

AUF DIE FORM KOMMT ES AN!

FLAKKOTIEREN

FLAECHEN – KANTEN – KONTUREN

Ein Verfahren zur Vor- und Nachbehandlung
von Zerspanwerkzeugen

Referent: Thomas Gyarmati

SWISSMEM 14. Zerspanungsseminar 10. Mai 2022

Ziel der Kantenpräparation

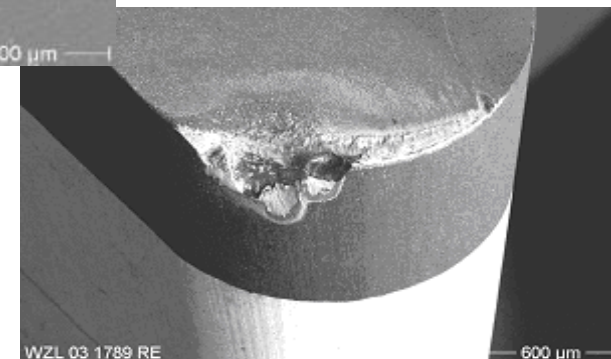
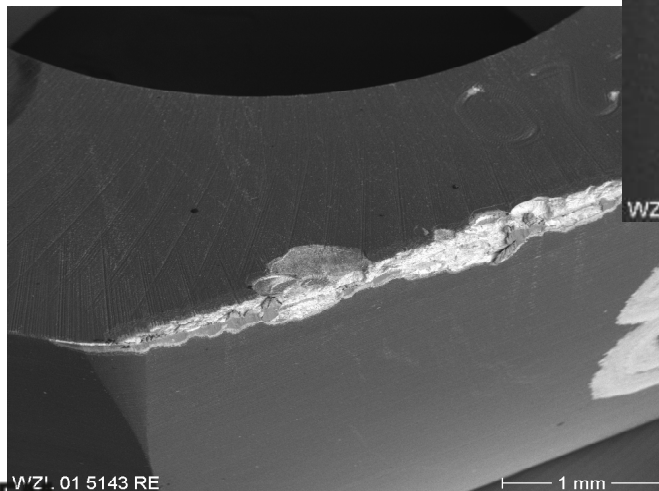
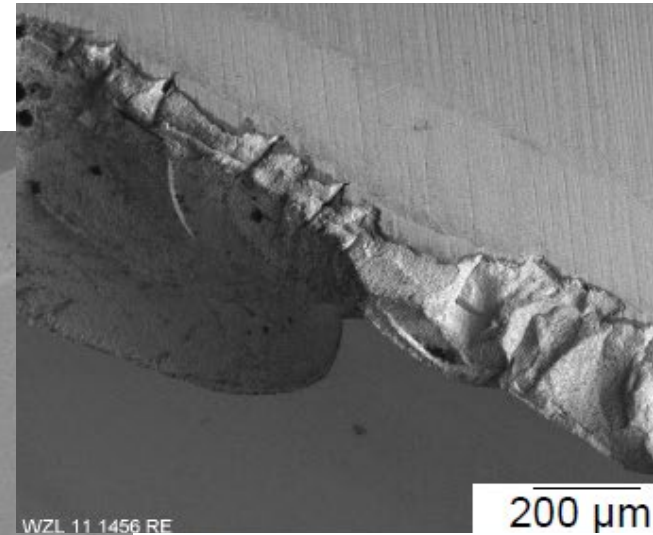
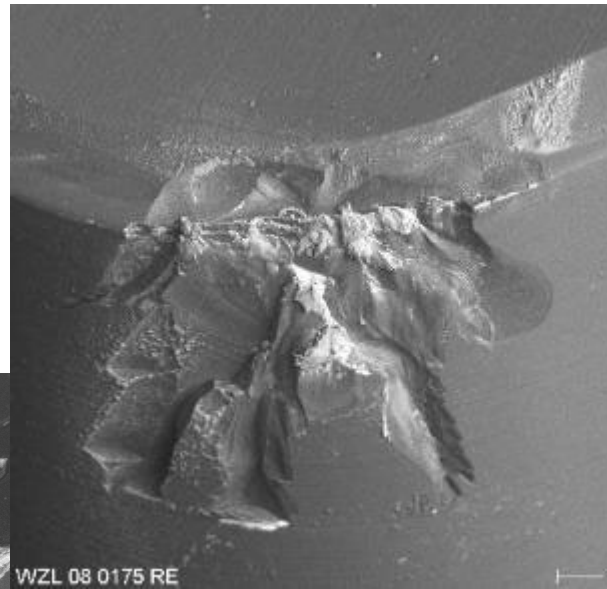
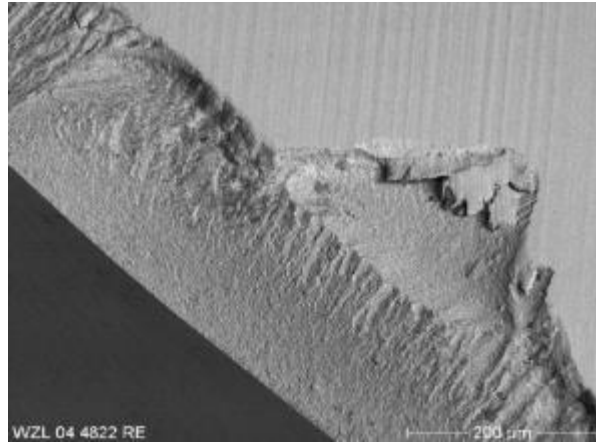
Reduzierung der Fertigungskosten um 10 – 30%

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

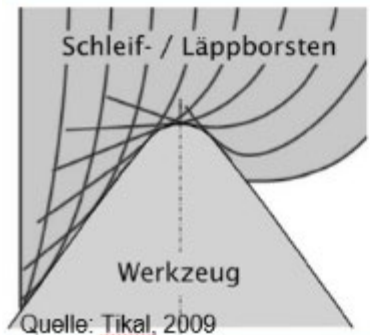
Zusammen-
fassung

Kantenpräparationsverfahren

Mechanische Verfahren

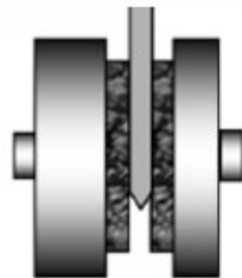
- ◎ Bürsten
- ◎ FLAKKOTIEREN
- ◎ Mikrostrahlen
- ◎ Gleit-/ Schlepp-
scheifen
- ◎ Magnetfinish
- ◎ Strömungsschleifen
- ◎ Laser-Bearbeitung
- ◎ Mikroschleifen

Bürsten



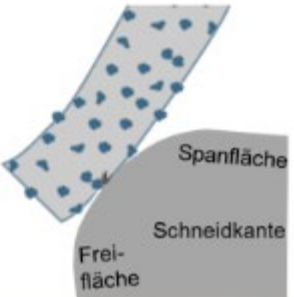
Quelle: Tikal, 2009

Magnetfinish

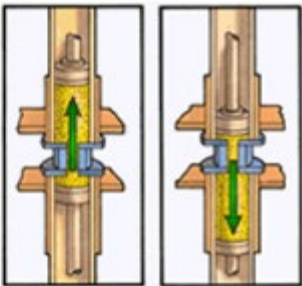


Quelle: Thiel, 2009

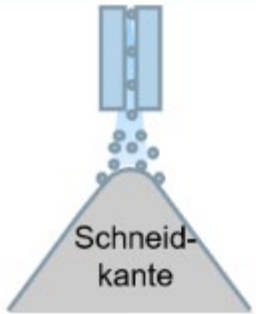
Flakkotieren



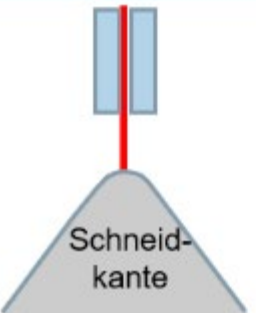
Strömungsschleifen



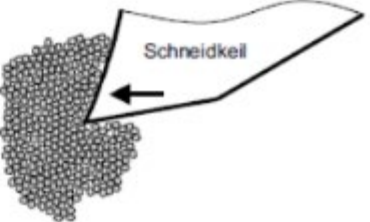
Mikrostrahlen



Laser-Bearbeitung

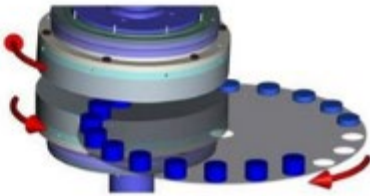


Gleit-/Schleppscheifen



Quelle: Risse, 2006

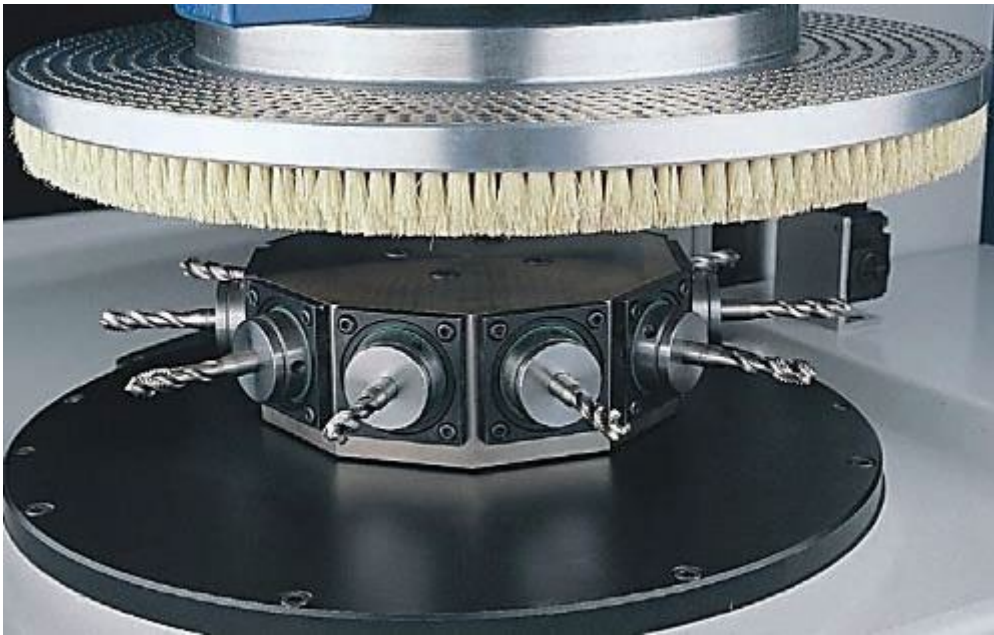
Mikroschleifen



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	Automatisation- und Prozesssteuerung schwierig

FLAKKOTIEREN ist ein Schleifprozess

Zusammenspiel von Prozess – Werkzeug – Maschine ist entscheidend!



Eigenschaft	Wert
Prozesszeit für 30 µm Radius	< 1.5 Minuten
Max. Verrundung	< 250 µm
Mehrfachbearbeitung	Ja
Korbbogenform	Ja
Bearbeitbare Schneidstoffe	HSS, HW, PKD, cBN, Keramik
Zerspanungswerkzeuge	WSP, Sägen, Rundwerkzeuge
Spezielle Eigenschaft	Automatisation mit I4.0 und Vollautomatische Prozesssteuerung

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

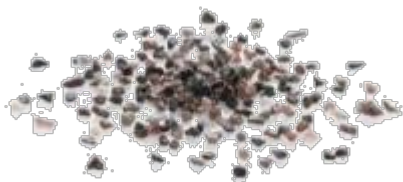
$r_o < 10\ \mu\text{m}$



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

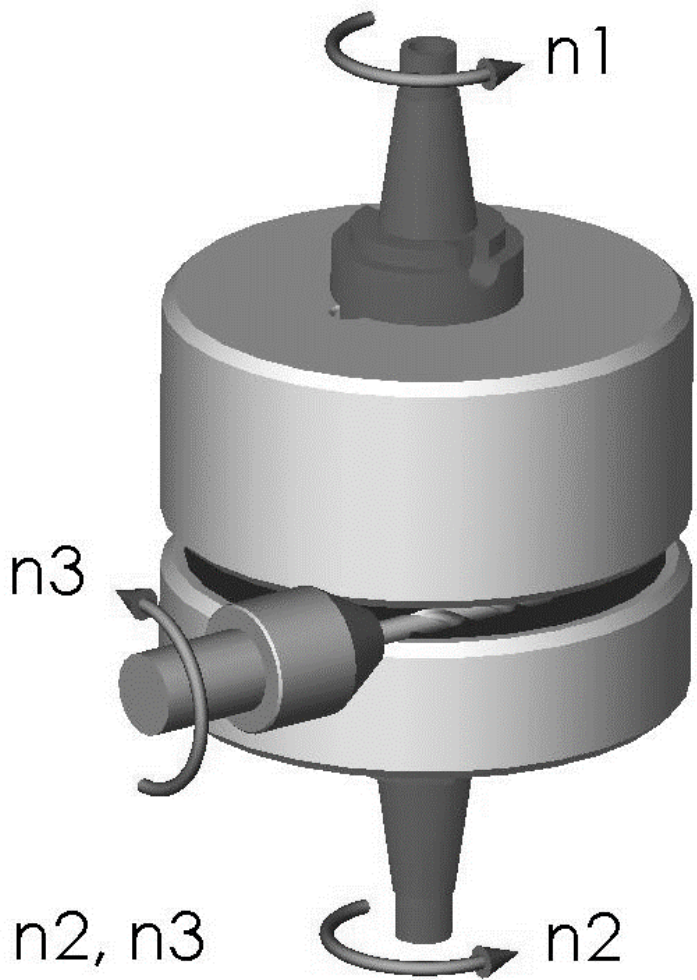


$r_o > 30\ \mu\text{m}$



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

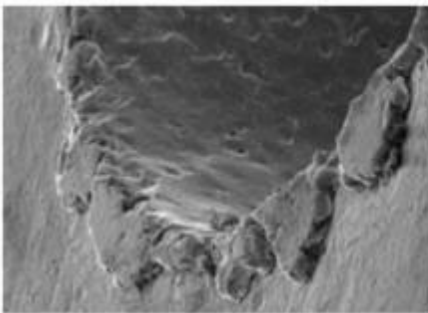
Magnetfinish



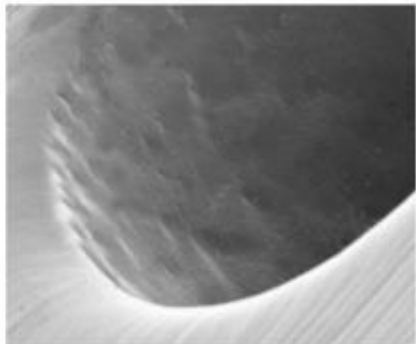
$$n1 \gg n2, n3$$

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®

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

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

Laserbearbeitung

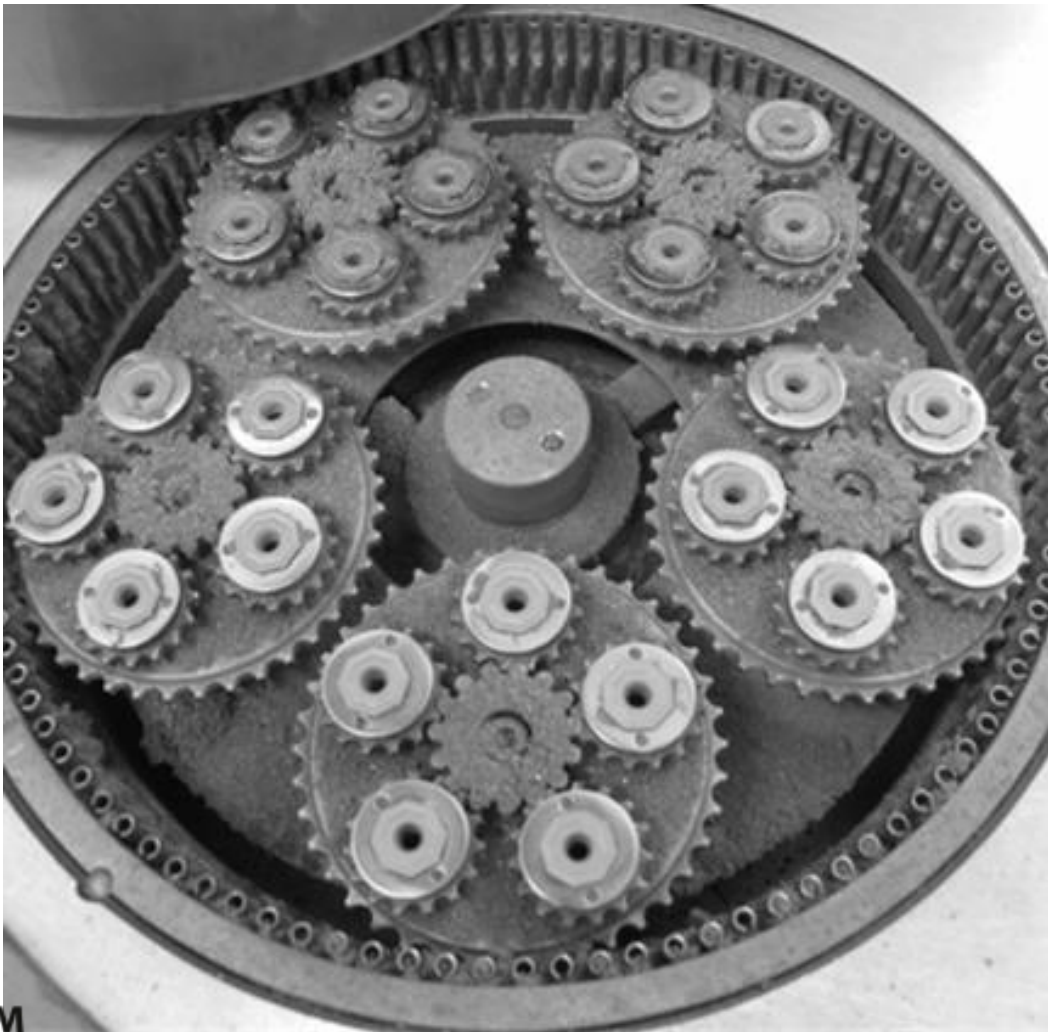
STAND DER TECHNIK



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

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	Hitzeeinwirkung, Ungleichmässige Verrundug

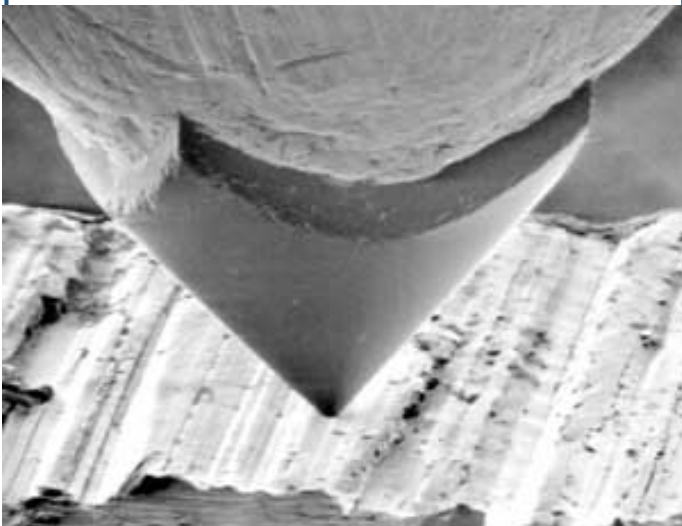
Mikroschleifen



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

Taktile und optische Messverfahren

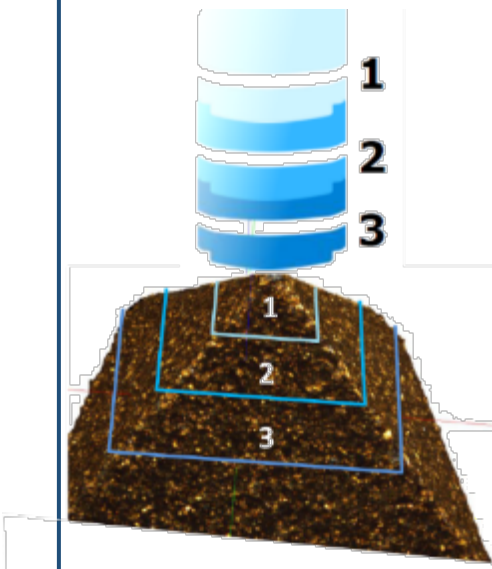
Tastschnittverfahren



Quelle: wikipedia

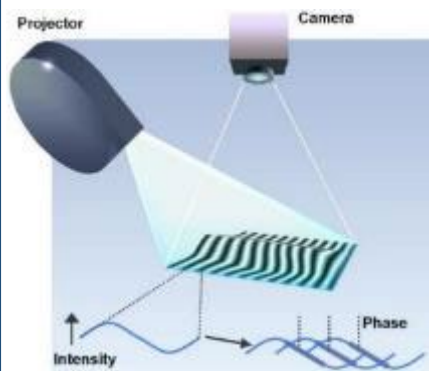
Taktile Messverfahren

Fokusvariation



Quelle: Alicona

Streifenprojektion

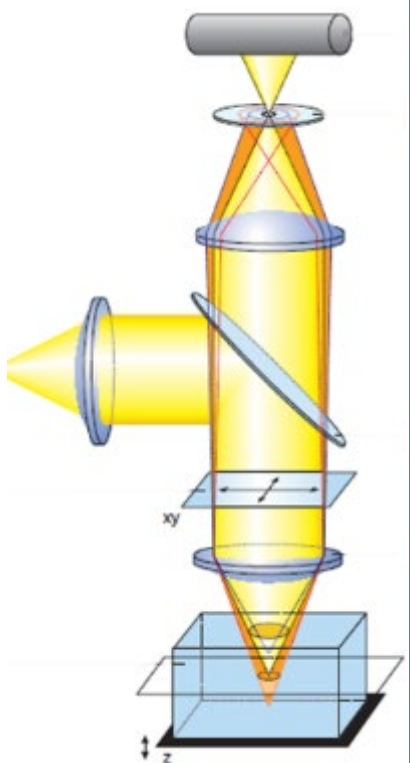


Anforderung
Glättung Spanfläche

Quelle: GFM Messtechnik

Optische Messverfahren

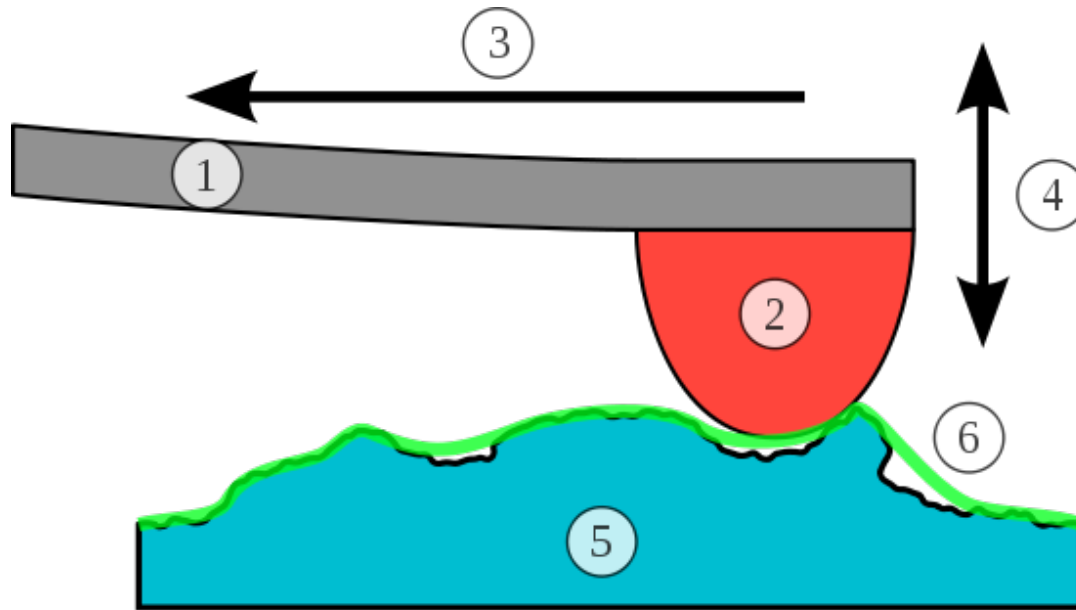
Konfokaltechnik



Quelle: Zeiss

Taktils Messverfahren - Tastschnittverfahren

Messprinzip des Tastschnittverfahrens

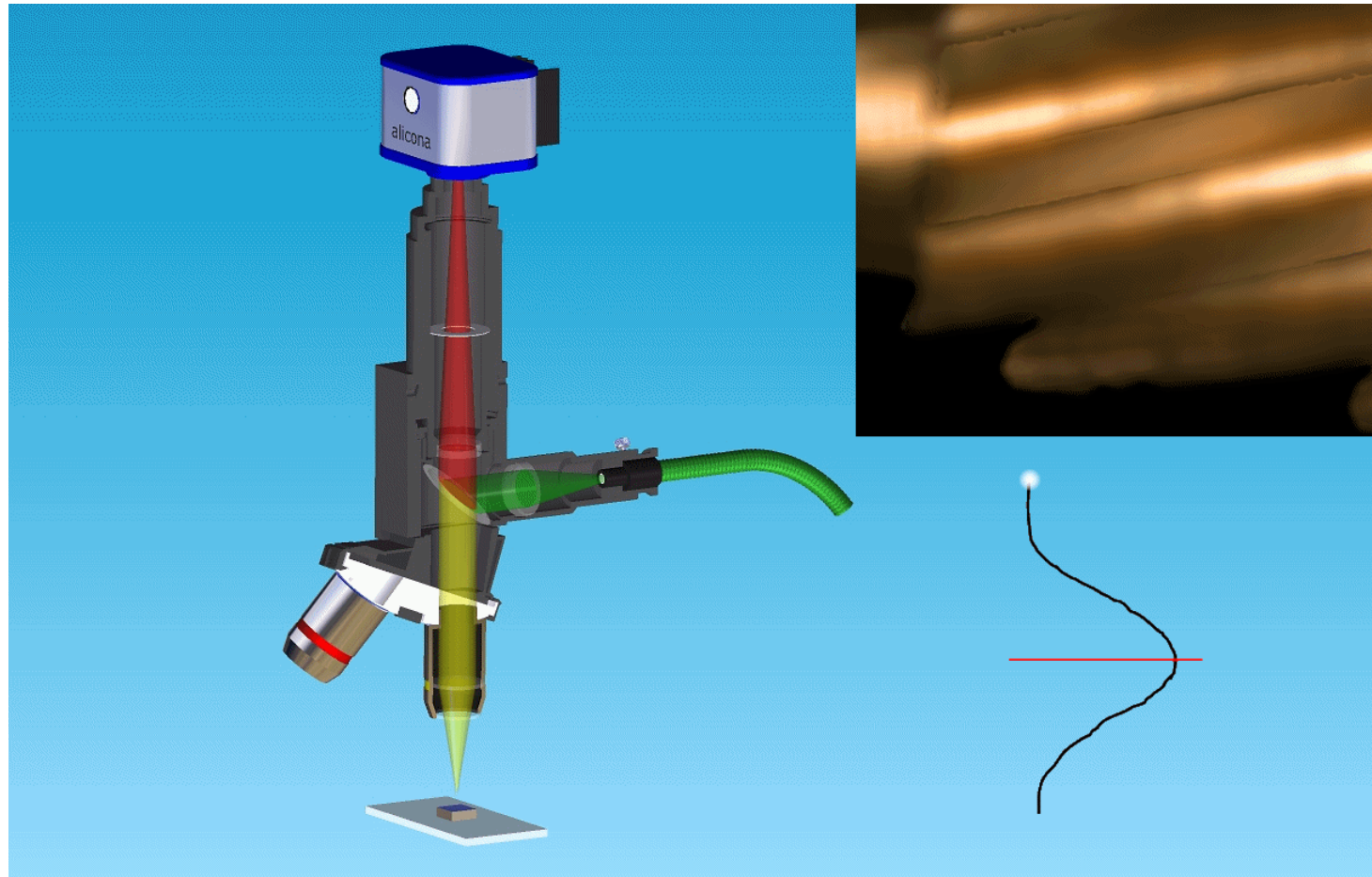


Quelle: wikipedia

Eigenschaft	Wert
Messzeit	0.02 – 10 mm/Sek
Min. Verrundung	2 μm
Schartigkeit	Ja
Korbbogenform	Ja
Messfeld	1 Profil/Messung
Vertikale Auflösung	Variabel 0.8 nm
Laterale Auflösung	entfällt

Optisches Messverfahren – Fokus-Variation

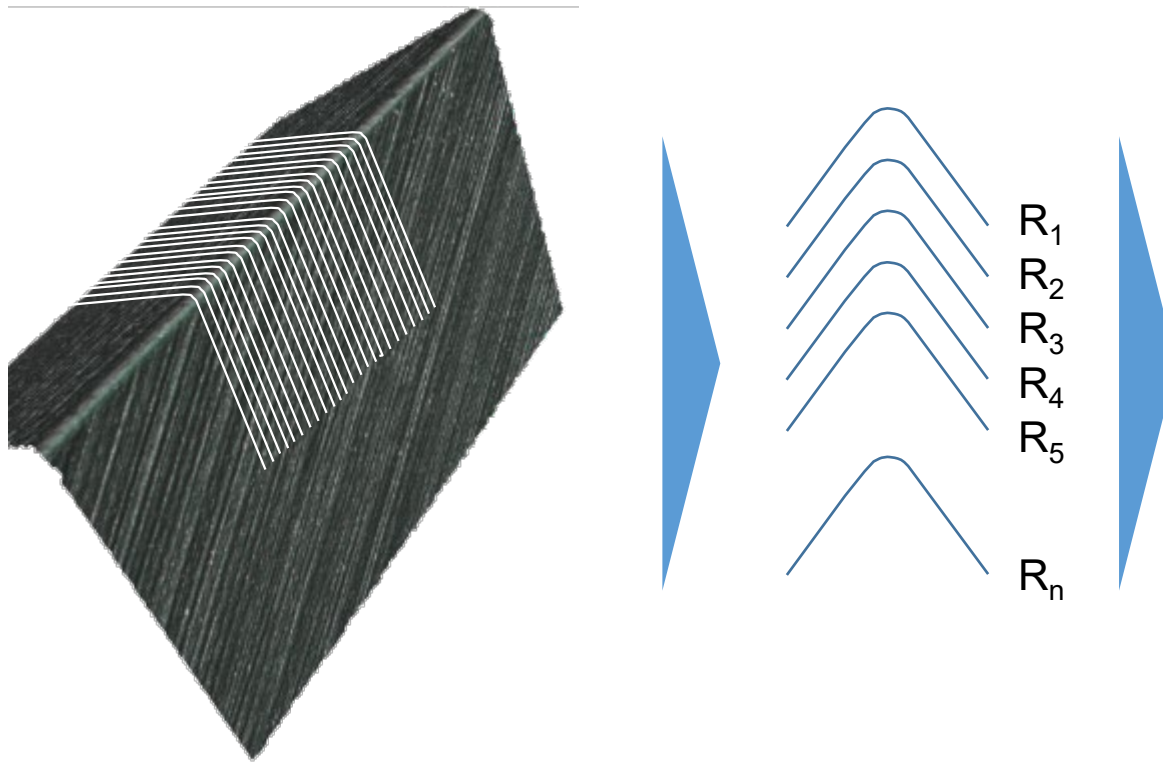
Messprinzip der Fokus-Variation



Quelle: Alicona, Graz

Optisches Messverfahren – Fokus-Variation

Messprinzip der Fokus-Variation



Quelle: Alicona, Graz

Eigenschaft	Wert
Messzeit	ca. 30 Sekunden
Min. Verrundung	2 μm
Schartigkeit	Ja
Korbbogenform	Ja
Messfeld	1 x 1mm
Vertikale Auflösung	50 nm
Laterale Auflösung	400 nm

Optisches Messverfahren – Konfokal-Mikroskopie

Messprinzip der Konfokal-Mikroskopie

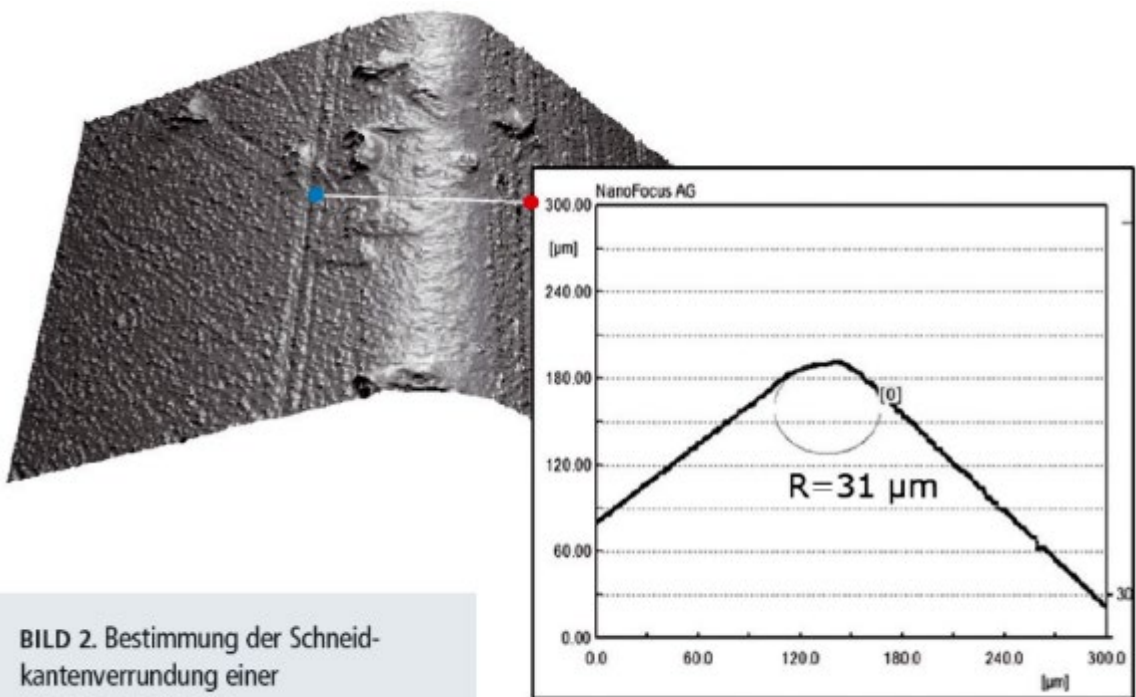
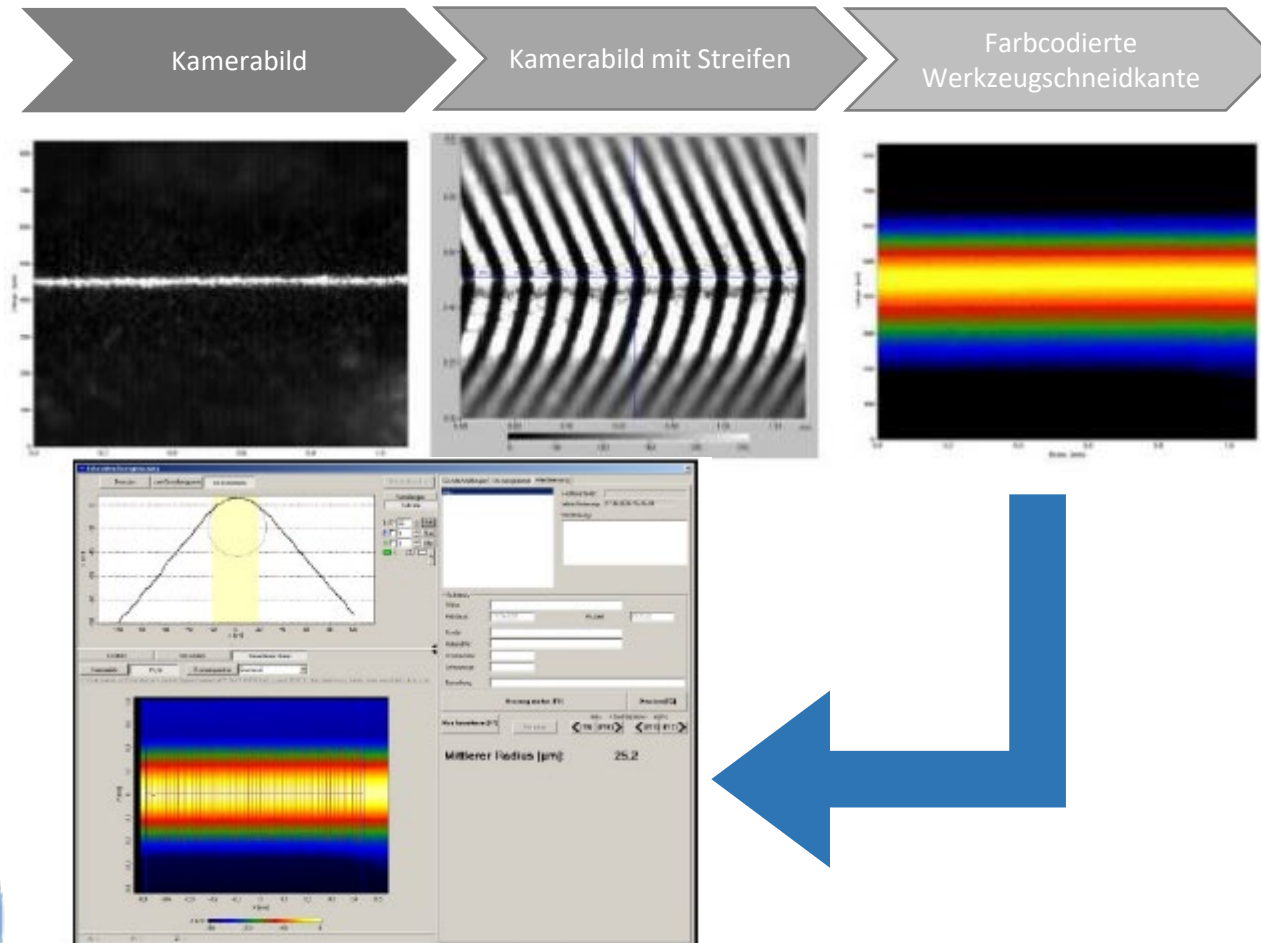


BILD 2. Bestimmung der Schneidkantenverrundung einer Wendschneidplatte

Eigenschaft	Wert
Messzeit	ca. 3 Minuten
Min. Verrundung	2 µm
Schartigkeit	Ja
Korbbogenform	Ja
Messfeld	Variabel
Vertikale Auflösung	0.5 nm
Laterale Auflösung	1 nm

Optisches Messverfahren - Streifenprojektion

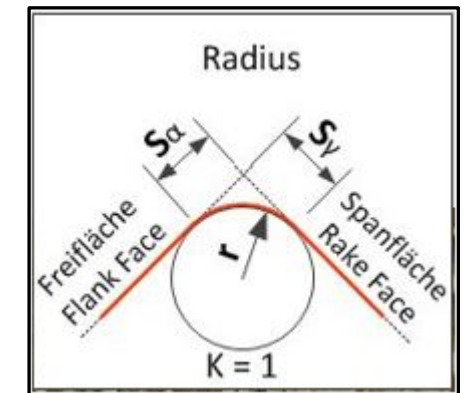
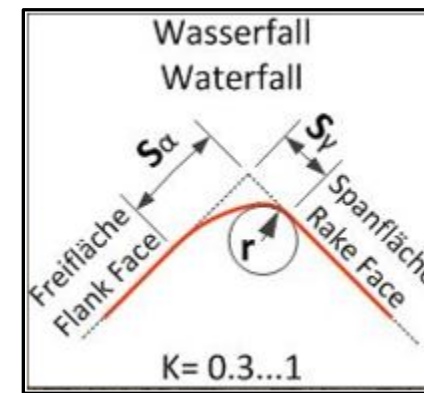
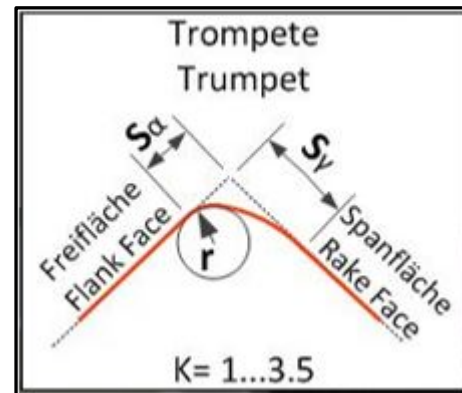
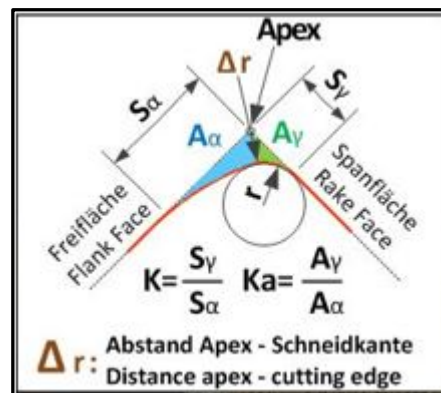
Messprinzip am Beispiel einer Schneidkante



Eigenschaft	Wert
Messzeit	2-10 Sekunden
Min. Verrundung	3 μm
Schartigkeit	Ja
Korbbogenform	Ja
Messfeld	2.4 x 1.8 mm
Vertikale Auflösung	0.2 nm
Laterale Auflösung	???

Charakterisierung von Schneidkantenverrundungen

Grundlagen: K-Faktormodell nach Denkena et al.

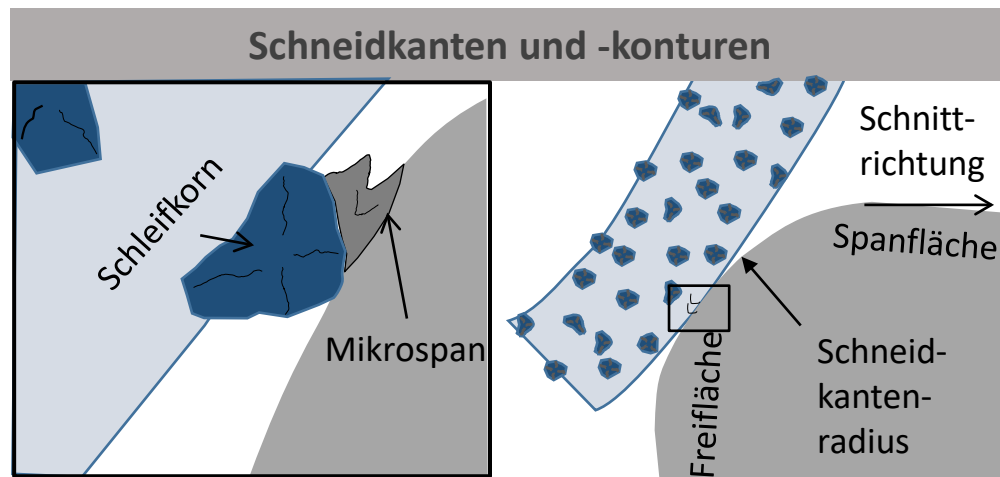
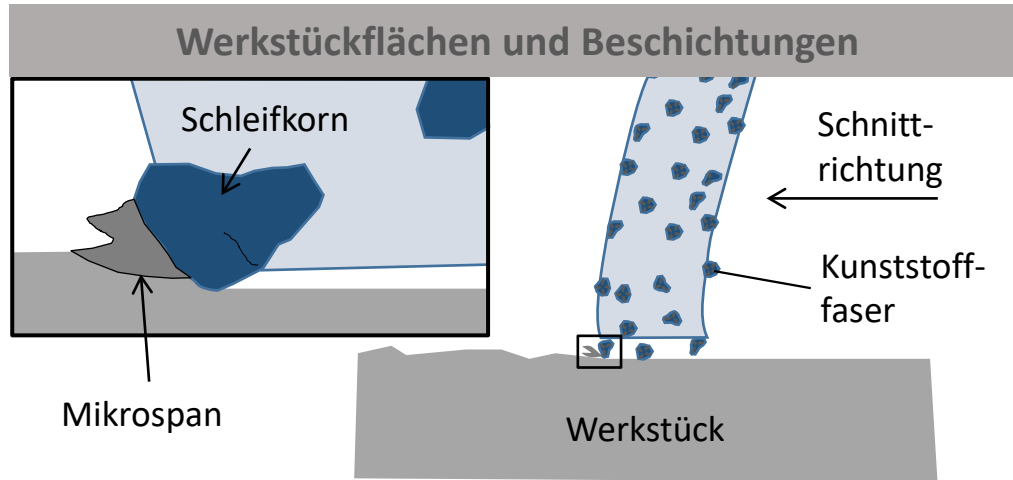


K: Ist das Verhältnis der Verlängerungen der geraden Span- und Freiflachen und indiziert, ob eine Schneidkante zur Span- oder Freifläche geneigt ist.

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

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

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!



Maschine: Hochgenau und Hochflexibel

- ◎ Stabiler und schwingungsfreier Werkzeugmaschinenbau für hochpräzise Kantenpräparation im μm -, und Flächenfinish im Nano-Bereich
- ◎ FLAKKO-Aggregat mit zwei Antrieben für ein optimale Prozesssteuerung
- ◎ Die Rotationsgeschwindigkeit der Werkzeuge ist frei programmierbar
- ◎ Höhenverstellbare Spindeln (patentiert) können 1, 2 oder 3 FLAKKOTIER-Werkzeuge gleichzeitig im Einsatz sein
- ◎ Das Bedienpanel von Siemens mit integriertem IPC für benutzerfreundliche Bedienung
- ◎ Modernes Maschinenendesign mit Echtverglasungen



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):



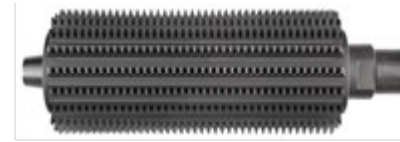
Schaftfräser



Bohrer



Gewindebohrer



Walzenfräser



Kugelfräser

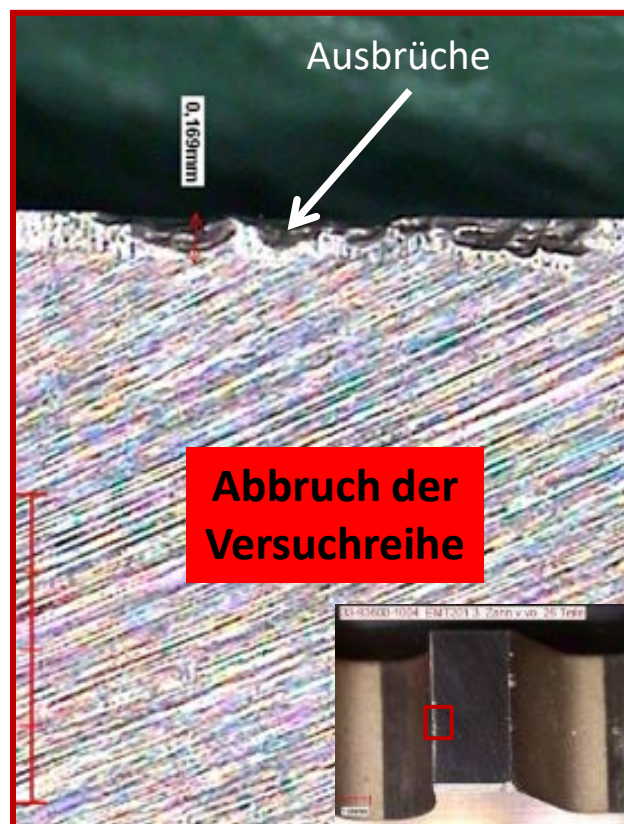


Reibahlen

Einsatz der FLAKKOTIERTEN Hartmetall-Räumwerkzeuge

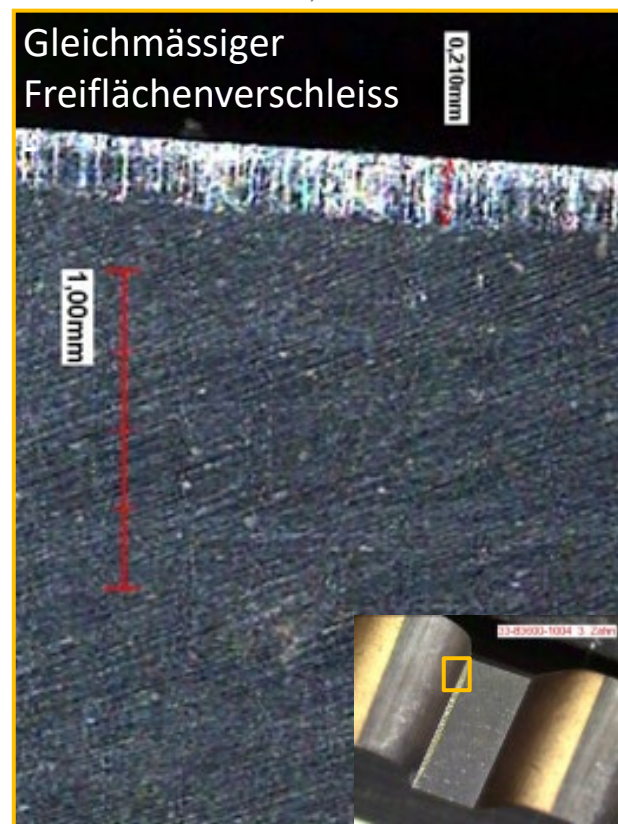
Werkzeug unpräpariert

Anzahl Teile: 26 Teile Räumweg: 10.1 m
VB: 0,169 mm

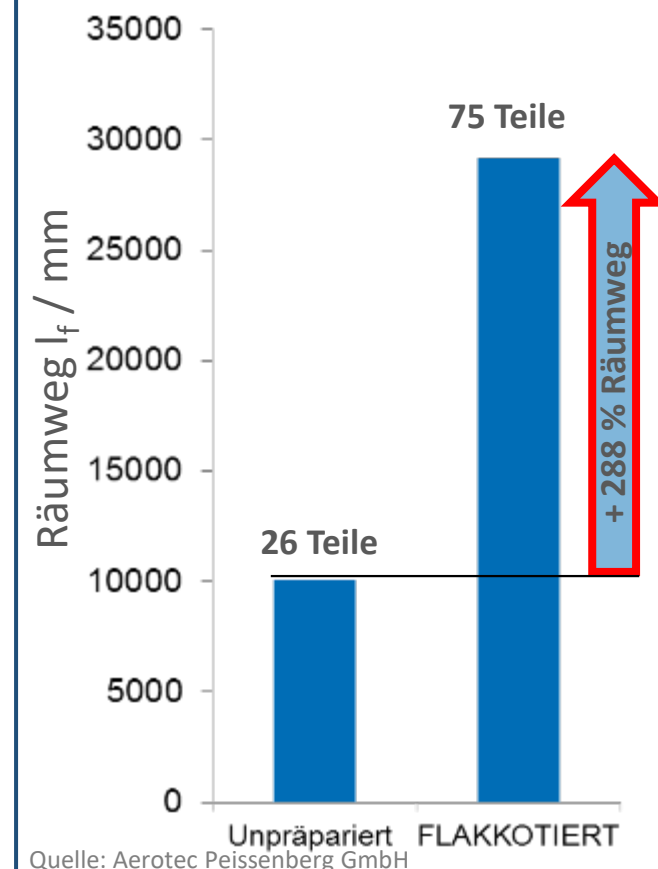


Werkzeug FLAKKOTIERT

Anzahl Teile: 75 Teile Räumweg: 29.2 m
VB: 0,11 mm

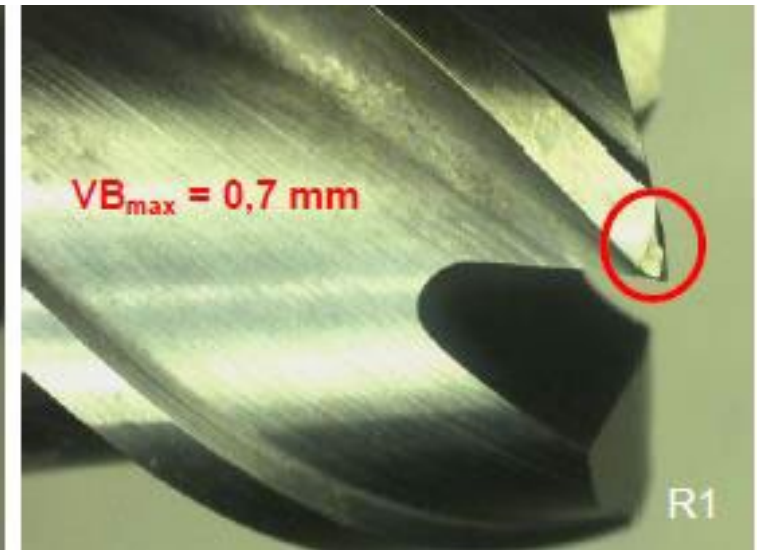
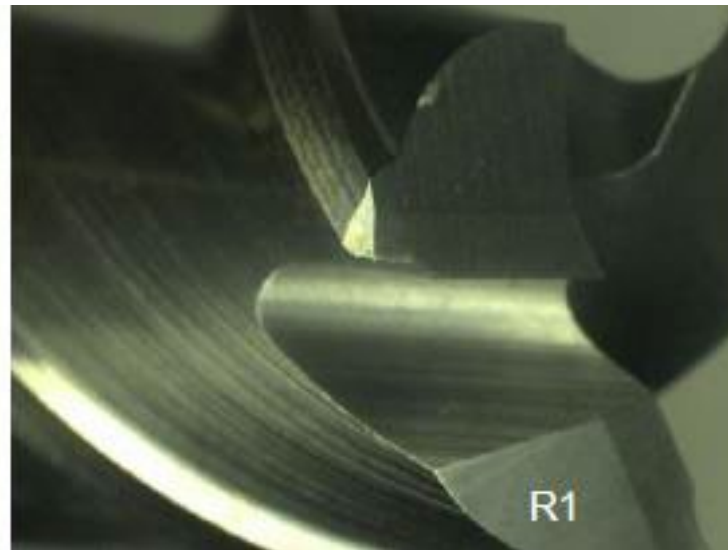
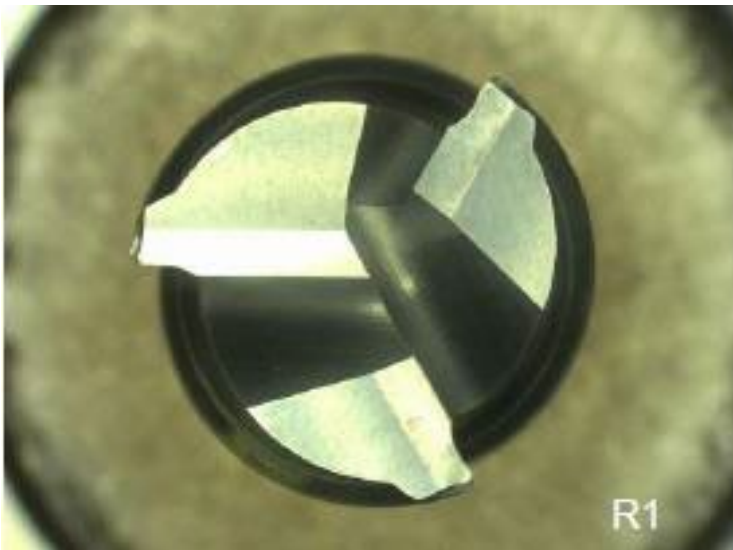


Vergleich



Kundennutzen am Beispiel Schaftfräser

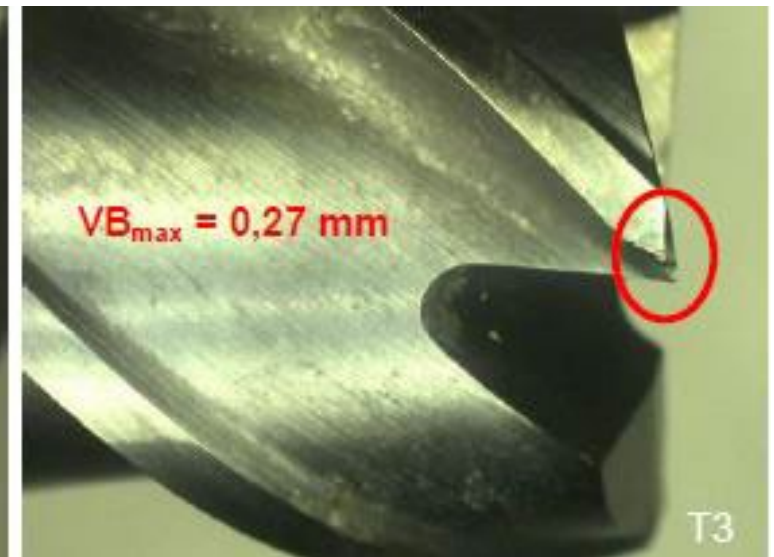
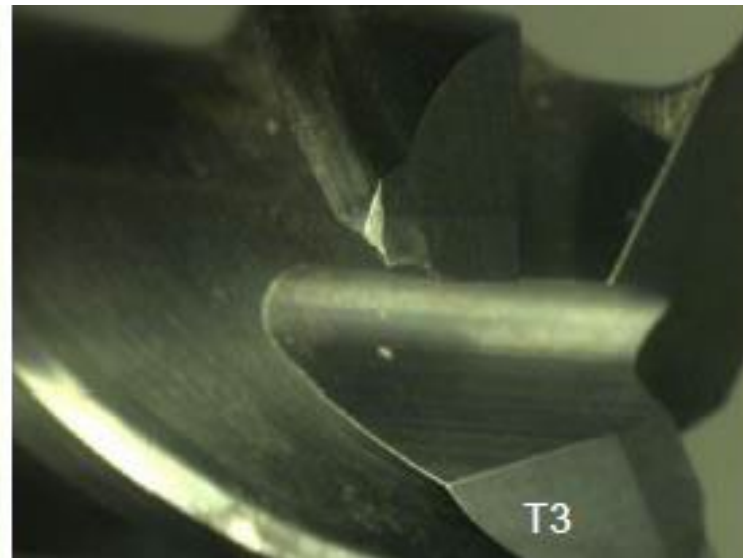
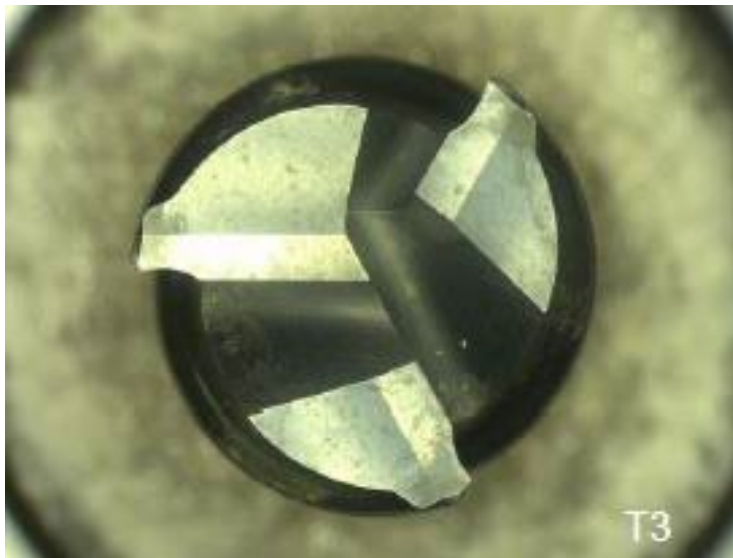
Schaftfräser mit idealem Radius



Werkzeug R1 – nach 20m Fräsweg

Kundennutzen am Beispiel Schaftfräser

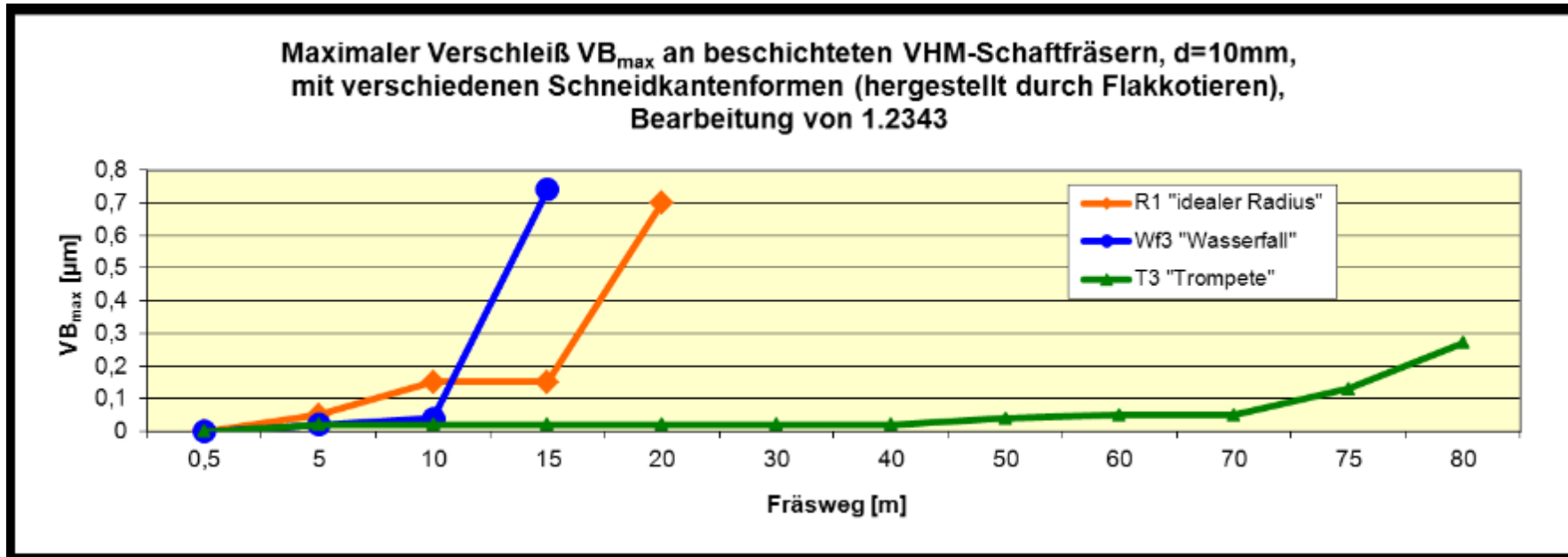
Schaftfräser mit Trompete



Werkzeug T3 – nach 80m Fräsweg

Kundennutzen am Beispiel Schaftfräser

Schaftfräser mit Trompete



Deutlicher Kundenvorteil der Trompetenform beim Schaftfräser

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

