

AUF DIE FORM KOMMT ES AN!

FLAKKOTIEREN

FLAECHEN – KANTEN – KONTUREN

Ein Verfahren zur Vor- und Nachbehandlung
von Zerspanwerkzeugen

Referent: Thomas Gyarmati

Co-Referent: Konrad Bucher

SWISSMEM 14. Zerspanungsseminar 03. September 2021

Ziel der Kantenpräparation

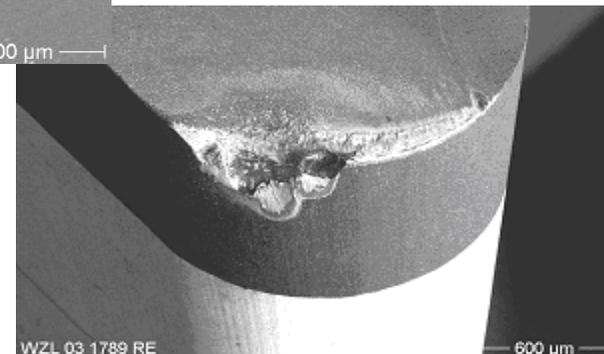
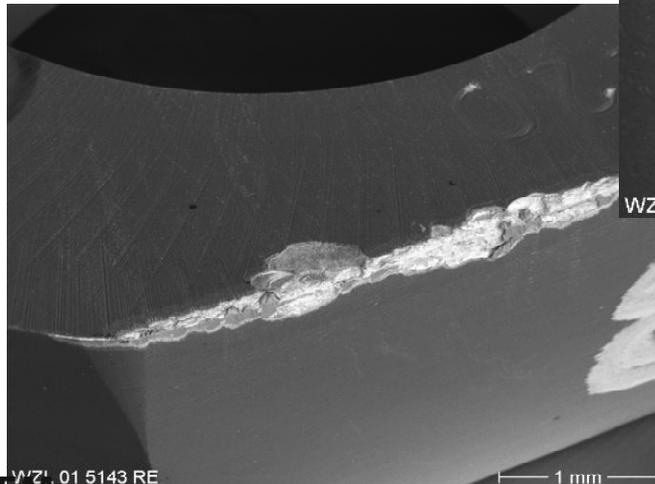
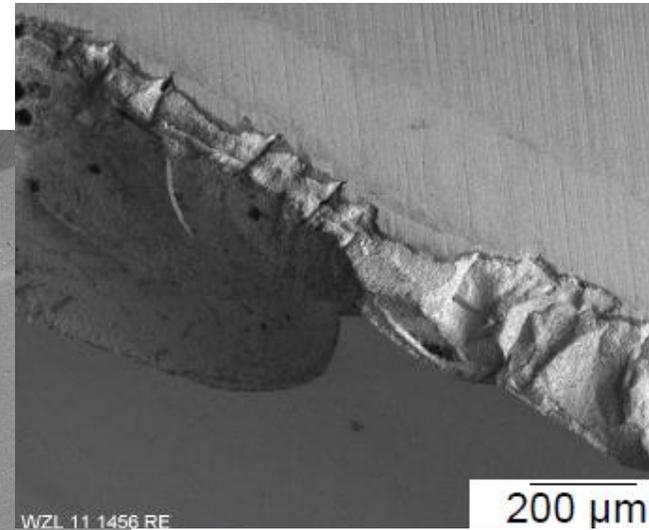
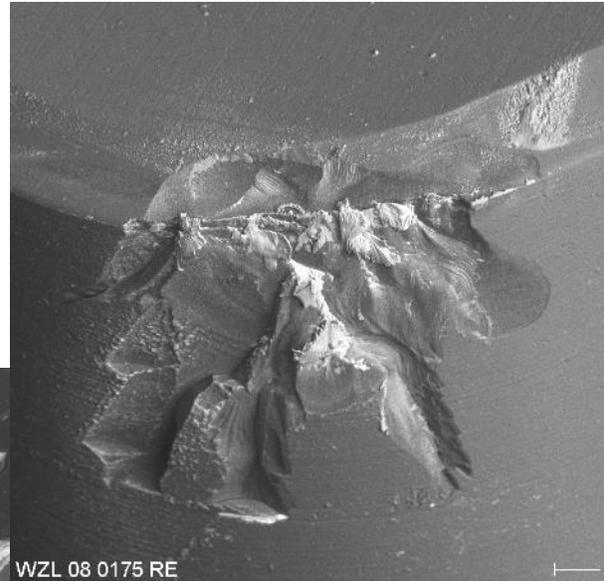
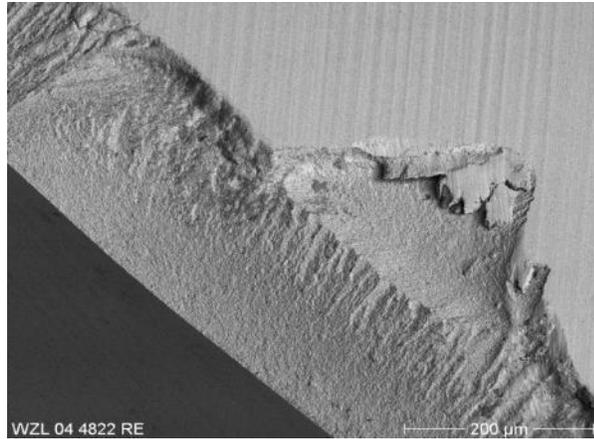
Reduzierung der Fertigungskosten um 10 – 30%

durch

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

Was wäre Zerspanen ohne entsprechende Kantenpräparation?

Quelle: WZL der RWTH Aachen



Stand
der Technik

Tücken
des Messens

FLAKKOTIEREN

Potenzial

Zusammen-
fassung

Stand
der Technik

Tücken
des Messens

FLAKKOTIEREN

Potenzial

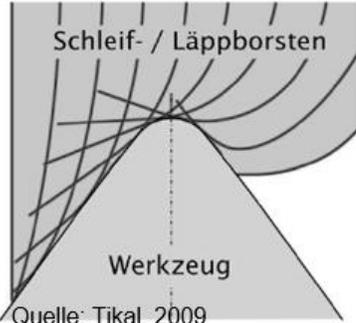
Zusammen-
fassung

Kantenpräparationsverfahren

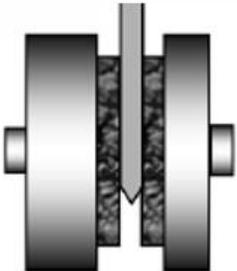
Mechanische Verfahren

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

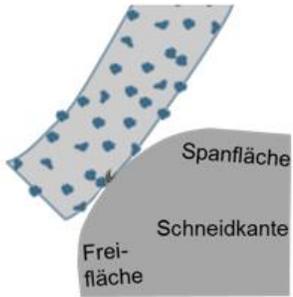
Bürsten



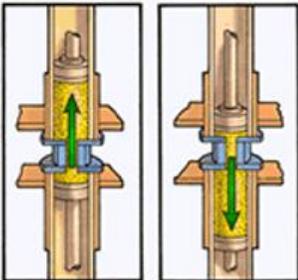
Magnetfinish



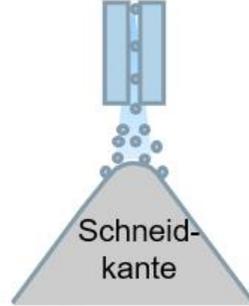
Flakkotieren



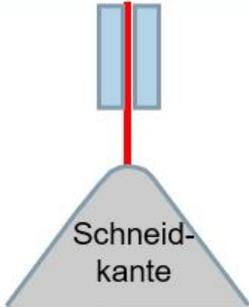
Strömungsschleifen



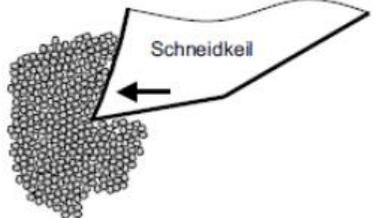
Mikrostrahlen



Laser-Bearbeitung

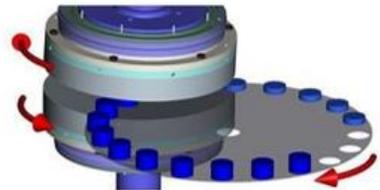


Gleit-/Schleppscheifen



Quelle: Risse, 2006

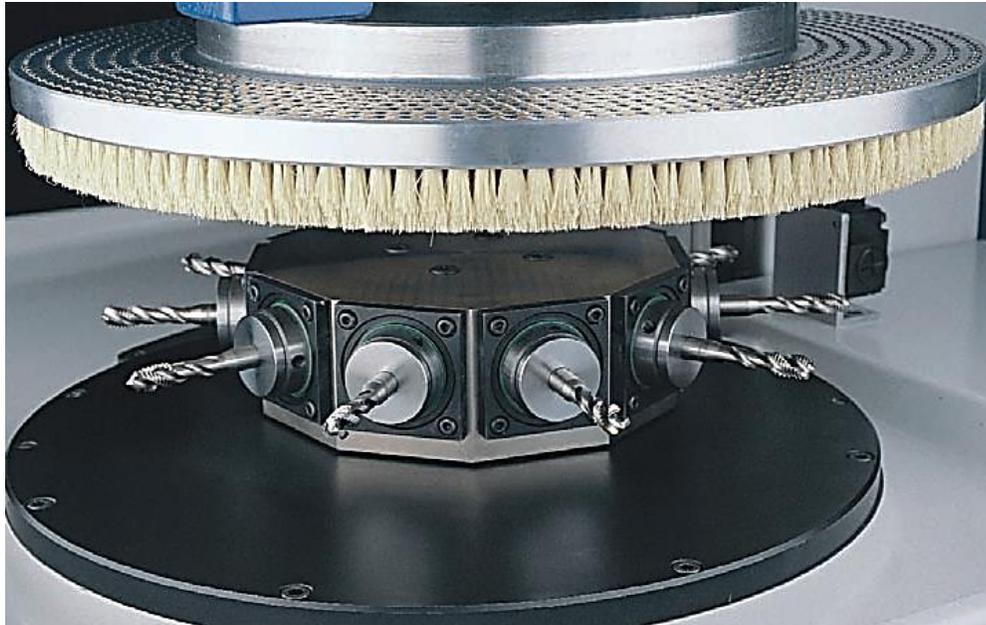
Mikroschleifen



Quelle: Wolters

Bürsten

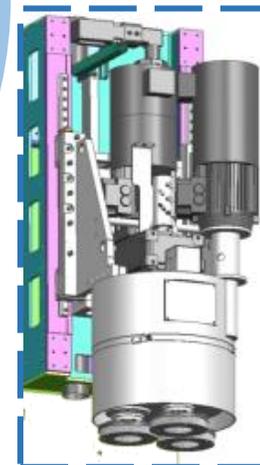
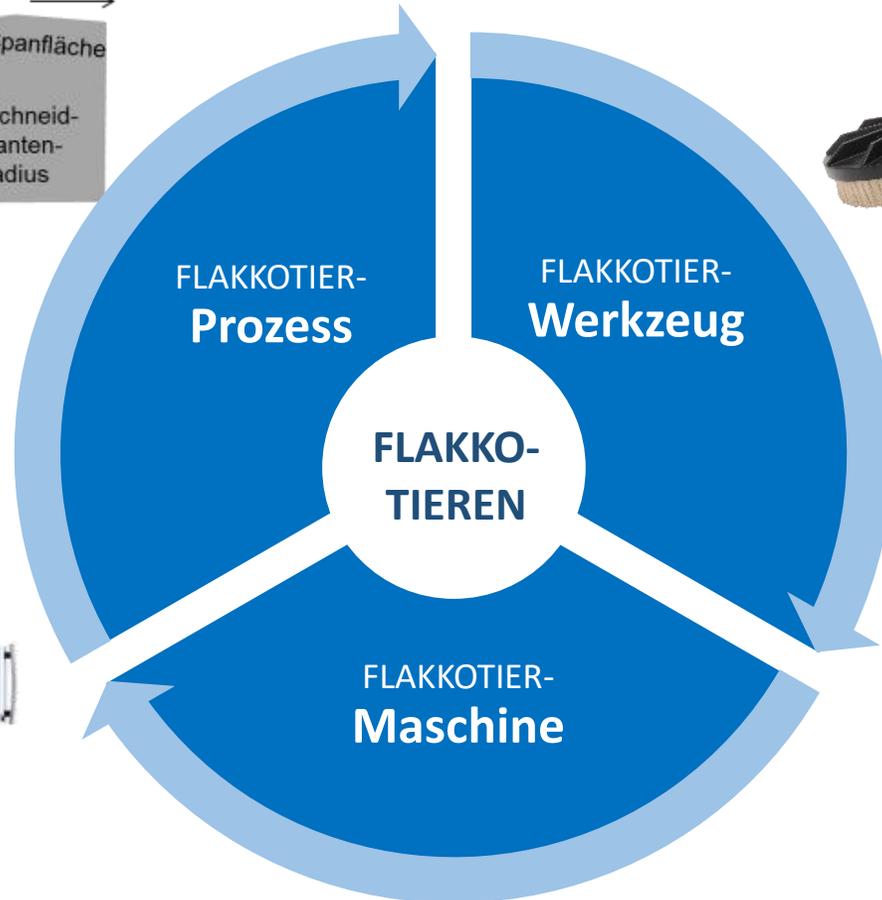
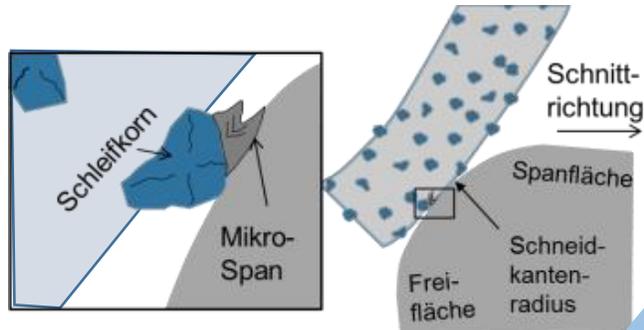
Mehrfachbearbeitung



Eigenschaft	Wert
Prozesszeit für 30 µm Radius	< 1.5 Minuten
Max. Verrundung	< 150 µm
Mehrfachbearbeitung	Ja
Korbbogenform	Ja
Bearbeitbare Schneidstoffe	HSS, HW, PKD, cBN, Keramik
Zerspanungswerkzeuge	WSP, Sägen, Rundwerkzeuge
Spezielle Eigenschaft	Aufschmierung von Nylon Prozesssteuerung nicht möglich

FLAKKOTIEREN ist ein Schleifprozess

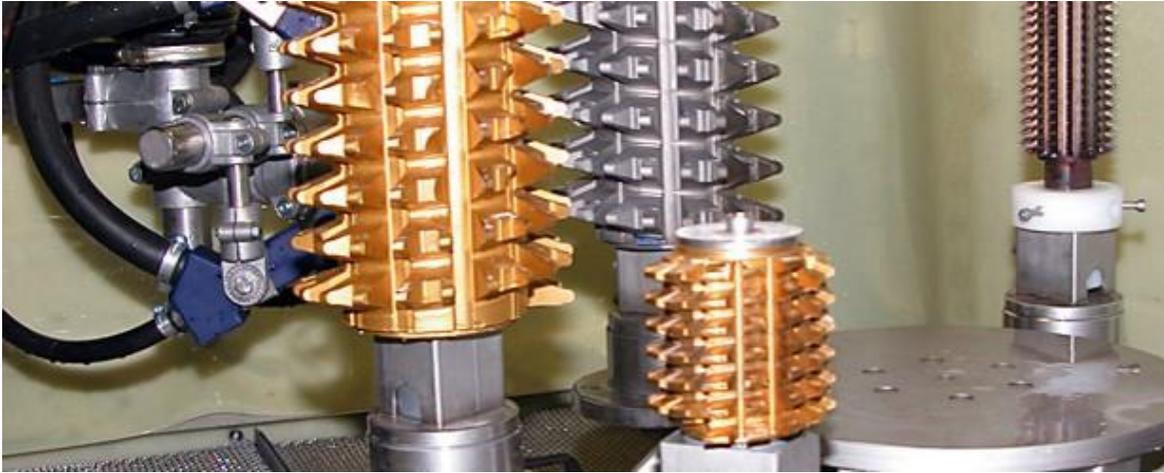
Zusammenspiel von Prozess – Werkzeug – Maschine ist entscheidend!



FLAKKO-Aggregat

Mikrostrahlen

Nass- und Trockenstrahlen



Eigenschaft	Wert
Prozesszeit für 30 μm Radius	gering
Max. Verrundung	< 20 μm
Mehrfachbearbeitung	Ja
Korbbogenform	Ja
Bearbeitbare Schneidstoffe	HSS, HW, HT
Zerspanungswerkzeuge	WSP, Rundwerkzeuge, Walzenfräser
Spezielle Eigenschaft	Hoher Maschinenunterhalt

Gleit- und Schleppschleifen

$r_o < 10 \mu\text{m}$



$r_o < 30 \mu\text{m}$

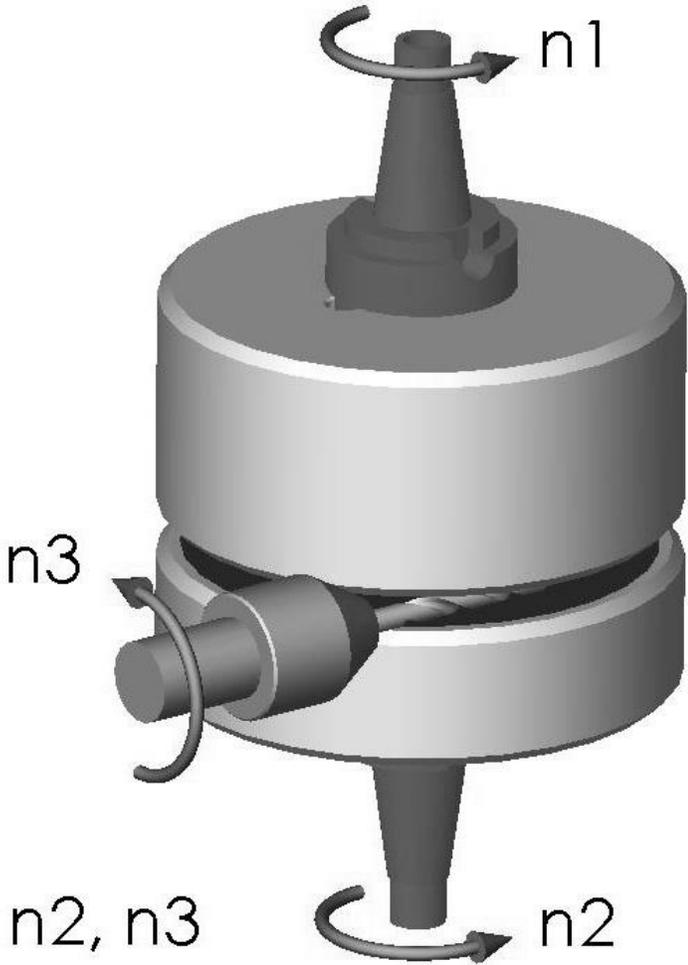


$r_o > 30 \mu\text{m}$



Eigenschaft	Wert
Prozesszeit für 30 μm Radius	> 20 Sekunden
Max. Verrundung	< 60 μm
Mehrfachbearbeitung	Ja
Korbbogenform	n.a.
Bearbeitbare Schneidstoffe	HSS, HW, HT
Zerspanungswerkzeuge	WSP, Rundwerkzeuge
Spezielle Eigenschaft	Granulat verschleisst Ungleichmässige Verrundung

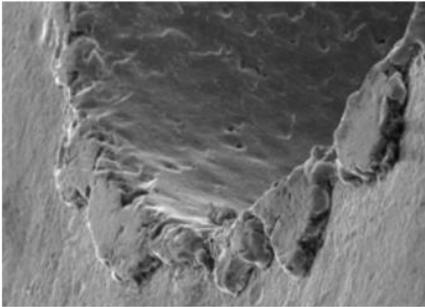
Magnetfinish



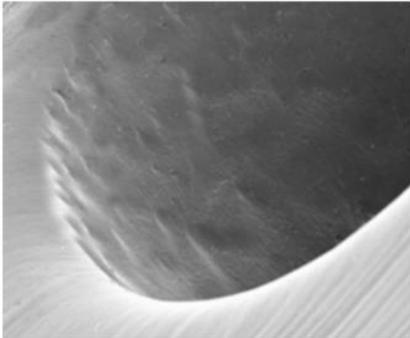
$n1 \gg n2, n3$

Eigenschaft	Wert
Prozesszeit für 30 µm Radius	< 20 Sekunden
Max. Verrundung	< 60 µm
Mehrfachbearbeitung	Nein
Korbbogenform	Ja
Bearbeitbare Schneidstoffe	HSS, HW, PKD, cBN, Keramik
Zerspanungswerkzeuge	Rundwerkzeuge
Spezielle Eigenschaft	Entmagnetisierung notwendig

Strömungsschleifen



vorher



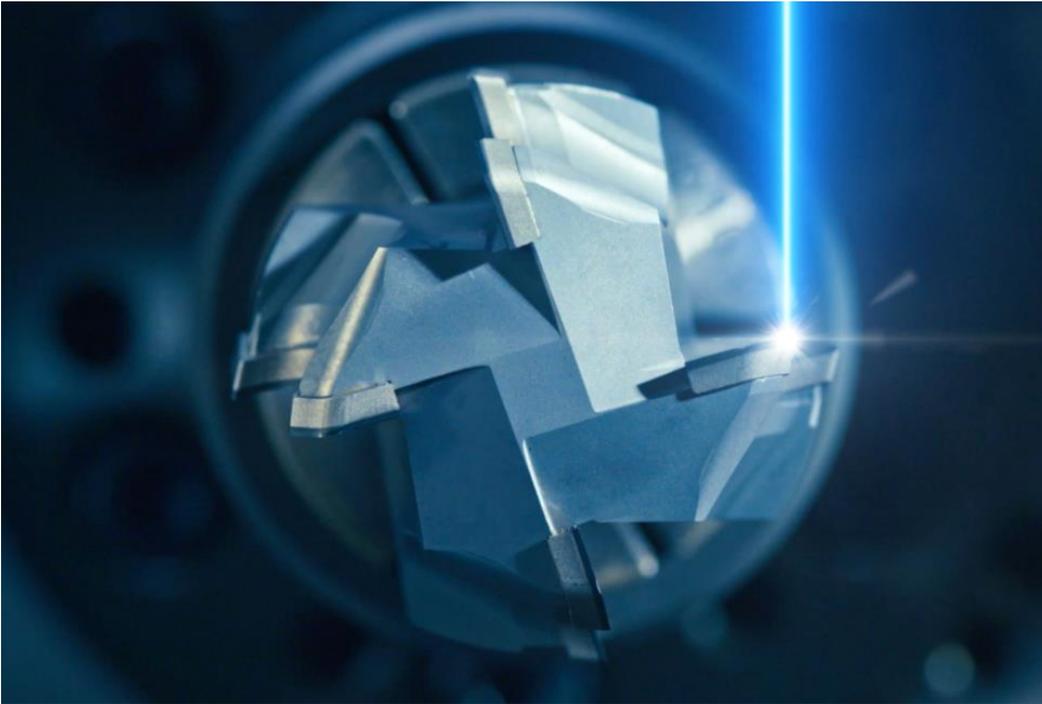
nachher

MicroStream® Strömungsschleifen®

Eigenschaft	Wert
Prozesszeit für 30 µm Radius	ca. 20 Sekunden
Max. Verrundung	< 30 µm
Mehrfachbearbeitung	Nein
Korbbogenform	bedingt
Bearbeitbare Schneidstoffe	HSS, HW, HT
Zerspanungswerkzeuge	Nicht geeignet
Spezielle Eigenschaft	Für spezielle, technische Teile

Quelle: MicroStream, <https://www.techpilot.de/servlets/DownloadConnector?companydocumentID=18655&IngCode=de>

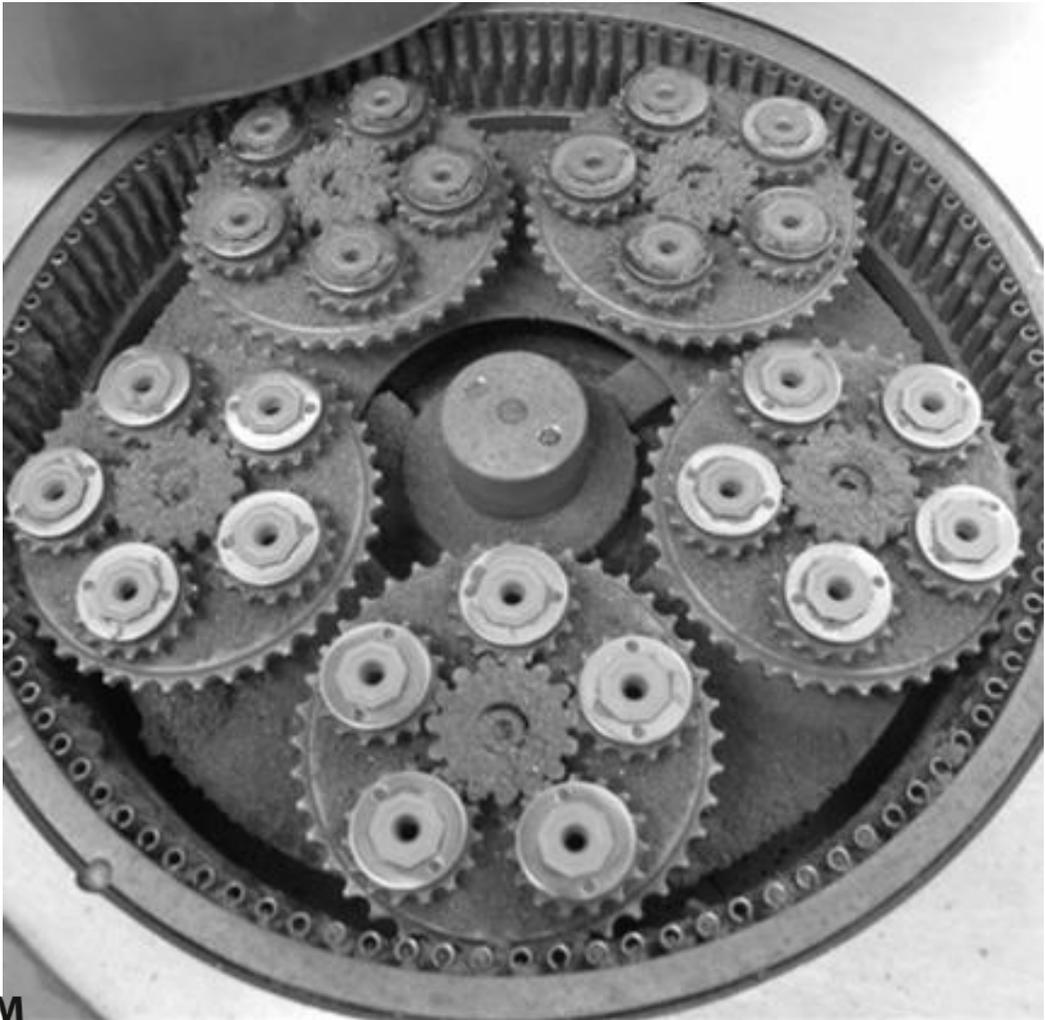
Laserbearbeitung



Eigenschaft	Wert
Prozesszeit für 30 µm Radius	ca. 20 Sekunden
Max. Verrundung	< 60 µm
Mehrfachbearbeitung	Nein
Korbbogenform	n.a.
Bearbeitbare Schneidstoffe	HSS, HW, HT
Zerspanungswerkzeuge	WSP, Rundwerkzeuge
Spezielle Eigenschaft	Hitzeinwirkung, Ungleichmässige Verrundug

Quelle: ROLLOMATIC, http://www.rollomatic.ch/PDF/?pdf=LaserSmart510_ENG

Mikroschleifen



Eigenschaft	Wert
Prozesszeit für 30 µm Radius	gering
Max. Verrundung	< 20 µm
Mehrfachbearbeitung	Ja
Korbbogenform	Trompete
Bearbeitbare Schneidstoffe	HSS, HW, PKD, cBN, Keramik
Zerspanungswerkzeuge	WSP
Spezielle Eigenschaft	Hoher Maschinenunterhalt

Stand
der Technik

Tücken
des Messens

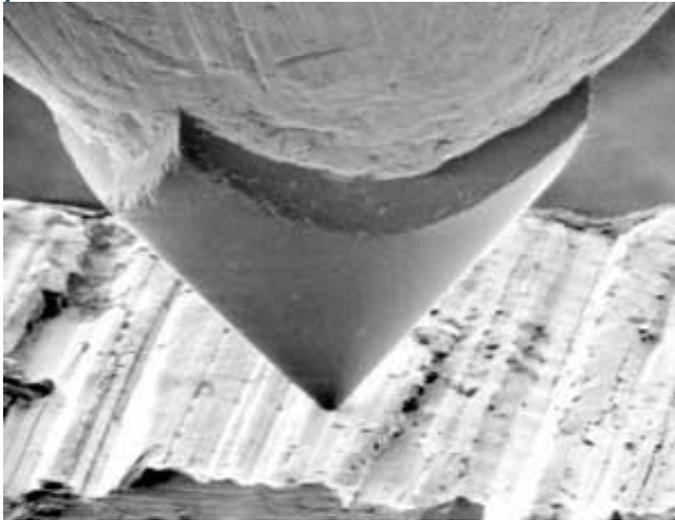
FLAKKOTIEREN

Potenzial

Zusammen-
fassung

Taktile und optische Messverfahren

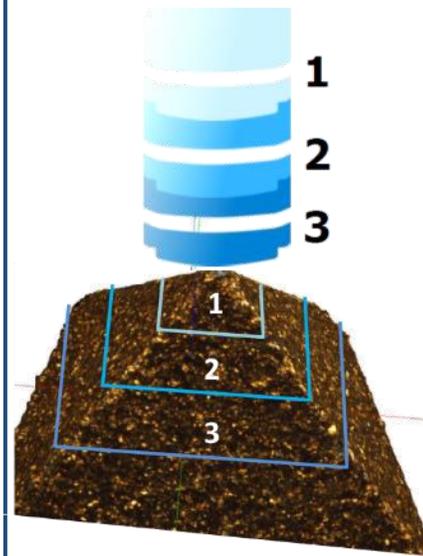
Tastschnittverfahren



Quelle: wikipedia

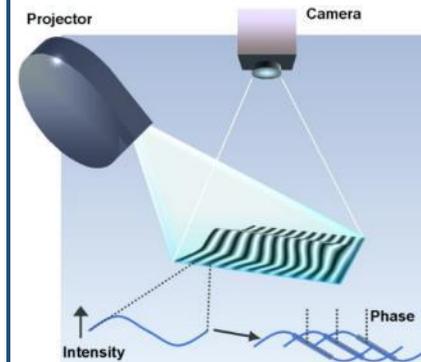
Taktile Messverfahren

Fokusvariation



Quelle: Alicona

Streifenprojektion

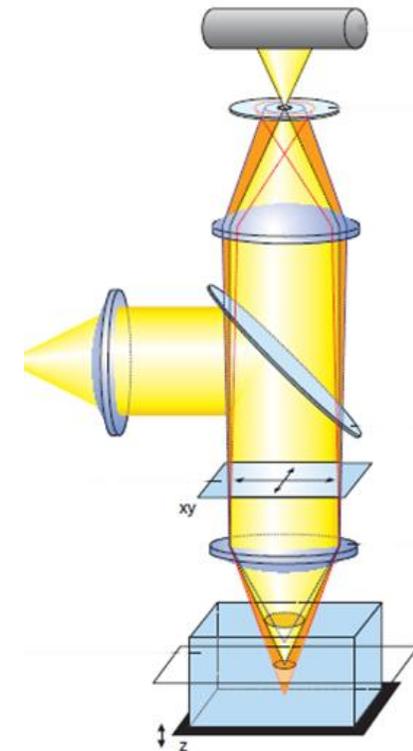


Anforderung
Glättung Spanfläche

Quelle: GFM Messtechnik

Optische Messverfahren

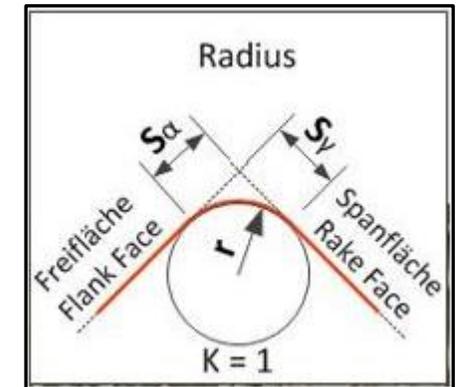
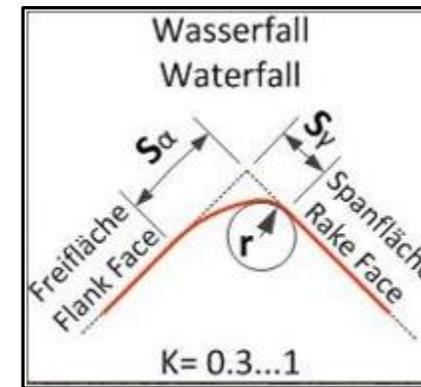
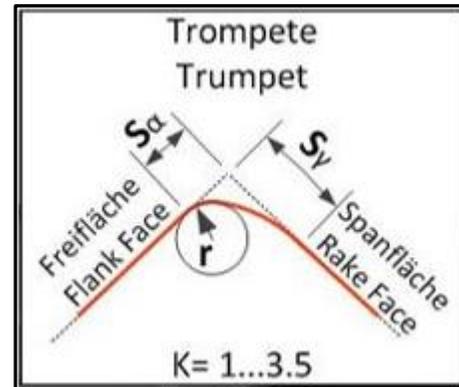
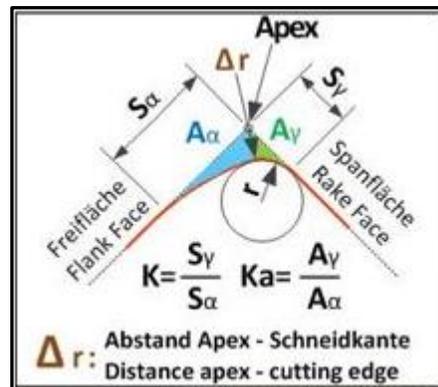
Konfokaltechnik



Quelle: Zeiss

Charakterisierung von Schneidkantenverrundungen

Grundlagen: K-Faktormodell nach Denkena et al.



K: Ist das Verhältnis der Verlängerungen der geraden Span- und Freiflächen und indiziert, ob eine Schneidkante zur Span- oder Freifläche geneigt ist.

$$K = \frac{S_Y}{S_\alpha}$$

Δr : drückt den Abstand der nicht mehr vorhandenen spitzen Schneide zum höchsten Punkt der abgerundeten Schneide aus.

Stand
der Technik

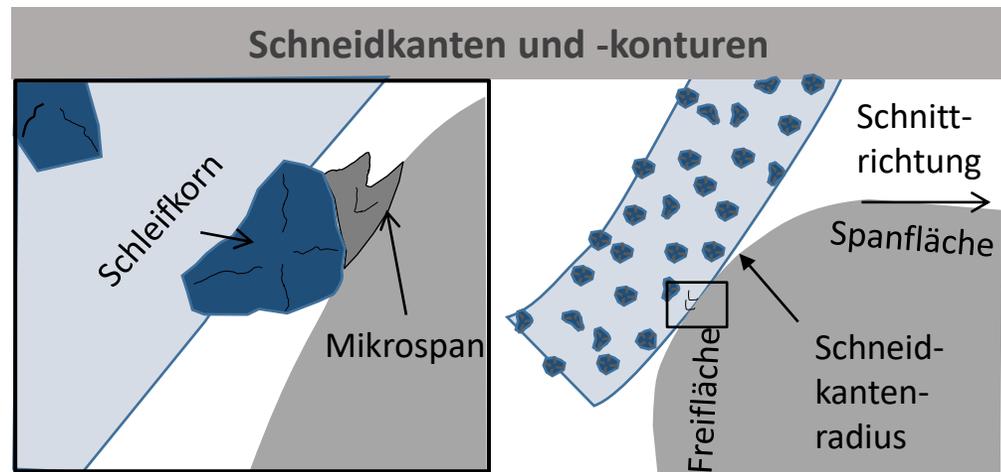
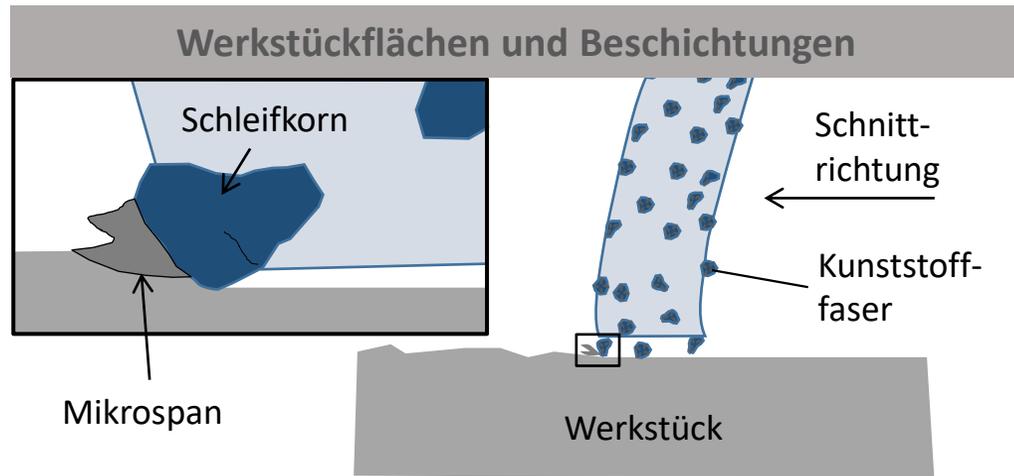
Tücken
des Messens

FLAKKOTIEREN

Potenzial

Zusammen-
fassung

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

Werkzeuge: Hochgenau und Temperaturbeständig

- ⊙ Hohe Planlauf- & Rundlaufgenauigkeit
- ⊙ Verschiedene Werkzeugkombinationen und –Zusammensetzungen möglich
- ⊙ Schnelles Werkzeugwechselsystem
- ⊙ Kombiantion mit Filamentdurchmesser und Anstellung (patentiert)
- ⊙ Filamentmaterial, Körnung und Kornverteilung
- ⊙ Korn: Diamant, cBN oder SiC
- ⊙ Temperaturbeständig bis zu 400°C
- ⊙ Wichtig bei Hartstoff-Beschichtungen:
Kein Filamentauftrag durch geschmolzenes Filamentmaterial, auch im Trockenbetrieb!



Automatisches Center «key2edge»

Präparationen an Schaftwerkzeugen



Handbeladung



Handling ECCO



Handling ROBO



Handling SERIE

PROFIN hat im Maschinenprogramm ein 5-Achsen-Bearbeitungscenter für Mikroschneiden und Endfinish-Bearbeitungen an Schaft-Werkzeugen und Walzenfräser.

Automatisches Center «key2edge»

Schaftfräser- & Bohrer-Umfangschneiden

Es können mit dem Center viele verschiedene Zerspanungs-Werkzeuge an den Schneidkanten präpariert und auch Flächen, Nuten oder Beschichtungen poliert werden (auch Droplet-Entfernung):



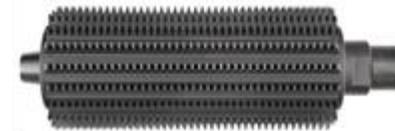
Schaftfräser



Bohrer



Gewindebohrer



Walzenfräser



Kugelfräser



Reibahlen

Stand
der Technik

Tücken
des Messens

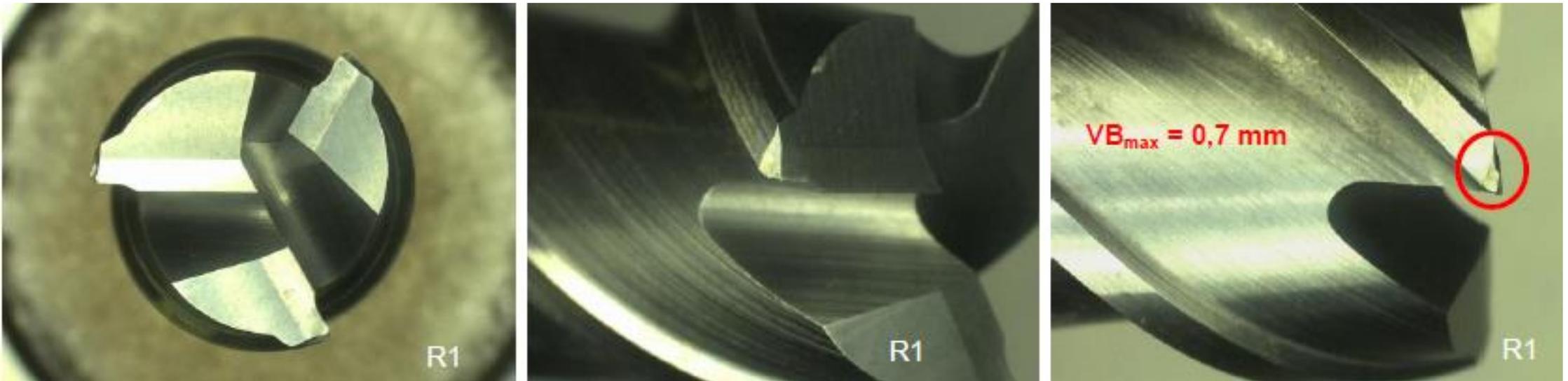
FLAKKOTIEREN

Potenzial

Zusammen-
fassung

Kundennutzen am Beispiel Schaftfräser

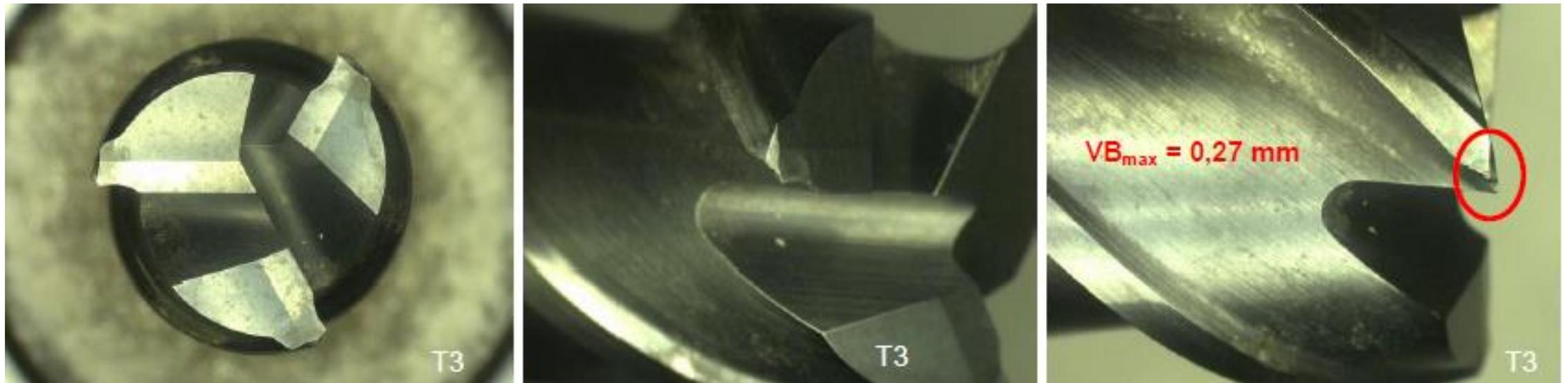
Schaftfräser mit idealem Radius



Werkzeug R1 – nach 20m Fräsweg

Kundennutzen am Beispiel Schaftfräser

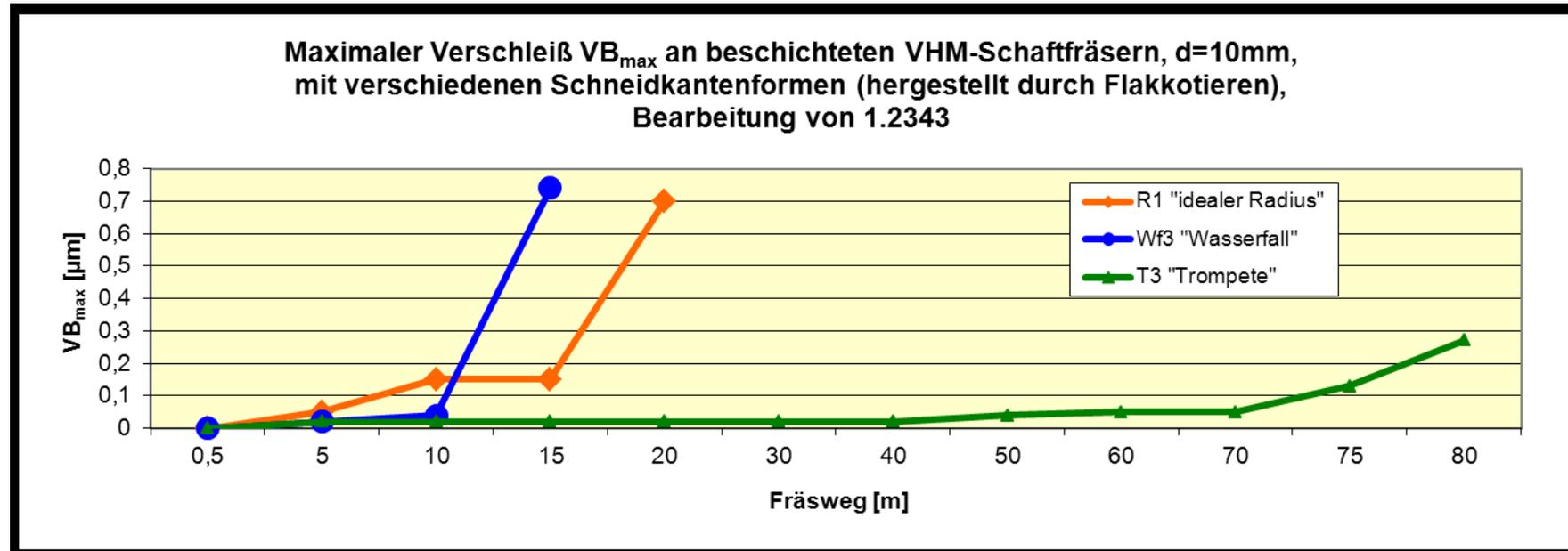
Schaftfräser mit Trompete



Werkzeug T3 – nach 80m Fräsweg

Kundennutzen am Beispiel Schaftfräser

Schaftfräser mit Trompete



Deutlicher Kundenvorteil der Trompetenform beim Schaftfräser

Stand
der Technik

Tücken
des Messens

FLAKKOTIEREN

Potenzial

Zusammen-
fassung

Zu guter Letzt

- © Industriell relevante Präparationsverfahren zur prozesssicheren Herstellung verrundeter Schneidkanten wurden gezeigt
- © Möglichkeiten und Grenzen taktiler und optischer Messverfahren wurden erörtert
- © 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

