher höhere Steifigkeiten aufweisen als Planschleifmaschinen. Aufgrund der 5-Achsfähigkeit der Werkzeugschleifmaschinen ist dies meist eine besondere Herausforderung. Hinzu kommt, dass beim Nutenschleifen von Hartmetall oder HSS – also den klassischen Schneidstoffen – sehr dichte, nicht poröse Bindungen zum Einsatz kommen.

Die „Aquaplaning“-Gefahr ist somit bei falscher Dosierung der KSS-Menge gegeben. Eine zu geringe KSS-Menge kann die Schleifzone überhitzen und führt zu unerwünschten thermischen Schädigungen der Randzone. Daher gilt es immer die nur der Spanraumgröße entsprechende Menge an Kühlschmierstoff zuzuführen.

Freitag, 10. Mai 2019, 10.15 Uhr

# WOLFGANG VÖTSCH

Wolfgang Vötsch ist Senior Produkt Manager  
Fräsen der Walter AG



## Trends in der Werkzeugentwicklung und deren Umsetzung

### Short Summary

Die Vorgaben des Klimaschutzes haben Einfluss auf die Entwicklung von Zerspanungswerkzeugen. Konstruktive Veränderungen und neue Bearbeitungsstrategien sind gefragt

Für die Bearbeitung von Leichtbaukomponenten aus Aluminium-Lithium-Legierungen sind spezielle Fräsen mit sehr hohen Schnittgeschwindigkeiten nötig

Werkstoffgruppen wie ISO M, die schwer zerspanbar sind, können mit dem Dynamischen Fräsen effizient und prozessstabil bearbeitet werden

Maschinendaten-Analyse in Echtzeit hilft, die Bearbeitungszeit pro Werkstück zu reduzieren und erhöht die Prozesssicherheit und Maschinenlebensdauer

DIE REDUZIERUNG DES TREIBHAUSGASES CO<sub>2</sub> ist weltweit ein wichtiges Ziel geworden, um die Klimaschutzziele des Kyoto-Protokolls zu erfüllen. Alternative Antriebe; neue, leichtere Werkstoffe, energiesparende und ressourcenschonende Konzepte sind gefragter denn je. Dies hat massiven Einfluss auf die Entwicklung von Zerspanungswerkzeugen. Neue Anwendungsfelder entstehen, bestehende müssen angepasst werden. Das größte Potenzial steckt in den Werkzeugen und ihrer Anwendung: in konstruktiven Veränderungen und neuen Beschichtungen, in neuen Bearbeitungsstrategien – und in digitalen Lösungen, die in Echtzeit reagieren.

### FRÄSER FÜR DEN FLUGZEUGBAU

Neue Aluminium-Lithium-Legierungen sind im Kommen. Und konventionelle Werkzeuge sind mit diesen Werkstoffen schnell überfordert. Dies führt zu einem steigenden Bedarf an Hochleistungswerkzeugen.

Beispiel Flugzeugbau: Flugzeugkomponenten aus Aluminium-Legierungen haben Zerspanungsvolumen von bis zu 90 Prozent! Je nach gewünschter Bauteilgeometrie müssen zahlreiche Anstragungen oder Kavitäten aus dem Metall heraus gefräst werden. Das Ziel ist dabei stets dasselbe: Stabilität zu gewährleisten und Gewicht einzusparen. Um diese Bauteile wirtschaftlich und gleichzeitig

hochwertig herstellen zu können, müssen sie im „High-Speed-Cutting“-Verfahren (HSC) bearbeitet werden, mit Schnittgeschwindigkeiten bis zu 3.000 m/min.

Dieses Anforderungsprofil hatten die Werkzeugentwickler bei Walter vor Augen, als sie den neuen Ramping-Fräser M2131 entwickelten. Sie bestückten den 90°-Fräser mit einer neuen Gattung von Wendeschneidplatten, die mit einem besonderen physikalischen Verfahren beschichtet wurden. Vorteile: Die Reibung, und damit die Neigung zur Aufbauschneidenbildung, wird stark reduziert. Gleichzeitig erhöht sich die Schneidkantenstabilität und die Widerstandsfähigkeit gegen Freiflächenverschleiß.

### DYNAMISCHES FRÄSEN

Mehr Prozesssicherheit, schnellere Bearbeitung – zu immer geringeren Kosten! Unter diesem Druck stehen in vielen Branchen insbesondere die Zulieferer. Die Qualität des Produktes darf dabei natürlich nicht sinken! Oftmals steigen die Ansprüche an die Oberflächenqualität und Maßhaltigkeit im selben Maß wie die Anforderungen an Prozesssicherheit und Wirtschaftlichkeit. Verschärft wird dies durch einen wachsenden Bedarf an Werkstoffen, die leicht oder hitzefest sind wie Materialien der Werkstoffgruppen ISO M und ISO S, die aufgrund eben dieser

## „WIR SEHEN EINEN STEIGENDEN BEDARF AN HOCHLEISTUNGSWERKZEUGEN FÜR DIE ALUMINIUM-ZERSPANUNG, VOR ALLEM IN DER LUFT- UND RAUMFAHRTTECHNIK.“

Wolfgang Vötsch

Eigenschaften oft schwer zerspanbar sind. Das Dynamische Fräsen bietet hier einen Lösungsansatz.

Die Hauptunterschiede zwischen dem konventionellen Hochleistungsfräsen (High Performance Cutting – HPC) und dem Dynamischen Fräsen (High Dynamic Cutting – HDC) liegen in der Bewegung des Fräasers – und in den Kräften, die dabei entstehen. Beim HPC bewegt sich das Fräs Werkzeug mit relativ geringen Schnitttiefen. Beim HDC passt die CAD/CAM-Steuerung die Bahnen, die das Werkzeug beschreibt, der Werkstückform an. Dies verhindert unnötige Leerwege oder verkürzt sie zumindest. Die Schnitttiefe ist beim HDC deutlich größer als beim HPC. Auch das spart Verfahrenswege (in unterschiedlicher Tiefe), weil die komplette Werkzeuglänge von Anfang an genutzt werden kann.

Höhere Schnittparameter, weniger Leerwege und mehr Prozessstabilität ergeben ein klar höheres Zeitspanvolumen des HDC-FräSENS im Vergleich zum HPC. Insgesamt zeichnet sich das Dynamische Fräsen durch höhere Prozessstabilität und Standzeiten aus.

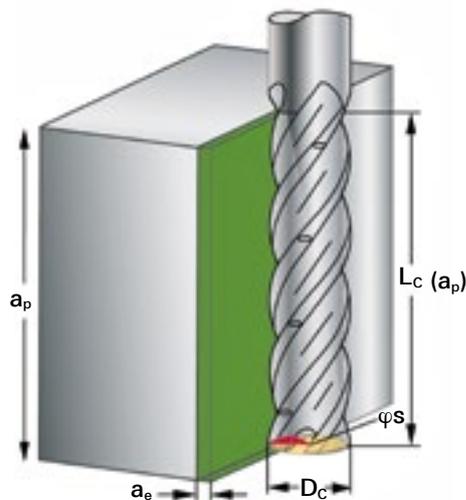
### OPTIMIERUNG MIT SOFTWARE-TOOL

Automatisierung und Digitalisierung sind in vielen Bereichen längst zum Alltag geworden. Doch auch darin steckt noch viel Potenzial. So haben die Hard- und Softwarelösungen zur Erfassung und Analyse von „Live-Daten“ in letzter Zeit enorme Leistungssprünge erzielt. Wie sich daraus neue Möglichkeiten zur Prozessoptimierung ergeben, zeigt „Comara iCut“, ein Walter Software-Tool.

Die adaptive Vorschubregelung iCut analysiert Maschinendaten in Echtzeit und passt die Bearbeitung an. Damit lässt sich die Bearbeitungszeit pro Werkstück enorm reduzieren. Neben dem positiven Effekt auf die Bearbeitungszeit erhöht dies auch die Prozesssicherheit. Zum Beispiel dadurch, dass auf die Spindel konstantere Kräfte wirken, was ihre Lebensdauer erhöht.

Wie wir neuen Herausforderungen bereits bei der Entwicklung von Werkzeugen begegnen können, zeigt die neue Walter Fräser-Generation Xtra-tec® XT. Auffälligstes

*Dynamisches Fräsen hat eine hohe Zerspanungsrate  $Q_{max}$ , eine kleine Schnittbreite  $a_e$ , eine große axiale Schnitttiefe  $a_p$  und eine konstante durchschnittliche Spanstärke  $h_m$*



Konstruktionsmerkmal ist die Einbaulage der Wendeschneidplatten: stärker geneigt und mit größerer Auflagefläche. Dies verringert die Flächenpressung im Sitz und die Stabilität wird erhöht. Ein größerer Querschnitt um die Schraubenbohrung stabilisiert die Wendeschneidplatte zusätzlich.

### MEHR PROZESSSICHERHEIT

Viele Faktoren für mehr Prozesssicherheit. Die veränderte Einbaulage der Platten ermöglicht auch einen Zahn mehr – und damit eine höhere Produktivität. Zudem hilft die präzise 90°-Form der EckfräSER, zusätzliche Schlichtoperationen zu reduzieren. Eine weitere Neuerung sind die kleineren Wendeschneidplatten, mit denen die FräSER bestückt werden können. Sie bedienen den gegenwärtigen Trend zu kleineren Aufmaßen. Beim PlanfräSER M5009 gilt dies sogar doppelt: Denn er verbindet kleine Schnitttiefen mit den Vorteilen doppelseitiger Walter Tiger-tec® Wendeschneidplatten. Statt vier, weisen diese acht nutzbare Schneidkanten auf – und erhöhen so gleichermaßen die Wirtschaftlichkeit.

Als Bestandteil von Walter Green sind die Produktion und Lieferkette der Xtra-tec® XT-FräSER CO<sub>2</sub>-kompensiert. Damit erfüllen sie eine Anforderung, die in Zukunft wahrscheinlich wichtiger als alle Trends: Nachhaltigkeit.



*Der Ramping-FräSER ist speziell für die Anforderungen der HSC-Bearbeitung von Aluminium-Werkstoffen sowie aktueller Aluminium-Lithium-Legierungen ausgelegt*

Freitag, 10. Mai 2019, 11.00 Uhr

# DR. CLAUS DOLD JAN VAN FRANKENHUYZEN

Dr. Claus Dold ist Leiter Prozessinnovation bei der Ewag AG und verantwortlich für Entwicklung neuer Bearbeitungsprozesse und Applikation

Jan van Frankenhuyzen ist Eigentümer der Firma van Frankenhuyzen B.V. im niederländischen Lexmond, eines Herstellers von hochwertigen Werkzeugen in Kleinserie



## Think Laser! auf Werkzeugen und 3D-Geometrien

### Short Summary

Die Fertigung von spiralisierten Werkzeugen in Vollmaterial auf einer Laserbearbeitungsmaschine ermöglicht es, individuelle Werkzeuggeometrien autonom zu fertigen

In einer gemeinsam durchgeführten Studie wurde eine Kundenapplikation der Fa. van Frankenhuyzen B.V. aufgebaut

Die Maschine unterhält in der Automationszelle ein Lager mit Rohlingen unterschiedlicher Durchmesser. Der Kunde kann mittels Webshop ein beliebiges Werkzeug konfigurieren und bestellen

Das ermöglicht eine automatisierte Fertigung in Kleinserie, bis hin zur Losgröße eins

DIE WERKZEUGFERTIGUNG mittels Lasertechnologie im Bereich der hochgenauen Fertigung mit besten Oberflächengüten ist bei EWAG in den vergangenen Jahren als fester Bestandteil in der Werkzeugfertigung etabliert worden. Standardanwendungen finden sich heute im Bereich von gelöteten Plattenwerkzeugen, rotierender Werkzeuge und bei Wendeschneid- und Profilplatten. Um das heutige Portfolio zu erweitern, liegt ein Schwerpunkt der aktuellen Entwicklung im Bereich von kleinsten, spiralisierten Werkzeugen. Im Weiteren werden zusehends autonome Fertigungsprozesse und die Vernetzung von Maschinen betrachtet.

Zusammen mit einem langjährigen Kunden, der Fa. van Frankenhuyzen B.V., wurde eine neue Art der Konfiguration der Prozesskette entwickelt. Hierzu wurde die gesamte Kette – von der Bestellung des Werkzeugs vom Endkunden bis zur Lieferung des fertigen Teils – berücksichtigt. Das digitale Front- und Back-End wurde durch die Fa. JDI smart web applications B.V. aus Spankeren, Niederlande realisiert. Es besteht aus einer Webanwendung, welche eine Online-Anbindung des Kunden sowie die Programmierung der Logik aller Abläufe inklusive der Datenströme vom Online-Portal über den Cloud-Dienst bis zur Werkzeugmaschine ermöglicht. EWAG realisierte alle Schnittstellen auf der Maschinensoftware zur Verarbeitung der gelieferten Daten.

Im Bereich der Produktion spiralisierter Werkzeuge – zum Beispiel Bohrer und Fräsergeometrien ins Vollmaterial – wurden große Fortschritte erzielt. Heute lassen sich Bohr- und Fräsgeometrien in PKD und Hartmetall serienmäßig, in weiteren Materialien wie CBN, CVD-D in Einzelfällen bereits realisieren. Auch geschichtete Materialien, wie Vollkopf-PKD auf Hartmetall-Anwendungen, lassen sich ohne messbare Übergänge in der Spanntut fertigen. Die heute angebotenen Durchmesser liegen im Bereich von 0,5 bis 3 Millimetern. Innerhalb der Studie wurden ausschließlich Bohrwerkzeuge betrachtet; Fräswerkzeuge werden in einem weiteren Schritt eingebunden.

### PROGRAMMIERUNG DURCH KUNDEN

Ein Kernstück der Studie bestand darin, eine für den Kunden sehr einfach verständliche und hochgradig effiziente Oberfläche in Form einer Webanwendung anzubieten. In wenigen Schritten bestellt er damit ein Werkzeug:

- Besuch der Website
- Auswahl der Werkzeugkategorie
- Auswahl des zu bearbeitenden Materials
- Das System schlägt ein Werkzeug vor
- Der Kunde bestätigt oder kann Bearbeitungsparameter ändern



**„EINE AUTONOME  
FERTIGUNGSKETTE  
ERMÖGLICHT ES AUCH  
MITTELSTÄNDISCHEN  
UNTERNEHMEN,  
HOCHEFFIZIENT  
WERKZEUGE IM  
MEHRSCHTIGEN  
BETRIEB OHNE  
ZUSÄTZLICHEN  
PERSONALAUFWAND  
HERZUSTELLEN.“**

*Jan van Frankenhuyzen*

Es werden keine Angaben zu einzustellenden Maschinenparametern gemacht. Auch sind keine Laserkenntnisse notwendig.

Im Anschluss erfolgt die Eingabe einer Identifizierung des Werkzeugs mittels Gravur sowie der Stückzahlen und der gewünschten Lieferzeit. Der Preis für die gewählte Bestellung wird, abhängig von der gewünschten Lieferfrist, unmittelbar angezeigt. Sobald alle Schritte durchlaufen sind, bestätigt der Kunde die gemachten Eingaben.

### AUTONOME MASCHINE

Die Eingabedaten des Kunden werden an einen zentralen Server der Fa. van Frankenhuyzen beziehungsweise an einen Cloud-Dienst weitergeleitet. Die angeschlossenen LASER LINE ULTRA der Ewag AG sind so konfiguriert worden, dass sie in regelmäßigen Zeitabständen auf dem Server nach neu eingegangenen Aufträgen suchen. Bei Auffinden eines geeigneten Auftrags wird geprüft, ob ein passender Rohling in der Maschine zur Verfügung steht. Hierzu wurde die Automationszelle zu einem in die Maschine integrierten Lager ausgestattet.

Ein Palettensystem mit acht Palettenplätzen in Zusammenarbeit mit einem Hydrodehnspannfutter kann hocheffizient die Bearbeitungszelle versorgen. Sechs Paletten fassen zylindrische Rohlinge im Durchmesserbereich von 0,5 bis 3 Millimeter mit einem konstanten Schaftdurchmesser von sechs

Millimetern. Jede Palette enthält bis zu 300 Rohlinge. Die zwei verbleibenden Paletten werden für Fertigteile verwendet.

Wenn das Werkzeug fertig bearbeitet und im Lager auf der Fertigteilpalette abgelegt ist, beginnt die Maschine erneut auf dem Cloud-Dienst nach einem geeigneten neuen Auftrag zu suchen. Für diesen Betrieb ist kein Bediener nötig, außer zum Be- und Entladen des Lagers sowie für reguläre Service-Einsätze.

### FERTIGUNG DER ZUKUNFT

Beide Unternehmen, die Ewag AG und van Frankenhuyzen B.V., sind überzeugt, dass die Zukunft der Werkzeugbearbeitung im Bereich der Lasertechnik mittels solcher Steuerungsmodelle geprägt sein wird. Integrierbar in das neue System sind prinzipiell alle Werkzeuggeometrien, welche direkt in Vollmaterial gefertigt werden können. Das funktioniert insbesondere deshalb sehr gut, da bei der Laserbearbeitung nur der Laserstrahl benötigt wird und keine typischen prozessrelevanten Elemente wie Schleifscheiben und Kühlschmiermittel.

*Mit der Automatisierungslösung von EWAG und Frankenhuyzen können spiralisierte Werkzeuge mit Durchmessern von 0,5 bis 3 Millimetern bearbeitet werden*



Photo: Claus Doid

Freitag, 10. Mai 2019, 11.45 Uhr

# ACHIM KOPP

Achim Kopp ist Geschäftsführer von Kopp Schleiftechnik, eines Herstellers von Zerspanungswerkzeugen zum Fräsen und Bohren von Metallen und Kunststoffen



## Erfolgsschlüssel Veränderung: Mit Hightech und Herzblut höchste Werkzeug-Anforderungen bei Qualität und Service erfüllen

### Short Summary

Hightech und Herzblut alleine reichen nicht aus, um die sich rasch verändernden Werkzeuganforderungen zu bewältigen

Es ist das Zusammenspiel der Faktoren Technik und Prozesse auf der einen Seite und Menschen auf der anderen, also Führung, Mitarbeiter, Kunden und Geschäftspartner

Je besser diese Faktoren miteinander verzahnt sind, je besser das Zusammenspiel zwischen Hightech und Herzblut gelingt, umso erfolgreicher lässt sich Veränderung gestalten

ES WAR DER WUNSCH NACH UNABHÄNGIGKEIT, der unseren Senior und Firmengründer Helmut Kopp dazu bewog, Ende der 1960er-Jahre vom Angestelltenverhältnis in die Selbständigkeit zu wechseln. Er sah seinen Markt im fachgerechten Nachschleifen von Fräsern und Bohrern für die Metallbearbeitung. So gründete er sein Start-up, wie man heute sagen würde.

Die Anforderungen an Zerspanungswerkzeuge und die Servicewünsche der Kunden waren damals vergleichsweise einfach. Der Fräser oder Bohrer musste sauber nachgeschliffen sein, das war es dann aber in den meisten Fällen auch schon. Und so lag der Fokus rein auf der technischen Seite. Von der handgeführten, konventionellen Werkzeugschleifmaschine über halbautomatische und noch mechanisch gesteuerte Maschinen, über NC-Maschinen bis zur heutigen Hightech-CNC-Werkzeugschleifmaschine konnten wir bei Kopp-Schleiftechnik die Entwicklung im Werkzeugschleifen in den vergangenen fast 50 Jahren mitverfolgen und teilweise mitgestalten.

### VOM HANDWERK ZUR HIGHTECH

Immer wieder neue und hochleistungsfähige Materialien wollen in der Industrie heute bearbeitet werden, Zerspanprozesse sollen optimiert und Arbeitsschritte zusammengefasst werden, komplexeste Konturen spannend hergestellt werden, Fertigungstoleranzen werden enger und enger. Hinzu kommen die enormen Anforderungen an begleitende Prozesse. So wird zum Beispiel die Kenn-

zeichnung der Werkzeuge zur Rückverfolgbarkeit oder eine exakte Beschreibung und Dokumentation des Fertigungsprozesses zur Qualitätsaufzeichnung immer wichtiger.

Und zu guter Letzt gilt es, sich auf die Servicewünsche der Kunden individuell einzulassen: kürzeste Lieferzeiten, Bevorratung von Sonderwerkzeugen, Unterstützung der Kunden im Bereich ihrer Werkzeuglogistik, Anwendungsberatung et cetera.

### LÖSUNGEN, NICHT PRODUKTE

Um hochpräzise Fräs- und Bohrwerkzeuge herstellen oder nachschleifen zu können, ist ein moderner Maschinenpark unerlässlich. Welche Werkzeuge sollen bearbeitet werden, sind es Serien oder Einzelwerkzeuge? Mit welchen Abmessungen und Toleranzen hat man überwiegend zu tun? Wie komplex gestalten sich die Geometrien der Werkzeuge?

Damit einher geht das Thema Werkzeugkonstruktion. Die Bandbreite der Ausgangsbedingungen ist groß. Zum Teil liegt dem Werkzeughersteller heute nicht eine einwandfreie Werkzeugzeichnung des Kunden vor. Vielmehr gibt er seine Bearbeitungsanforderung, seine Zerspanaufgabe an den Werkzeughersteller weiter, ein Bauteil zum Beispiel, in das zirkular eine spezielle Kontur eingebracht werden muss. Oft gemeinsam mit dem Kunden wird dann der Werkzeughersteller nach dem optimalen Werkzeug suchen. Also nicht Produkte, sondern Lösungen sind gefragt.

Wenn man als Werkzeughersteller dann ein durchgängiges System aus Kon-

**„EINE GELEBTE UND  
VON DEN WERTEN ALLER  
IM UNTERNEHMEN  
BETEILIGTEN GETRAGENE  
UNTERNEHMENSKULTUR  
IST ES, DIE ÜBER  
DEN ERFOLG  
ENTSCHEIDET.“**

*Achim Kopp*

struktionsprogramm, Simulationssoftware, Bearbeitungsmaschinen, Mess- und Kennzeichnungstechnik zur Verfügung hat, vereinfacht und beschleunigt dies den Herstellungsprozess ungemein und ist gleichzeitig ein nicht zu unterschätzender Qualitätsfaktor. Wo früher eine Simulation direkt am ersten Rohling und auf der Maschine stattfand, Versuch und Irrtum gewissermaßen, hat man heute eine durchgängige Prozesskette von der Zeichnung bis zum fertigen Präzisionswerkzeug.

Neben der Maschine gibt es noch weitere Technikfaktoren, die in einer Werkzeugfertigung wichtig sind:

- Umgebungsbedingungen in der Produktion, wie die zentrale Ölversorgung
- Klimatisierte Fertigungsräume, wo Raumtemperatur und Schleiföltemperatur in der Maschine aufeinander abgestimmt sind
- Ausgeklügelte gesteuerte Fertigungsprozesse
- Digitale Unterstützung, um die ineinandergreifenden Abläufe so reibungslos wie möglich zu gestalten

#### **DER FAKTOR MENSCH**

Trotz feinsten Technik, trotz aller Automatisierung und Digitalisierung: Wenn man nicht die richtigen Mitarbeiter hat, ist alles andere nicht viel wert.

Für uns bei Kopp-Schleiftechnik heißt das: Alles beginnt mit einer guten Ausbildung. Doch sollte die Vermittlung von Fach-

wissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten sich nicht auf die Berufsausbildung beschränken. Auch für Fachkräfte ist es unabdingbar, sich weiterzubilden. Gerade heute, in unserer schnelllebigen Zeit, in der Komplexität und Geschwindigkeit so rasend zunehmen, müssen Fachkräfte stets den veränderten Anforderungen in der Schleiftechnik und den begleitenden Prozessen entsprechend fortgebildet, geschult und qualifiziert werden. Dies findet bei Kopp sowohl inhouse, als auch bei oder mit unseren strategischen Partnern, zum Beispiel Maschinenherstellern wie WALTER statt.

#### **GELEBTE UNTERNEHMENSKULTUR**

Wir bei Kopp gehen noch einen Schritt weiter. Eine gelebte und von den Werten aller im Unternehmen Beteiligten getragene Unternehmenskultur ist es, die über den Erfolg entscheidet. Mitarbeiter in Entscheidungsprozesse einzubinden, Verantwortung zu übertragen, offen zu kommunizieren und vor allem wertschätzend miteinander umzugehen, das sind Dinge, die in der Regel darüber entscheiden, ob ein Mitarbeiter eine hohe emotionale Bindung zu seinem Arbeitgeber hat oder eben nicht.

Und letztlich überträgt sich genau dies über den Mitarbeiter hin zum Kunden, zum Geschäftspartner. Wir stellen immer wieder fest, dass trotz aller zur Verfügung stehenden modernen und digitalen Kommunikationsmittel der persönliche Kontakt immer noch das Beste ist, wenn es um den Aufbau und die Pflege langfristiger angelegter Geschäftsbeziehungen geht.



United Grinding Group Management AG  
Jubiläumsstrasse 95  
3005 Bern, Schweiz  
Fon +41 31 356 01 11  
Fax +41 31 356 01 12  
info@grinding.ch  
www.grinding.ch

## FLACH- UND PROFIL

**Mägerle AG Maschinenfabrik**  
Allmendstrasse 50  
8320 Fehraltorf, Schweiz  
Fon +41 43 355 66 00  
sales@maegerle.com

**Blohm Jung GmbH**  
Kurt-A.-Körber-Chaussee 63-71  
21033 Hamburg, Deutschland  
Fon +49 40 33461 2000  
sales-hh@blohmjung.com

**Blohm Jung GmbH**  
Jahnstraße 80-82  
73037 Göppingen  
Deutschland  
Fon +49 7161 612 0  
sales-gp@blohmjung.com

## RUND

**Fritz Studer AG**  
3602 Thun, Schweiz  
Fon +41 33 439 11 11  
info@studer.com

**Fritz Studer AG**  
Lengnaustrasse 12  
2504 Biel, Schweiz  
Fon +41 32 344 04 50  
info@studer.com

**Schardt Mikrosa GmbH**  
Saarländer Straße 25  
04179 Leipzig, Deutschland  
Fon +49 341 4971 0  
sales@schaudtmikrosa.com

**StuderTEC K.K.**  
Matsumoto Bldg. 2F  
4-10-8, Omorikita, Ota-ku  
Tokio 143-0016, Japan  
Fon +81 3 6801 6140  
info.jp@studer.com

## WERKZEUG

**Walter Maschinenbau GmbH**  
Jopestraße 5  
72072 Tübingen, Deutschland  
Fon +49 7071 9393 0  
info@walter-machines.com

**Ewag AG**  
Industriestrasse 4  
4554 Etziken, Schweiz  
Fon +41 32 613 31 31  
info@ewag.com

**Walter Kuřim s.r.o.**  
Blanenská 1289  
66434 Kuřim, Tschechien  
Fon +420 541 4266 11  
info.wcz@walter-machines.com

**Walter Ewag Japan K.K.**  
1st floor MA Park Building  
Mikawaanjo-cho 1-10-14  
Anjo City 446-0056, Japan  
Fon +81 556 71 1666  
info.jp@walter-machines.com

**Walter Ewag Asia Pacific Pte. Ltd.**  
25 International Business Park  
#01-53/56 German Centre  
609916 Singapur  
Fon +65 6562 8101  
info.sg@walter-machines.com

**Walter Ewag UK Ltd.**  
2 St. Georges Business Park, Lower  
Cape, Warwick CV34 5DR  
Warwickshire, Großbritannien  
Fon +44 1926 4850 47  
info.uk@walter-machines.com

**Walter Ewag Italia S.r.l.**  
Via G. Garibaldi, 42  
22070 Bregnano (CO), Italien  
Fon +39 31 7708 98  
info.it@walter-machines.com

## UNITED GRINDING Group International

**United Grinding (Shanghai) Ltd.**  
1128, Tai Shun Road  
Anting Town  
Jiading District  
Shanghai 201814, China  
Fon +86 21 3958 7333  
info@grinding.cn

**United Grinding (Shanghai) Ltd.  
Beijing Branch Office**  
Room 1911, Fl. 19,  
Hanhai Int'l Mansion,  
No. 13 Jiuxianqiao Rd,  
Chaoyang District  
Beijing 100015, China  
Fon +86 10 8526 1040  
info@grinding.cn

**United Grinding (Shanghai) Ltd.  
Chongqing Branch Office**  
15-11 Building 4,  
No.18 Jinshan Road,  
Longxi Street, Yubei District,  
Chongqing 401147, China  
Fon +86 23 6370 3600  
info@grinding.cn

**United Grinding GmbH  
India Branch Office**  
No. 487 - D1 & D2A  
4th Phase, KIADB Main Road  
Peenya Industrial Area  
Bangalore 560058, Indien  
Fon +91 80 30257 612  
info.in@grinding.ch

**United Grinding GmbH  
Moscow Office**  
Puschkinskaja nab., 8a  
119334 Moskau, Russland  
Fon +7 495 956 93 57  
info.ru@grinding.ch

**Irpd AG**  
Lerchenfeldstrasse 3  
9014 St. Gallen, Schweiz  
Tel. +41 71 274 7310  
sales@irpd.ch  
www.irpd.ch

**United Grinding  
North America, Inc.**  
2100 UNITED GRINDING Blvd.  
Miamisburg, OH 45342, USA  
Fon +1 937 859 1975  
customercare@grinding.com

**United Grinding Mexico S.A. de C.V.**  
Blvd. Bernardo Quintana No. 7001  
Of. 1003  
Querétaro, Qro. 76079, Mexiko  
Fon +52-1-555-509-7739  
customercare@grinding.com