

# DIE KUNST

der gezielten und beherrschbaren  
SCHNEIDKANTENVERRUNDUNG

mittels FLAKKOTIEREN

Referent: Patrick Botta

SWISSMEM 15. Zerspanungsseminar 16./17. Januar 2024

## Ziel der Kantenpräparation

---

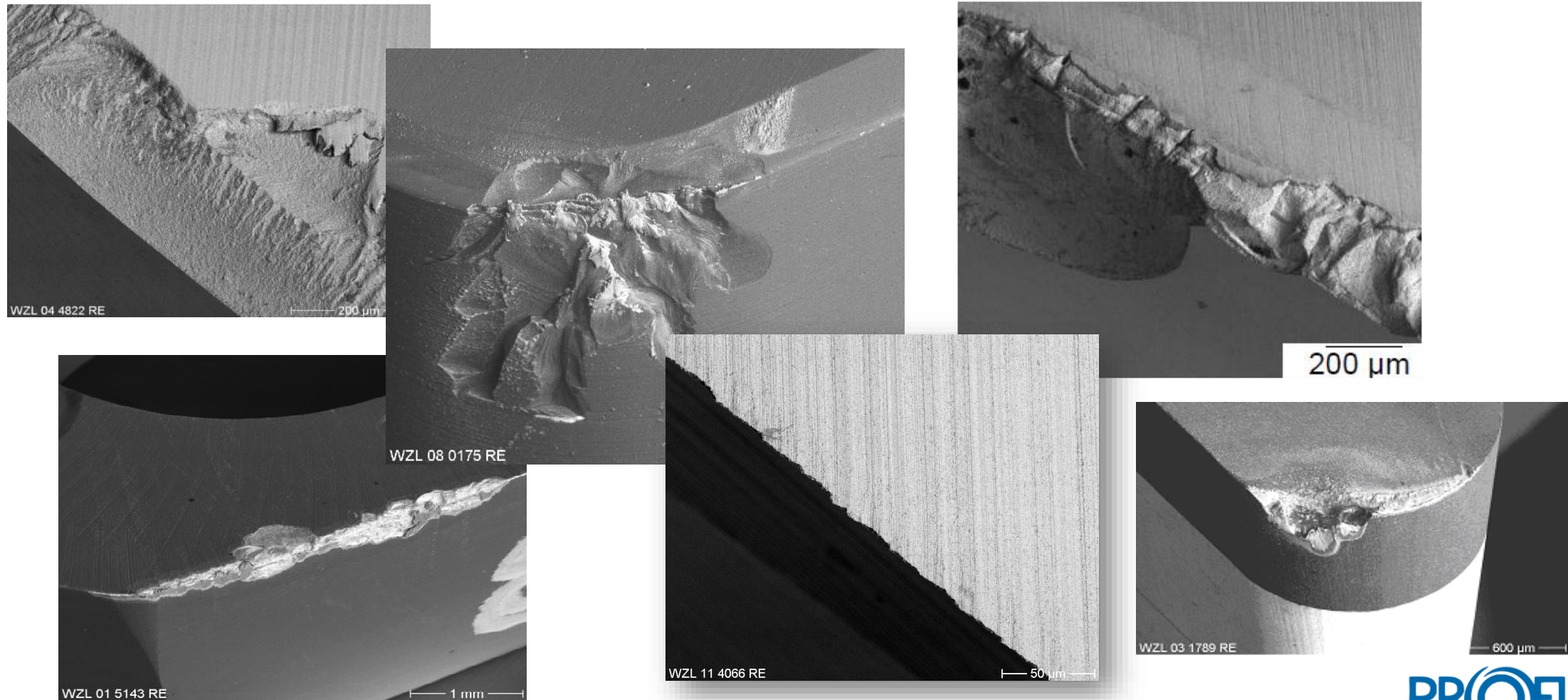
Reduzierung der Fertigungskosten um 10 – 30%

durch

Steigerung des Zeitspanvolumens um 200 bis 500 Prozent gegenüber der  
«konventionellen» Bearbeitung

# Was wäre Zerspanen ohne entsprechende Kantenpräparation?

Quelle: WZL der RWTH Aachen



# Unternehmen PROFIN

---

## Zukunft braucht Herkunft

- ◎ Gegründet im Jahre 2003 mit Sitz in Luzern
- ◎ Entwicklung des Finishingverfahrens «**FLAKKOTIEREN**» im 2006
- ◎ Auslieferung der ersten **FLAKKOTIER**-Anlage nach Deutschland (2008) und in die USA (2011)
- ◎ 2016 Prozessentwicklungssprung in der Kantenpräparation
- ◎ 2018 Lieferung 4 vollautomatischer **FLAKKOTIER**-Systeme in die USA
- ◎ 2020 Lieferung **FLAKKOTIER**-Maschinen nach China
- ◎ PROFIN ist ein Familienunternehmen und befindet sich in der 2. Generation seit 2022
- ◎ 30 hochmotivierte Mitarbeiter:innen über alle Bereiche (Dienstleistung, Entwicklung, Produktion, Prozessberatung)



Stand  
der Technik

Potenzial

FLAKKOTIEREN

Zusammen-  
fassung

Stand  
der Technik

Potenzial

FLAKKOTIEREN

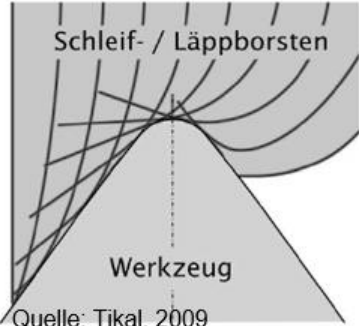
Zusammen-  
fassung

# Kantenpräparationsverfahren

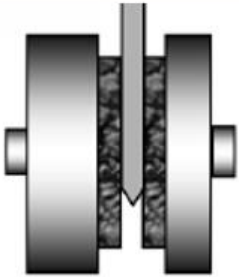
## Mechanische Verfahren

- ⊙ Bürsten
- ⊙ **FLAKKOTIEREN**
- ⊙ Mikrostrahlen
- ⊙ Gleit-/ Schlepp-  
scheifen
- ⊙ Magnetfinish
- ⊙ Strömungsschleifen
- ⊙ Laser-Bearbeitung
- ⊙ Mikroschleifen

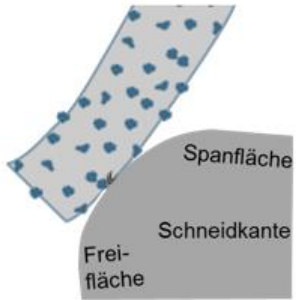
Bürsten



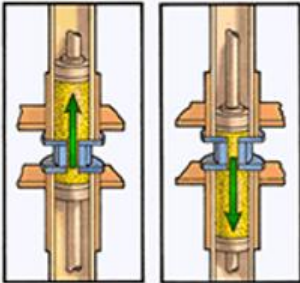
Magnetfinish



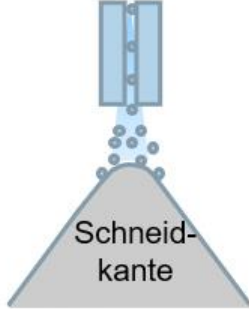
Flakkotieren



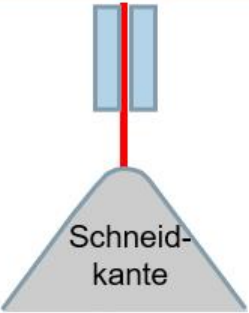
Strömungsschleifen



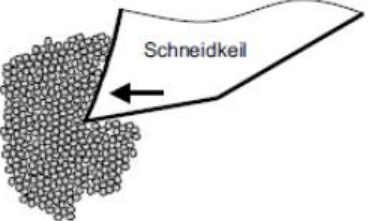
Mikrostrahlen



Laser-Bearbeitung

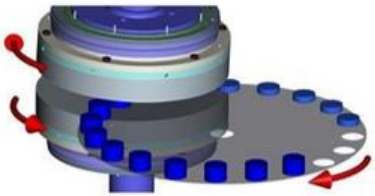


Gleit-/Schleppscheifen



Quelle: Risse, 2006

Mikroschleifen



Quelle: Wolters

# Kantenpräparationsverfahren

## Dazugehörige Anlagenbeispiele

Bürsten



Quelle: Gerber AG

Flakkotieren



Quelle: PROFIN AG

Mikrostrahlen



Quelle: Graf

Gleit-/Schleppscheifen



Quelle: Walter Trowal

Magnetfinish



Quelle: Magnetfinish

Strömungs-schleifen



Quelle: Perfect Finish

Laser-Bearbeitung



Quelle: Rollomatic

Mikroschleifen



Quelle: Wolters



Stand  
der Technik

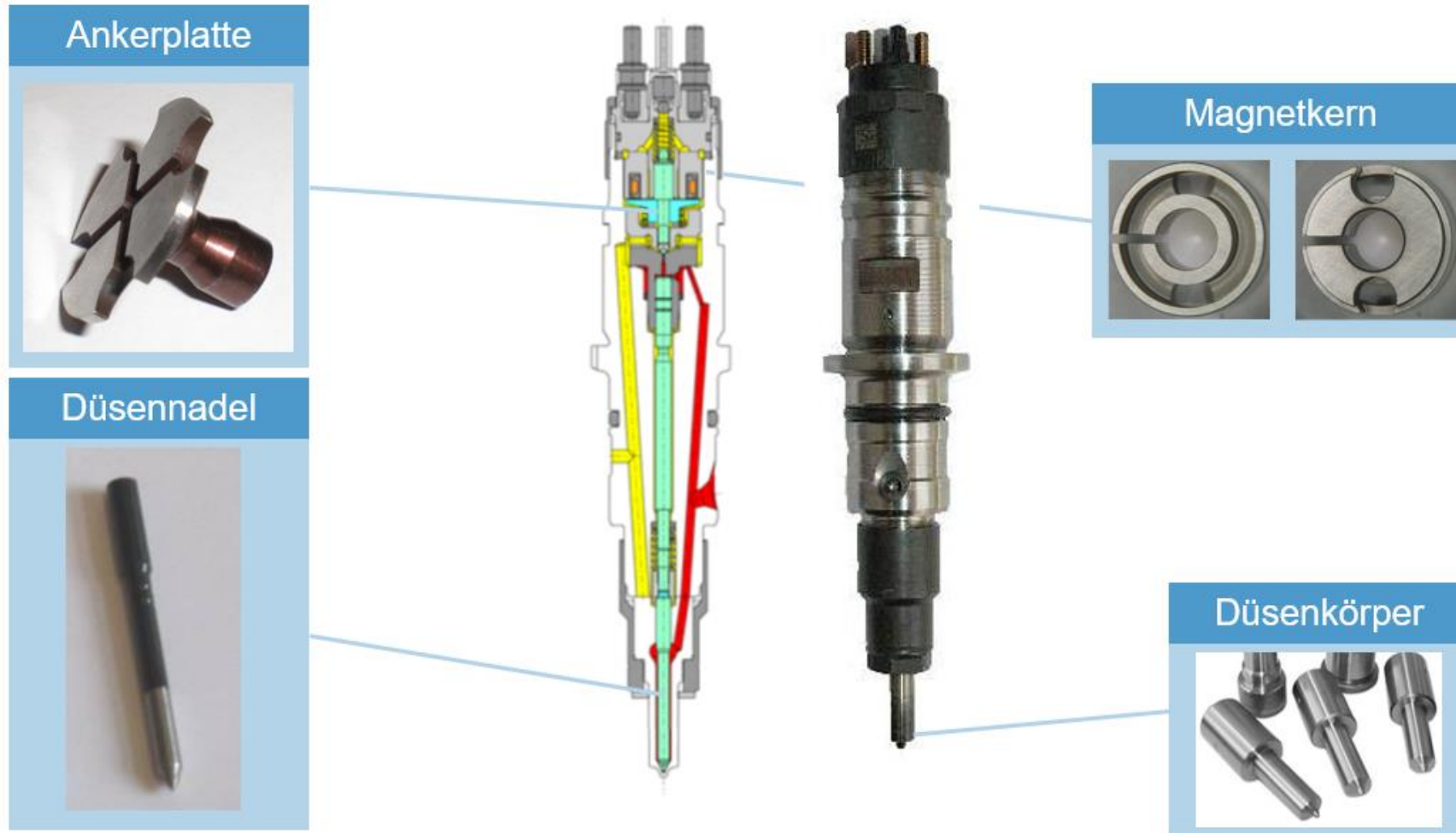
Potenzial

FLAKKOTIEREN

Zusammen-  
fassung

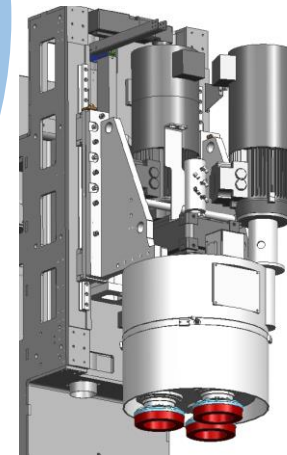
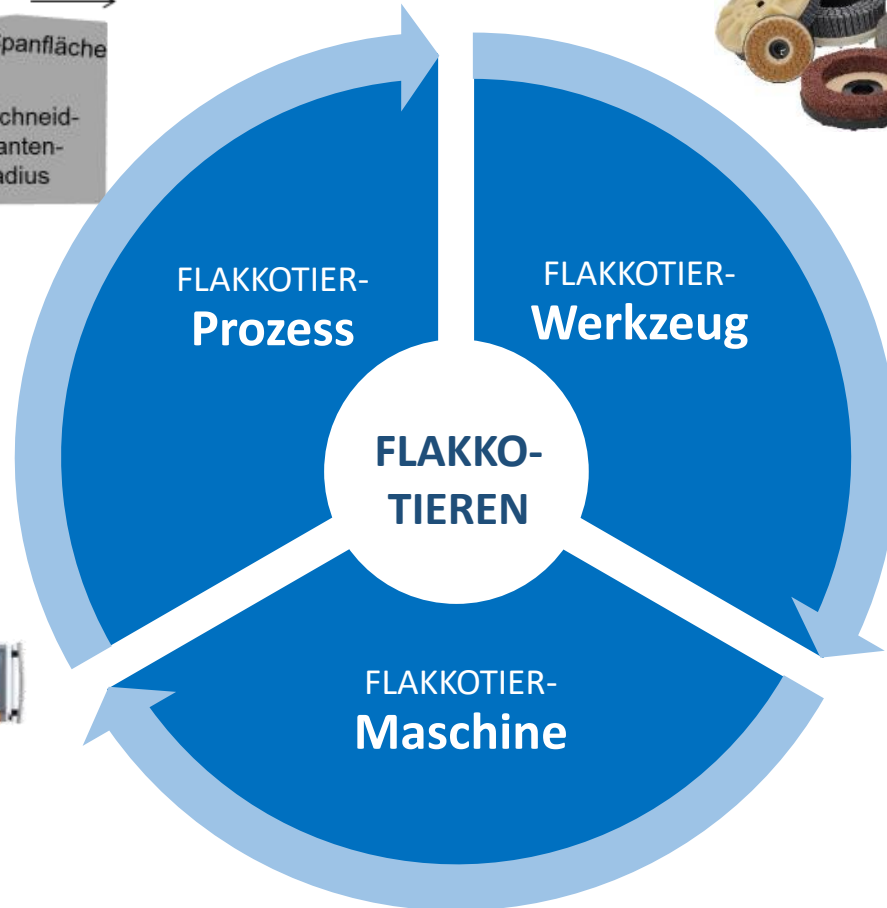
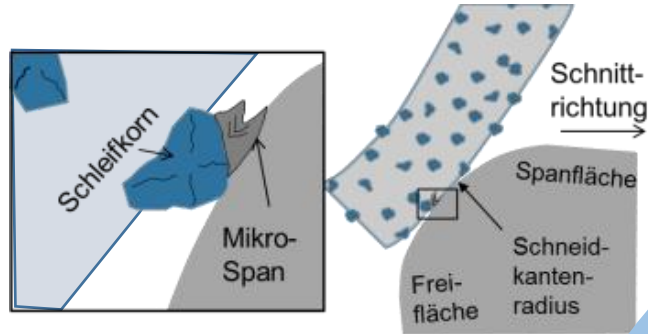
# Ursprung vom FLAKKOTIEREN

Entgraten: **FLAKKOTIERTE** Bauteile im Engine Common Rail Injector



# FLAKKOTIEREN ist ein Feinst-Schleifprozess

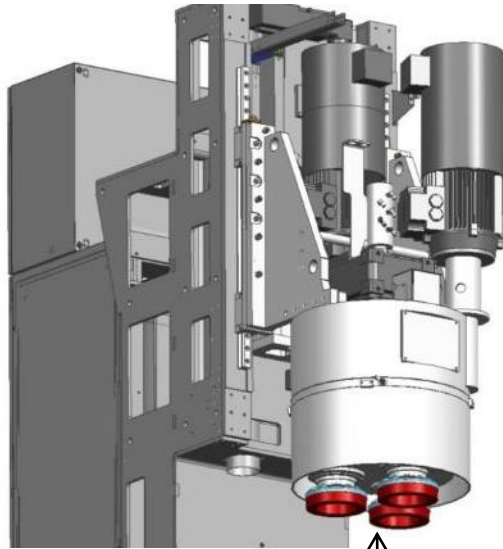
Zusammenspiel von Prozess – Werkzeug – Maschine ist entscheidend!



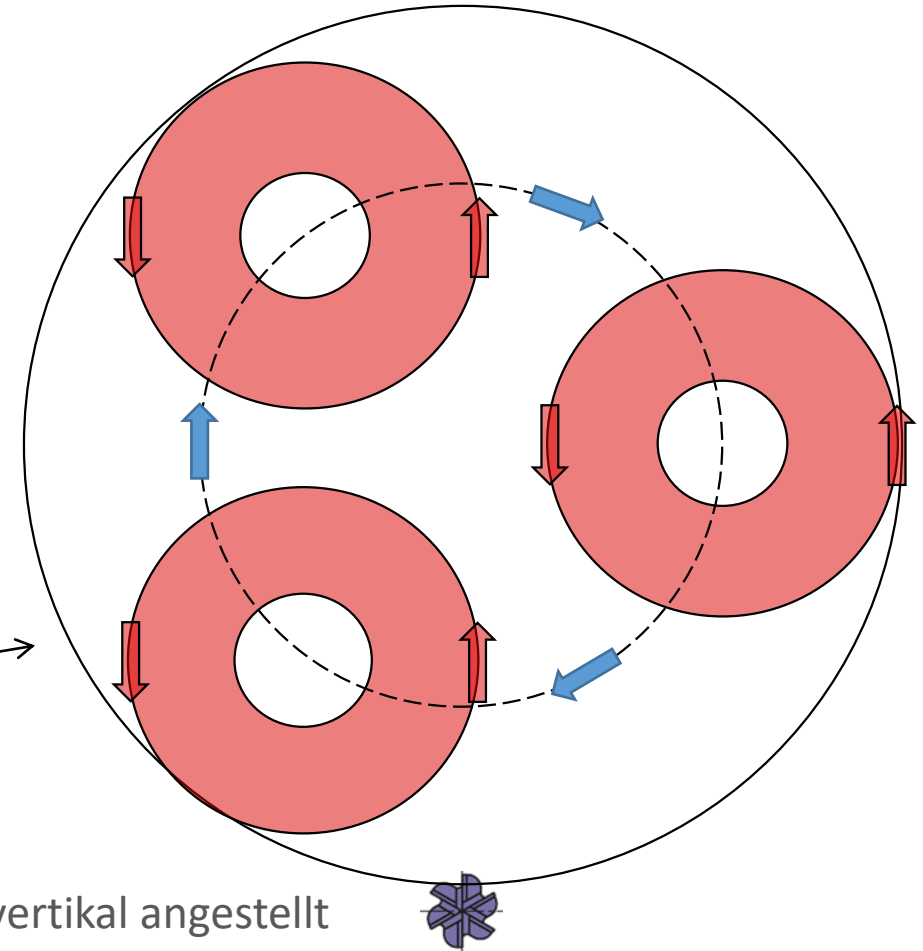
FLAKKO-Aggregat

# FLAKKO-Aggregat (Plan-FLAKKO)

## Bewegungs kinematik beim FLAKKOTIEREN



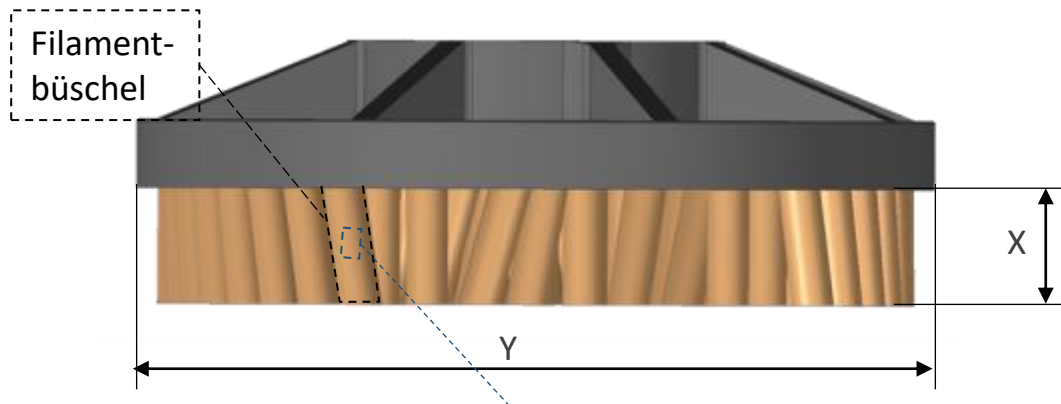
Drei FLAKKOTIER-Werkzeuge



Schaftfräser vertikal angestellt

# Werkzeuge: Hochgenau und Temperaturbeständig

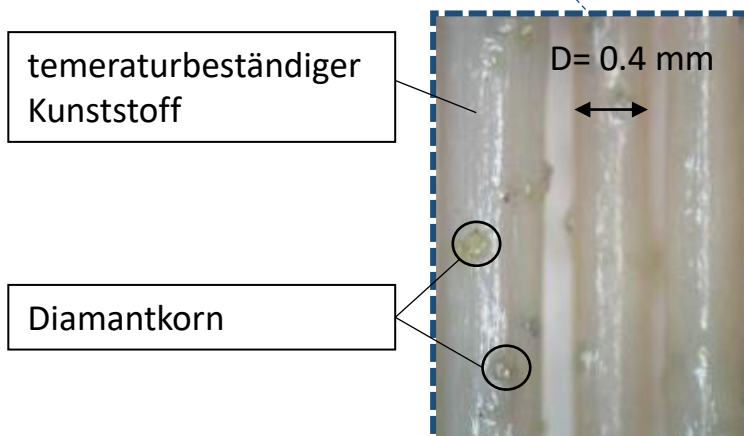
Bsp.: FLAKKOTIER-Werkzeug R1381 (K1000)



## Technische Details

- ⊙ Hohe Planlauf- & Rundlaufgenauigkeit
- ⊙ Verschiedene Werkzeugkombinationen & – Zusammensetzungen möglich
- ⊙ Kombination mit Filament- $\varnothing$  & Anstellung (patentiert)
- ⊙ Schnelles Werkzeugwechselsystem

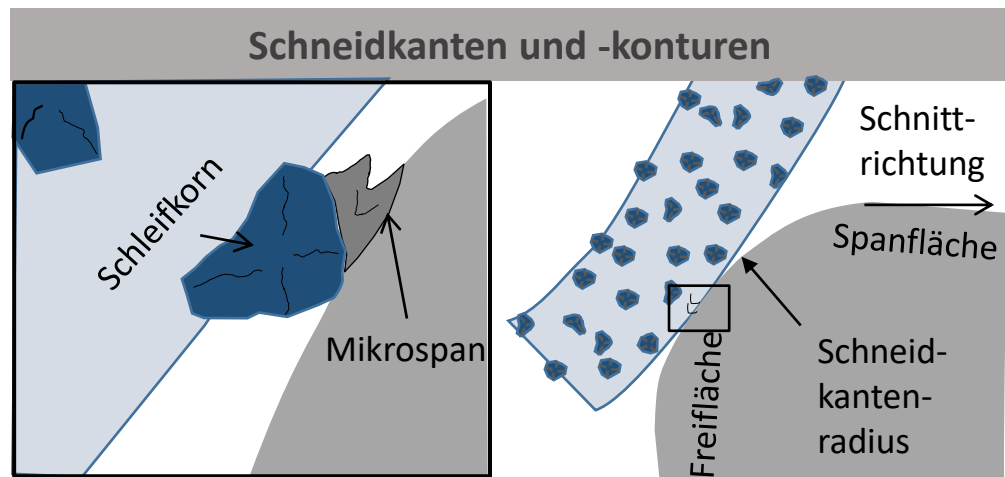
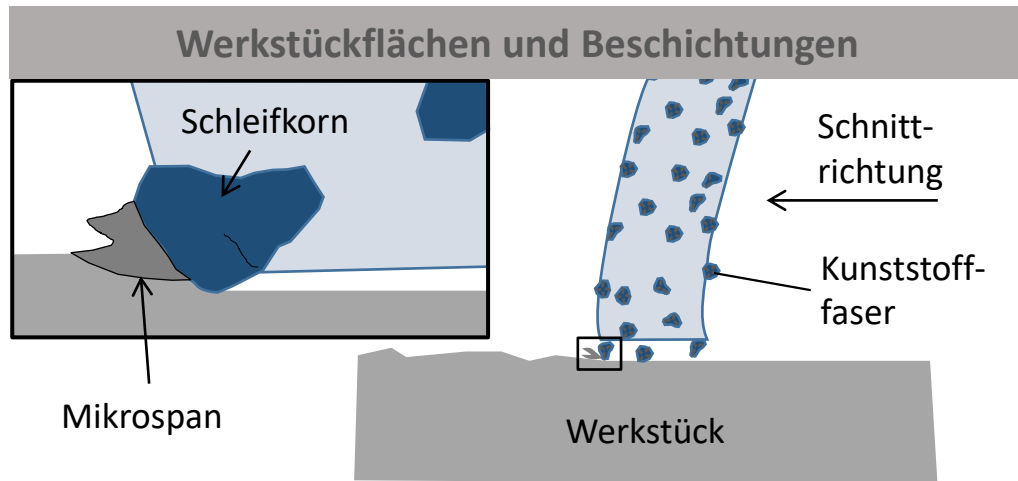
## Filament HABRELAST mit Diamant / Silizium-Karbid / kubisches Bonitrid (cBN)



- ⊙ Hochmolekularer Kunststoff mit homogen eingebetteten Abrasionspartikeln
- ⊙ Temperaturbeständig bis ca. 400°C
- ⊙ Hohe Flexibilität bei Gleichzeitig hoher Biegefestigkeit
- ⊙ Material mit sehr guter Elastizität und Schleifleistung

BEI HARTSTOFF-BESCHICHTUNGEN: Kein Filamentauftrag durch geschmolzenes Filamentmaterial (auch im Trockenbetrieb!)

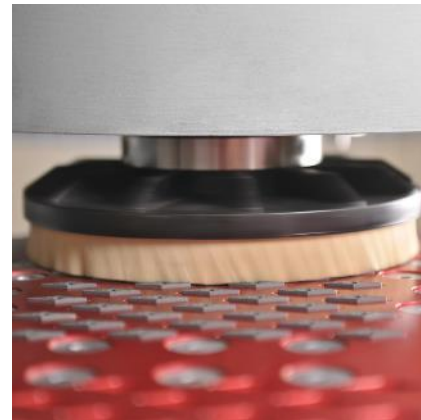
# Feinster Endschleifbearbeitungsprozess



- ◎ Hochgenaue Bearbeitung von Werkstückflächen, Kanten und Konturen
  - Oberflächenfinish im Nano-Bereich
  - Einbringung von symmetrischen als auch asymmetrischen Radien im Mikrobereich
- ◎ Das **FLAKKOTIEREN** setzt sich aus der Summe der im Eingriff befindlicher Schleifkörner zusammen, die einzelne Späne aus der Werkstoffoberfläche heraustrennen
- ◎ Schleifkorn ist in hochmolekularen Kunststoffasern homogen gebunden
- ◎ Verschleiss wird, wie beim Schleifen üblich, durch Nachstellen der Werkzeuge kompensiert
- ◎ Als Schleifkorn wird Diamant, cBN oder SiC verwendet

# Präzisionsmaschine

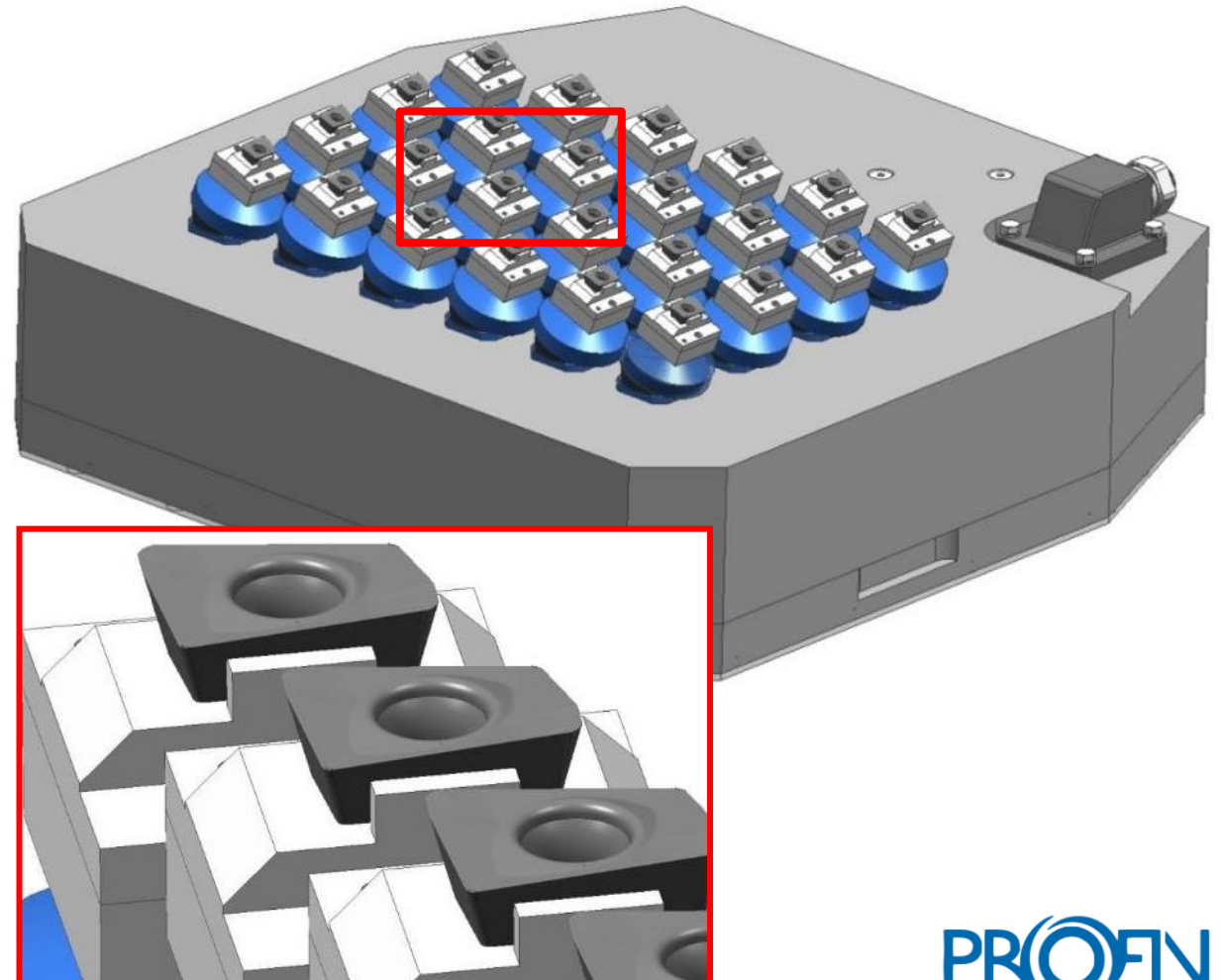
Hochstabil und universell



- ◎ 3-stufige **FLAKKOTIERPROZESS** durch «Multi-Aggregat»
- ◎ Planparallelität von Tisch zu **FLAKKO**-Aggregat
- ◎ Präzise Linearführungen mit Vorspannung
- ◎ Servoantrieb für Zustellung im 1/100
- ◎ Werkzeugvermessung mit Körperschallsignal
- ◎ Werkzeugkompensationssteuerung durch Leistungsaufnahme oder Acoustic Emission
- ◎ Kopf- und Spindeldrehzahl variabel einstellbar

## Passende Vorrichtungen

- ◎ Kantenpräparation von bis zu vierzig Wendeschneidplatten mit stark versetzten Schneidkanten
- ◎ Regelbare Rotationsgeschwindigkeit
- ◎ Geeignet für:
  - Negative und positive WSP
  - Ebene und versetzte Schneidkanten
  - Falls variable Verrundungen an eine WSP gefordert sind

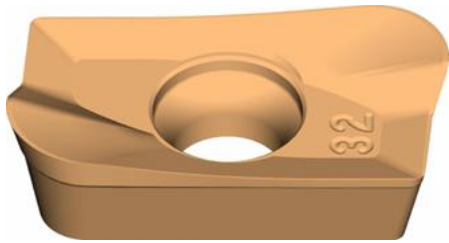




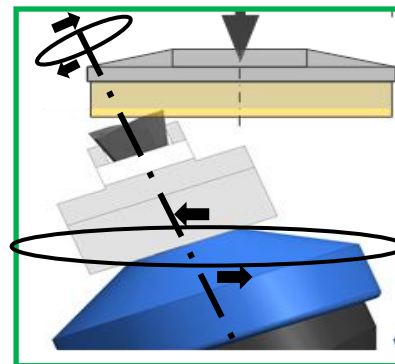
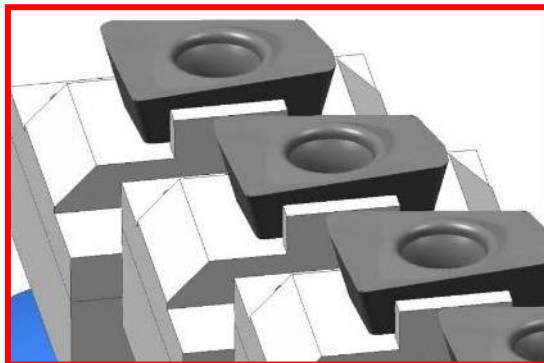
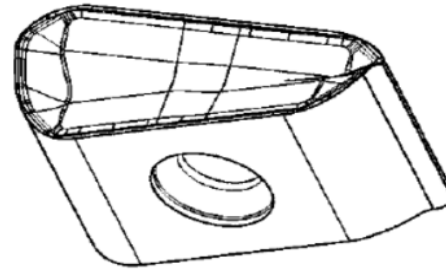
# FLAKKOTIEREN - FLAeche, Kante und KOnturen

Industriell relevante Verfahren zur Kantenverrundung

3D WSP



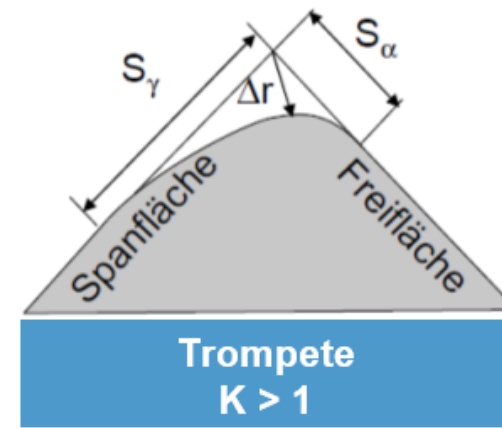
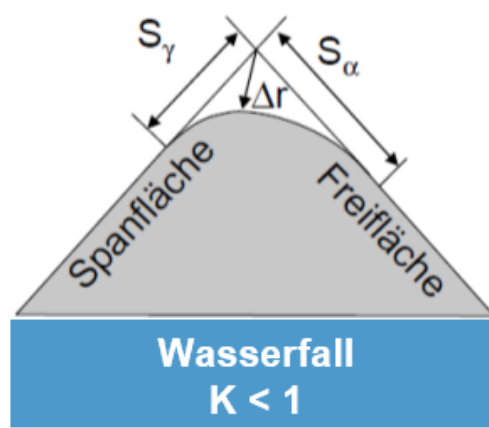
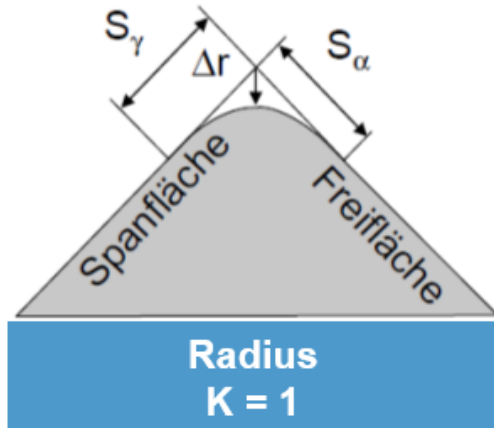
Tangentiale WSP



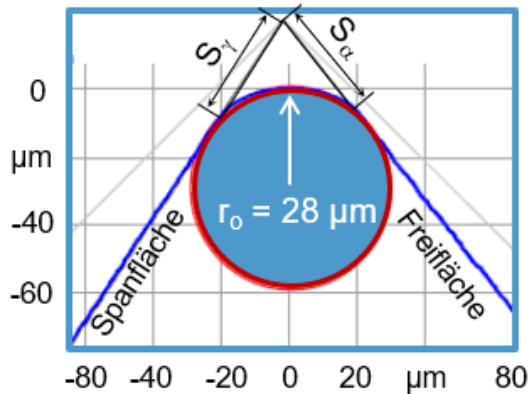
Eigenschaft	Wert
Prozesszeit für 30 $\mu\text{m}$ Radius	< 1.5 Minuten
Min. Verrundung	> 150 $\mu\text{m}$
Mehrfachbearbeitung	Ja
Korbbogenform	Ja
Bearbeitbare Schneidstoffe	HSS, HW, PKD, cBN, Keramik
Zerspanungswerkzeuge	WSP, Rundwerkzeuge, Sägen, Räumnadeln
Spezielle Eigenschaften	Filament bis 400°C Radien +/- 2 $\mu\text{m}$ <b>Variabler Kantenradius</b>

# Anwendungsbeispiele

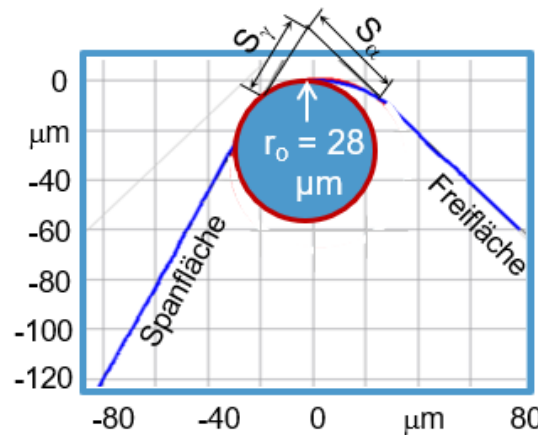
Konturen und Kanten Verrunden: unterschiedliche Kantenformen



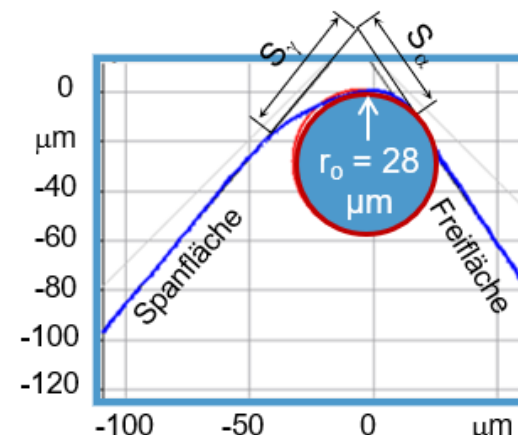
FLAKKOTTIERT



$S_\gamma = 42.3 \mu\text{m}$  und  $S_\alpha = 42.3 \mu\text{m}$   
 $K = S_\gamma / S_\alpha = 1.00$



$S_\gamma = 30.19 \mu\text{m}$  und  $S_\alpha = 37.48 \mu\text{m}$   
 $K = S_\gamma / S_\alpha = 0.80$



$S_\gamma = 54.19 \mu\text{m}$  und  $S_\alpha = 43.30 \mu\text{m}$   
 $K = S_\gamma / S_\alpha = 1.25$

# Anwendungsbeispiele

Konturen und Kanten Verrunden: von Kleinst- bis Grosswerkzeugen

Wendeschneidplatten

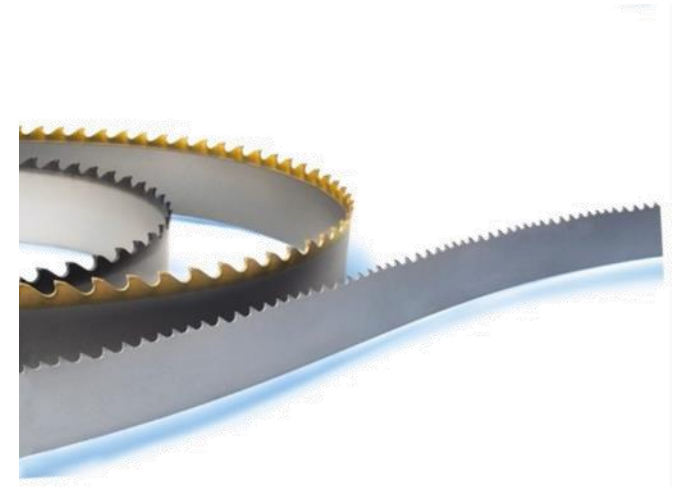


Schaftfräser / Bohrer



Quelle: Dormer

Sägebänder



Quelle: Lenox

# Automatisches Center «key2edge»

## Präparationen an Schaftwerkzeugen



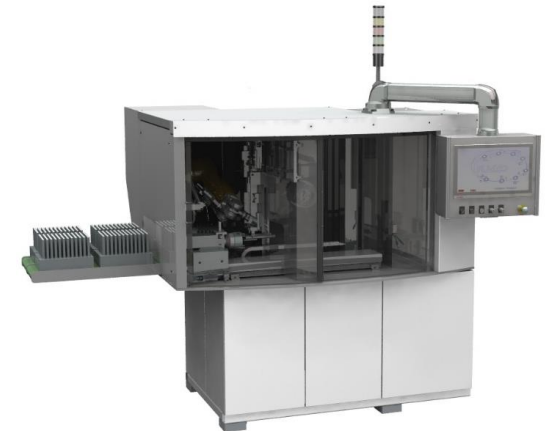
Handbeladung



Handling ECCO



Handling ROBO

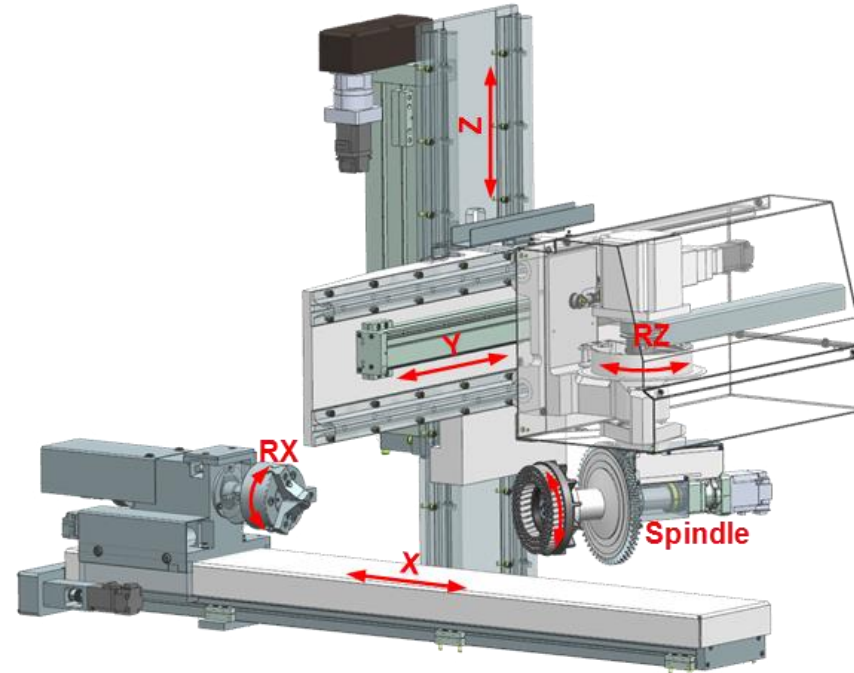


Handling SERIE

PROFIN hat im Maschinenprogramm ein 6-Achsen-Bearbeitungscenter für Mikroschneiden und Endfinish-Bearbeitungen an Schaft-Werkzeugen und Walzenfräser.

# Automatisches Center «key2edge»

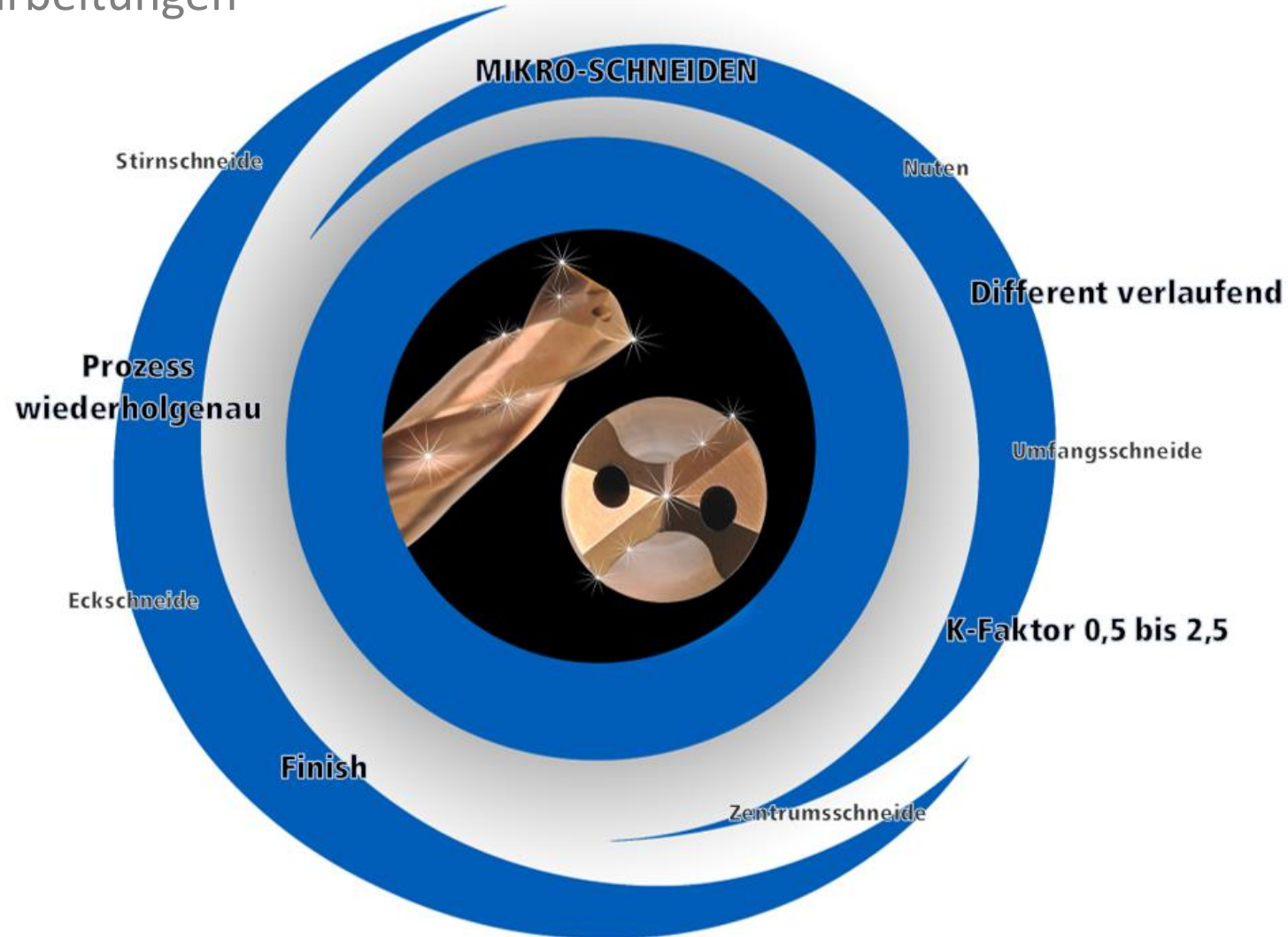
## Präparationen an Schaftwerkzeugen



Das 6-Achsen-Bearbeitungscenter ist für die Herstellung von Mikroschneiden und Endfinish-Bearbeitungen mit vielen technischen Besonderheiten ausgerüstet.

# Automatisches Center «key2edge»

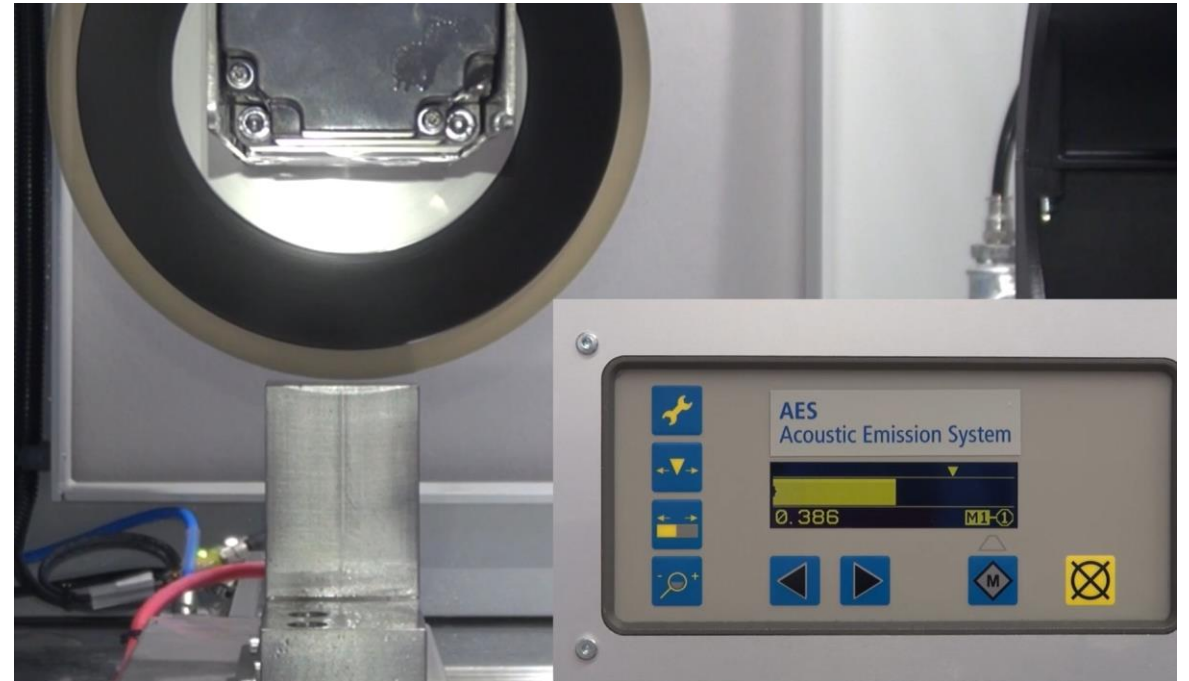
## Mögliche Bearbeitungen



# Automatisches Center «key2edge»

## Werkzeugvermessung mit Körperschall

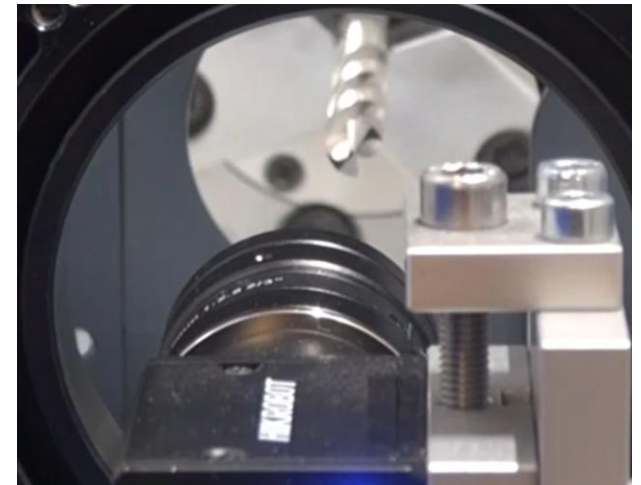
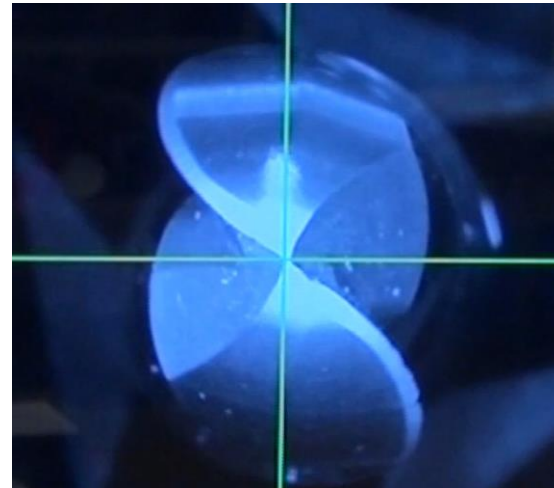
- ⦿ Zur Werkzeugebenen-Vermessung
- ⦿ Ermöglicht präzises und wiederholgenaues Positionieren der Werkzeuge
- ⦿ Garantiert in allen Programmschritten präzise Mikroschneiden
- ⦿ Sichert automatische Parameteranpassungen je nach Besatzhöhe des Werkzeuges



# Automatisches Center «key2edge»

## Vision System

- ◎ Genaue Werkzeugausrichtung in kürzester Zeit
- ◎ Vision Positionierung und Längenmessung garantieren eine präzise Ausgangslage für das FLAKKOTIEREN
- ◎ Exaktes Positionieren des Werkzeugs für die Nutenbearbeitung



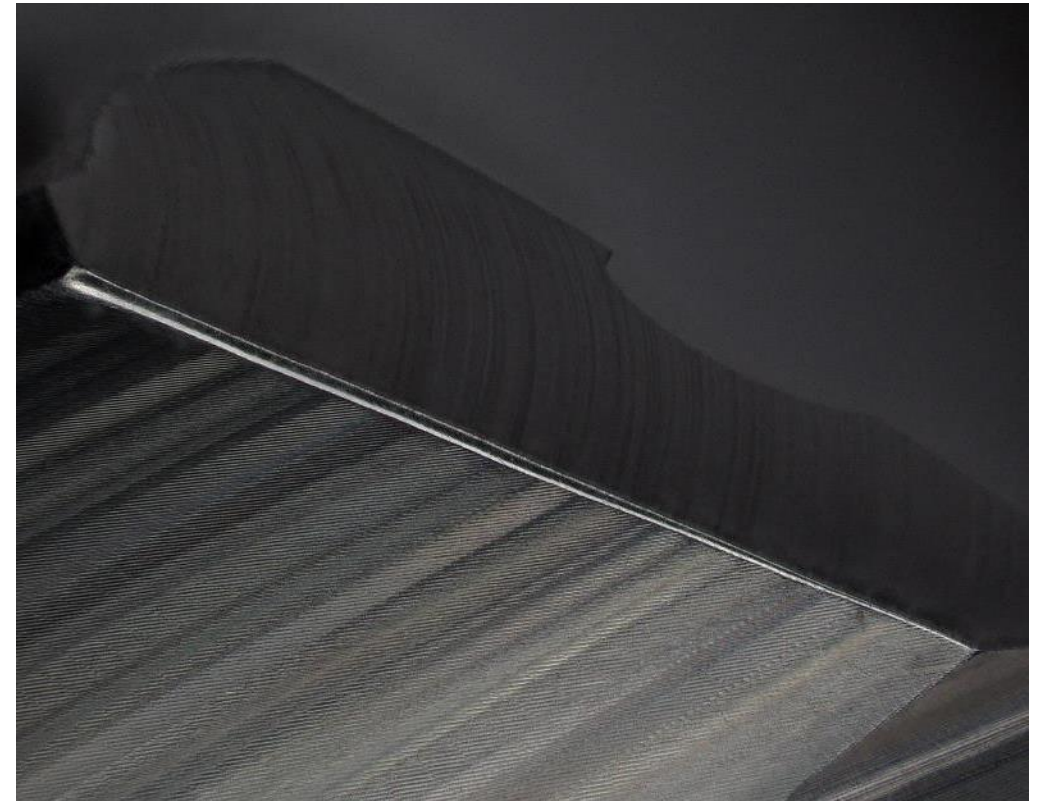


# Automatisches Center «key2edge»

---

## Möglichkeiten von Kantenverlauf

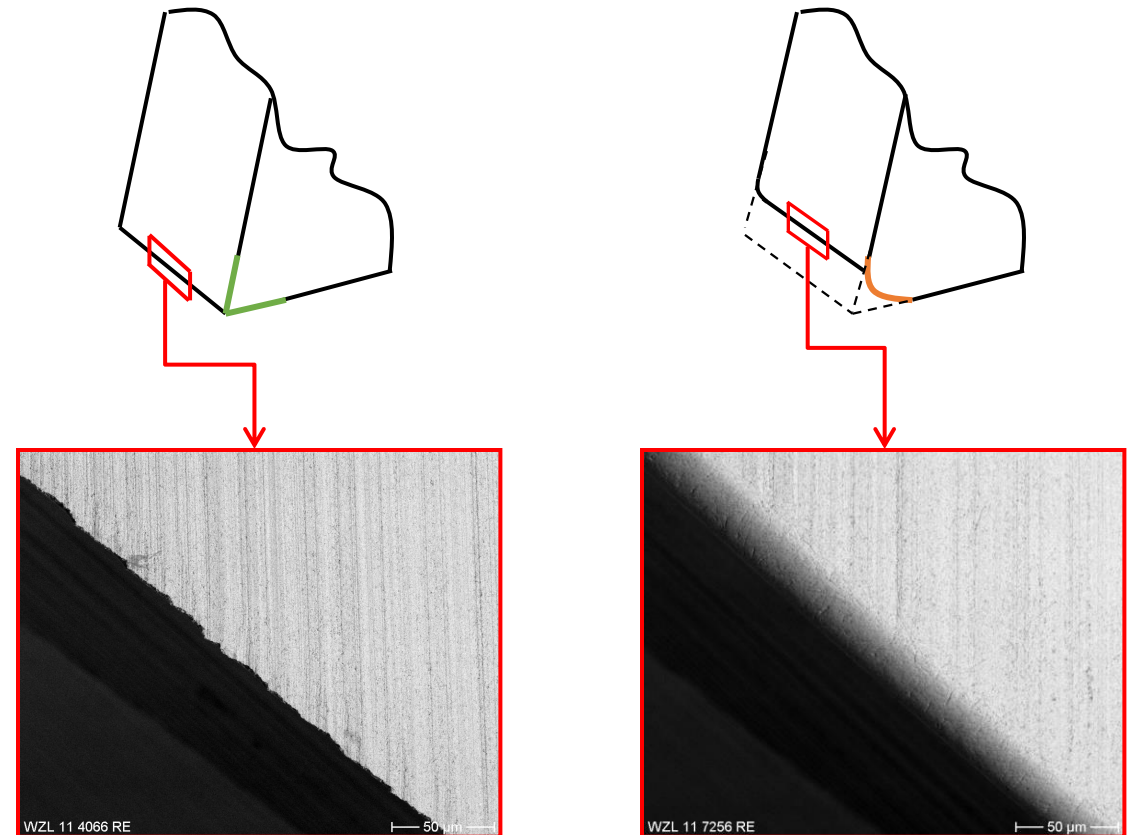
- ⊙ Unterschiedlicher Verlauf der Hauptschneide vom Zentrum aus
- ⊙ Homogen verlaufende Präparation der Hauptschneide
- ⊙ Eckschneide bleibt erhalten und kann nach Bedarf einzeln präpariert werden
- ⊙ Verrundung möglich durch gezielte Winkel- und Eintauchtiefeneinstellungen



# Beeinflusst und verbessert nachhaltig

## Spanabhebende Bearbeitungen mit Schaftwerkzeugen

- ⊙ Verringert die Wahrscheinlichkeit eines Schneidkantenbruchs
- ⊙ Homogenisierung der Schneidkante  
-> Zerspankräfte
- ⊙ Erhöhung der Prozesssicherheit
- ⊙ Verlängert das Zeitspanvolumen um Faktor 2 bis 4 im Vergleich zu unbearbeiteten Kanten
- ⊙ Durch Schartigkeitsreduzierung Verbesserung der Werkstückoberfläche sowie des Spanablaufes



Stand  
der Technik

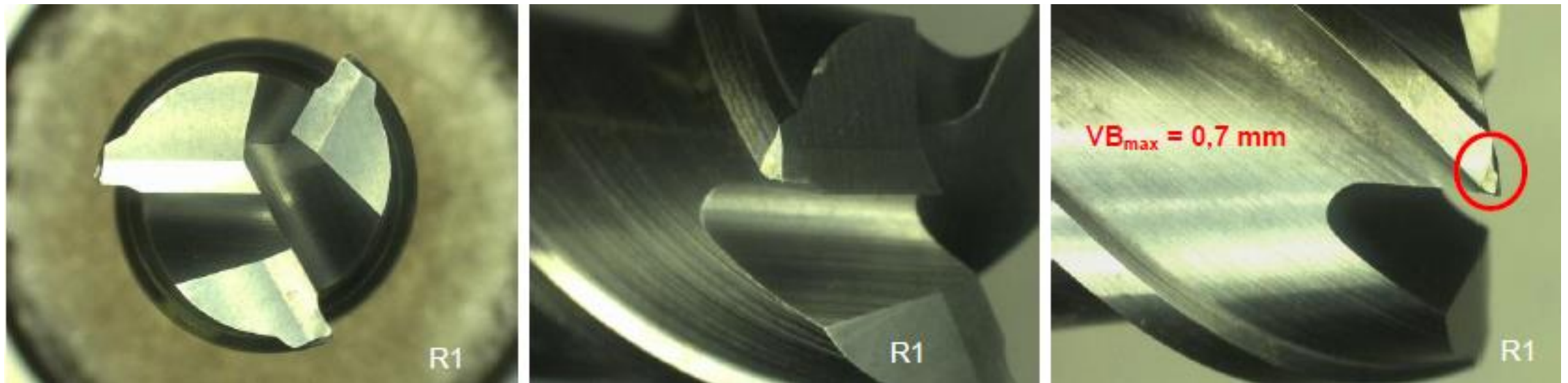
Potenzial

FLAKKOTIEREN

Zusammen-  
fassung

# Kundennutzen am Beispiel Schaftfräser

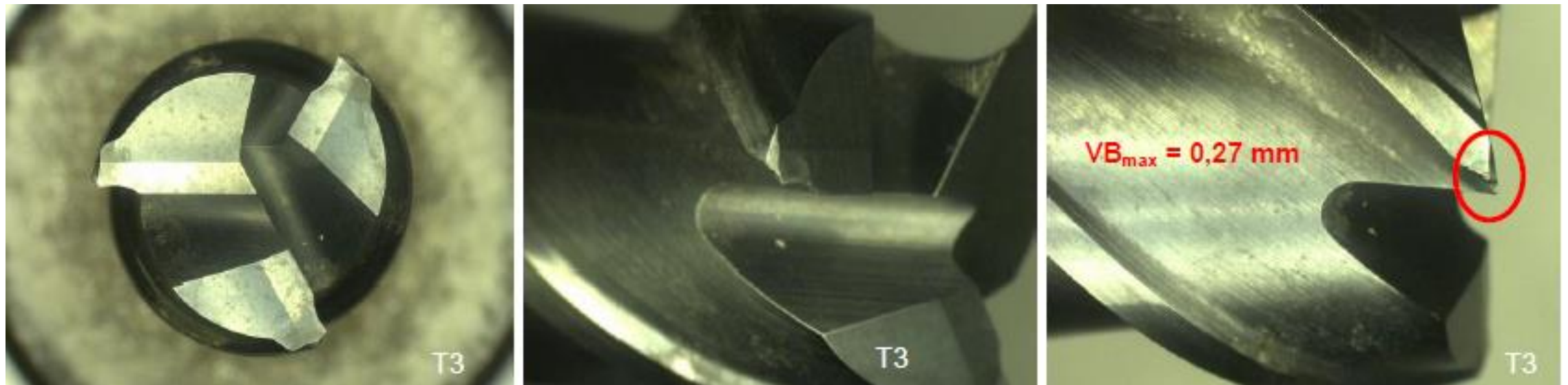
Schaftfräser mit idealem Radius



Werkzeug R1 – nach 20m Fräsweg

# Kundennutzen am Beispiel Schaftfräser

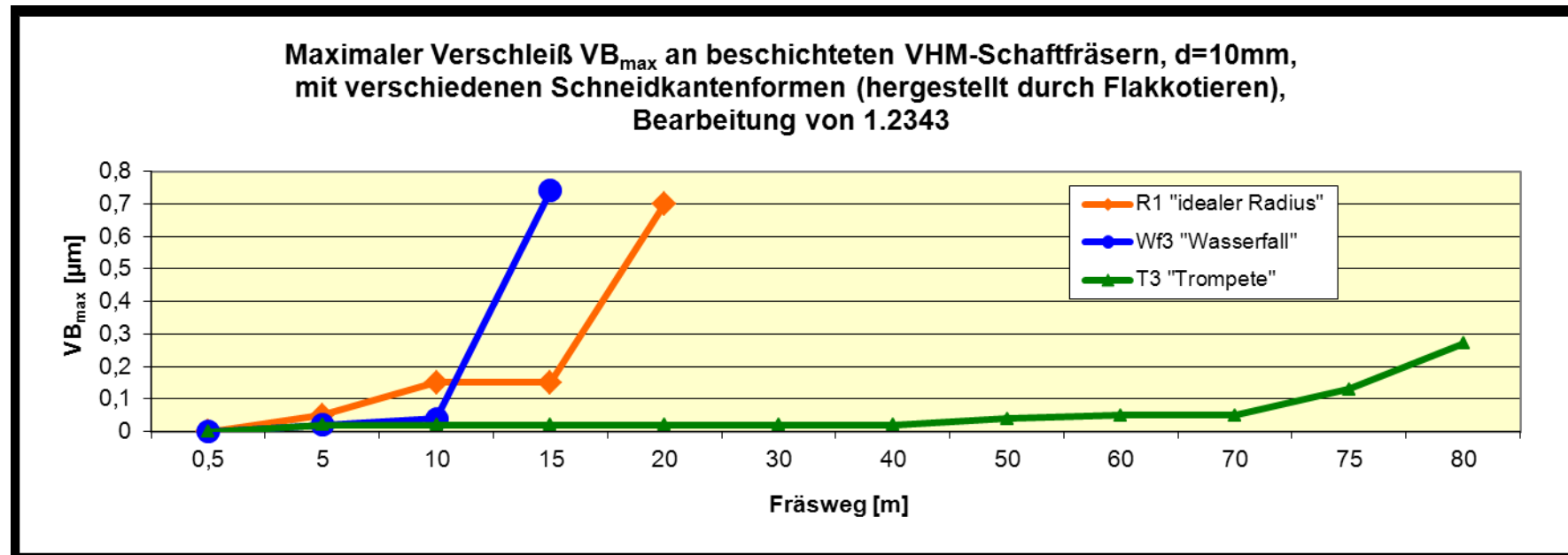
## Schaftfräser mit Trompete



Werkzeug T3 – nach 80m Fräsweg

# Kundennutzen am Beispiel Schaftfräser

## Schaftfräser mit Trompete



Deutlicher Kundenvorteil der Trompetenform beim Schaftfräser

# Mit Kunden und Partnern zum Erfolg!



Stand  
der Technik

Potenzial

FLAKKOTIEREN

Zusammen-  
fassung



## Zu guter Letzt

---

- © Industriell relevante Präparationsverfahren zur prozesssicheren Herstellung verrundeter Schneidkanten wurden gezeigt
- © Eine Übersicht vom «Stand der Technik» wurde gegeben
- © Charakterisierung von Schneidkantenradien und –formen wurden aufgezeigt
- © Mit FLAKKOTIEREN können gezielte Schneidkanten, auch Korbbogenformen bei stark gewölbten 3-D Kanten industriell erzielt werden
- © PROFIN hat die Potentiale und Kundenvorteile des FLAKKOTIEREN am Beispiel von kantenpräpartierten Räumwerkzeugen und Schaftfräsern aufgezeigt.

HERZLICHEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

---

ENDE



Foto: Philipp Horak

Quelle: [Pilatus: Hausberg der Luzerner - Bergwelten](#)