

Produktivitätssteigerung durch funkenerosiv konditionierte Diamant-/CBN-Schleifscheiben



Prof. Dr.-Ing. Bahman Azarhoushang

Kompetenzzentrum für Spanende Fertigung (KSF)

1. Juni 2022

Kompetenzzentrum für Spanende Fertigung

- 2001 Gründung (Kompetenzzentrum für Schleiftechnologie und Feinstbearbeitung)
- Seit 2016 Kompetenzzentrum für Spanende Fertigung (KSF)
- 20 akademische Mitarbeiter, mehrere Gastforscher
- Ca. 25 Bachelor- und Masterarbeiten und HiWi-Verträge pro Jahr
- 8 Promovierende und 6 bereits promovierte Doktoranden (grundlegende Arbeiten mit wissenschaftlichen Fragestellungen)
- Über 350 Veröffentlichungen (seit Jahr 2008)

Innovations- und Forschungs-Centrum (IFC)

KSF ca. 700 m² + 200 m²

Kosten ca. 13 Mio. Euro, Bezug der Räume in 7.2018



Kompetenzzentrum für Spanende Fertigung

- 19 Werkzeugmaschinen und mehrere hochwertige Laseranlagen



Kompetenzzentrum für Spanende Fertigung

- Hochwertige Messgeräte



KSF – Partner (Arbeitskreis)



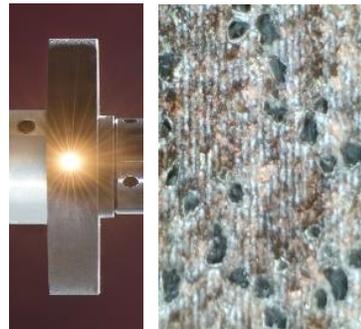
- Einleitung und Motivation
- Funkenerosives Konditionieren von CBN- und Diamant-Werkzeugen
- Einsatz von funkenerosiv konditionierten Werkzeugen beim Schleifen
- Einfluss von Erodierungsparametern auf die Mikrotopographie der Schleifscheibe

Abrichten

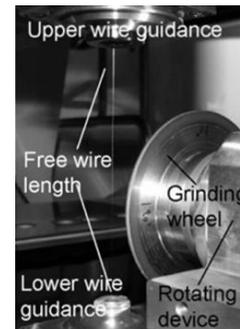
Mechanisches
Abrichten



Thermisches
Abrichten



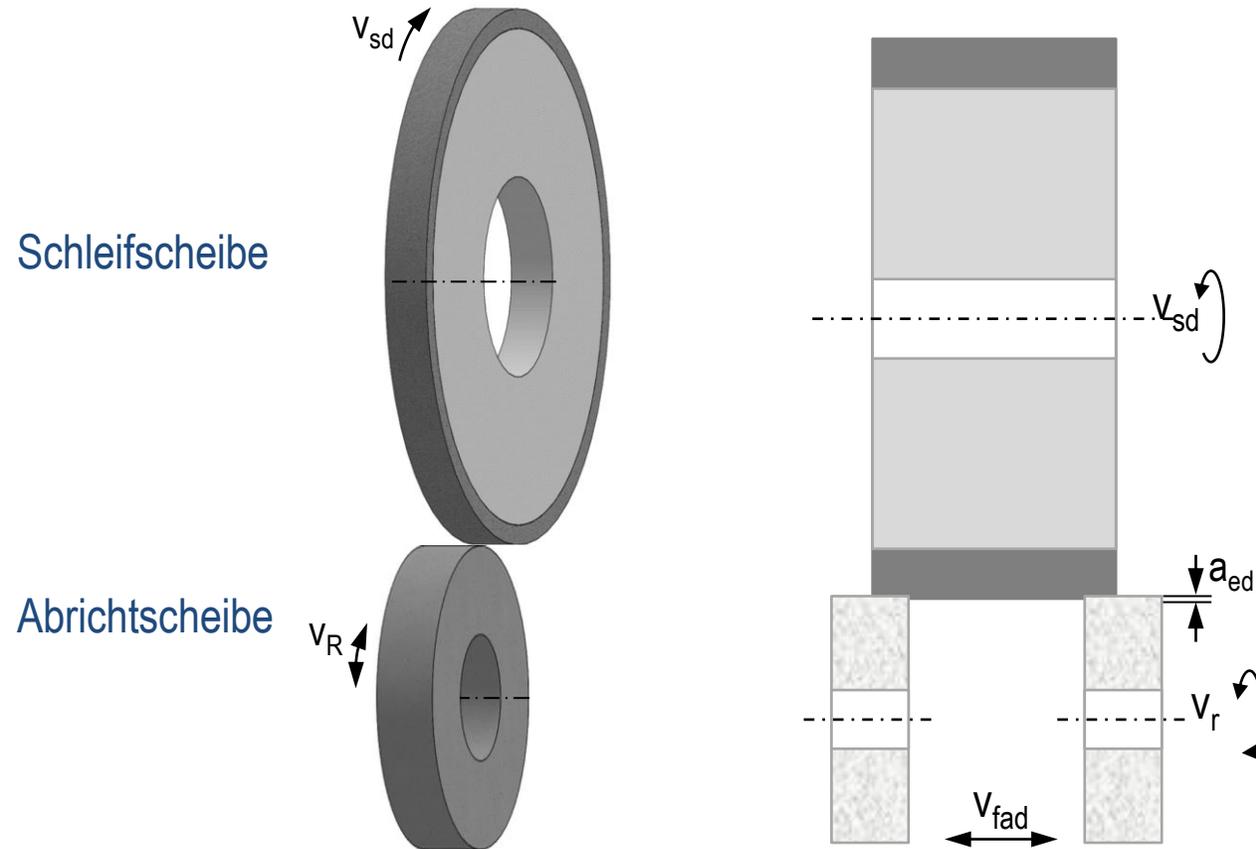
Elektro-unterstützte
Abrichtverfahren



Hybride Prozesse

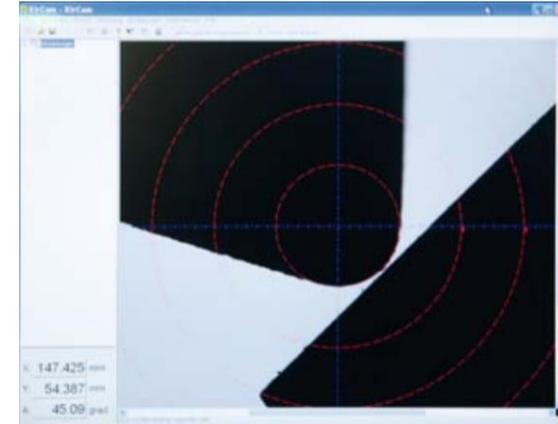
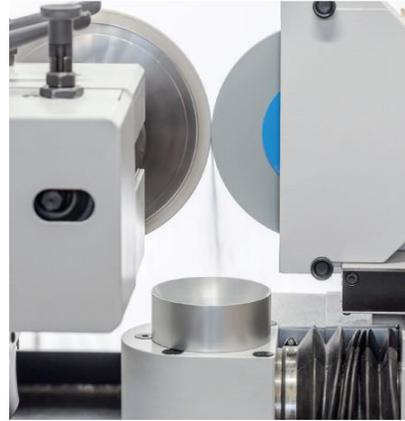


Mechanisches Abrichten kunstharz-, metall- und hybridgebundener Schleifscheiben

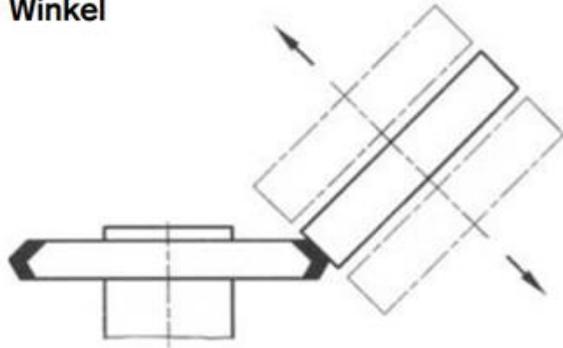


Abrichten mit keramisch gebundenen SiC oder Al_2O_3 (Korund) Abrichtscheiben

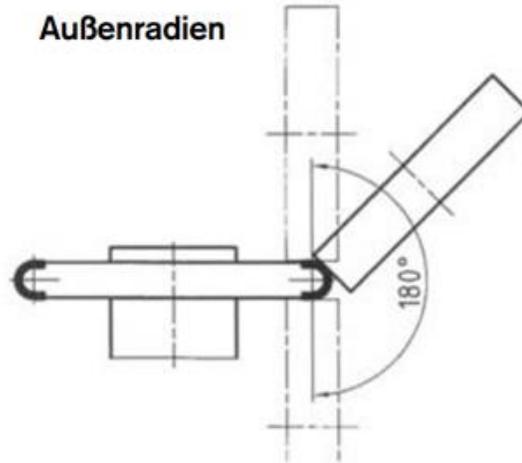
Profilier- und Abricht-Maschine (Mechanisches Abrichten)



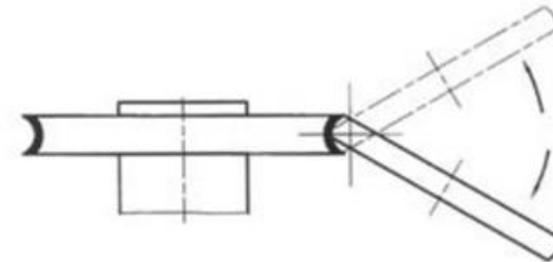
Winkel



Außenradien



Innenradien

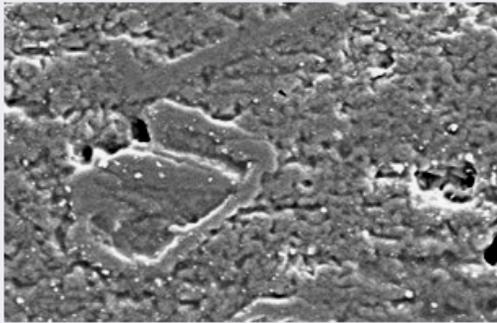


Quelle: Kirner

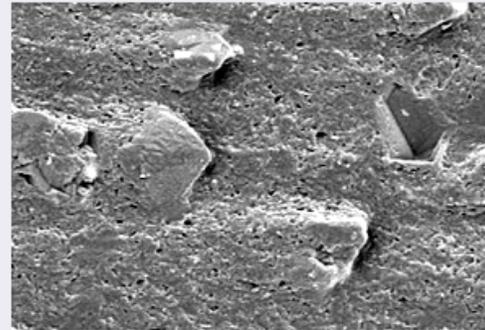


Mechanisches Abrichten und Schärfe

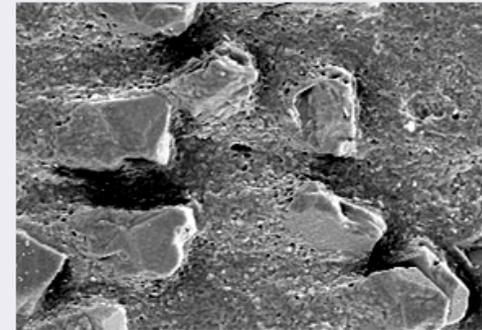
Schleifscheibentopographie
nach dem Profilieren



Schleifscheibentopographie
nach dem Schärfe bis zum
 $V'_{Ws} = 1800 \text{ mm}^3/\text{mm}$



Schleifscheibentopographie
nach dem Schärfe bis zum
 $V'_{Ws} = 3600 \text{ mm}^3/\text{mm}$



Schleifscheibe

- kunstharzgebundene
B91 C100 B

Kühlschmierstoff

- Lösung (5%-ig)

Schärfverfahren

- Blockschärfe

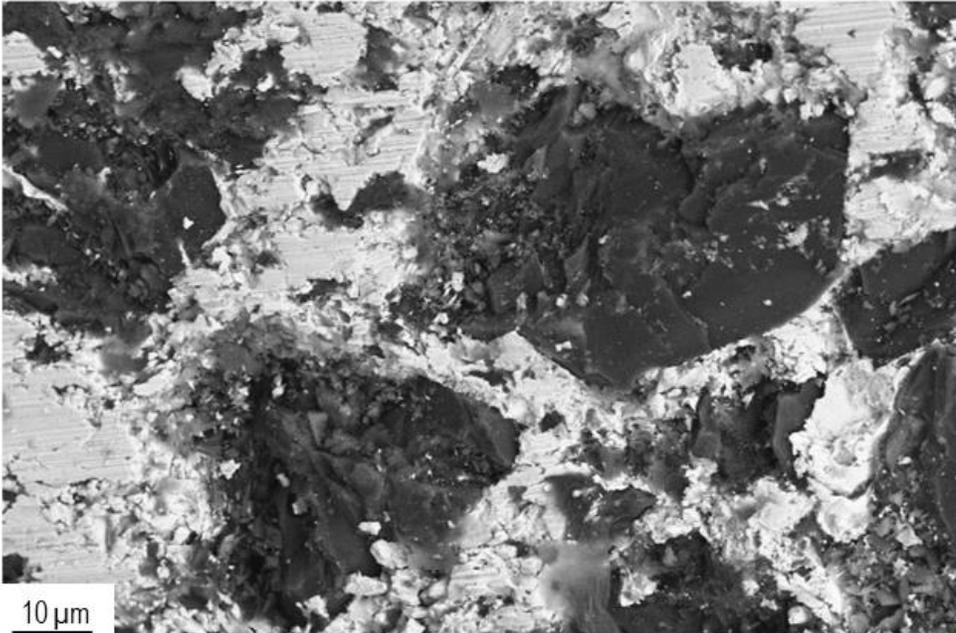
Schärfbedingungen

- $v_{CS} = 60 \text{ m/s}$
- $Q'_{Ws} = 500 \text{ mm}^3/\text{mm.s}$

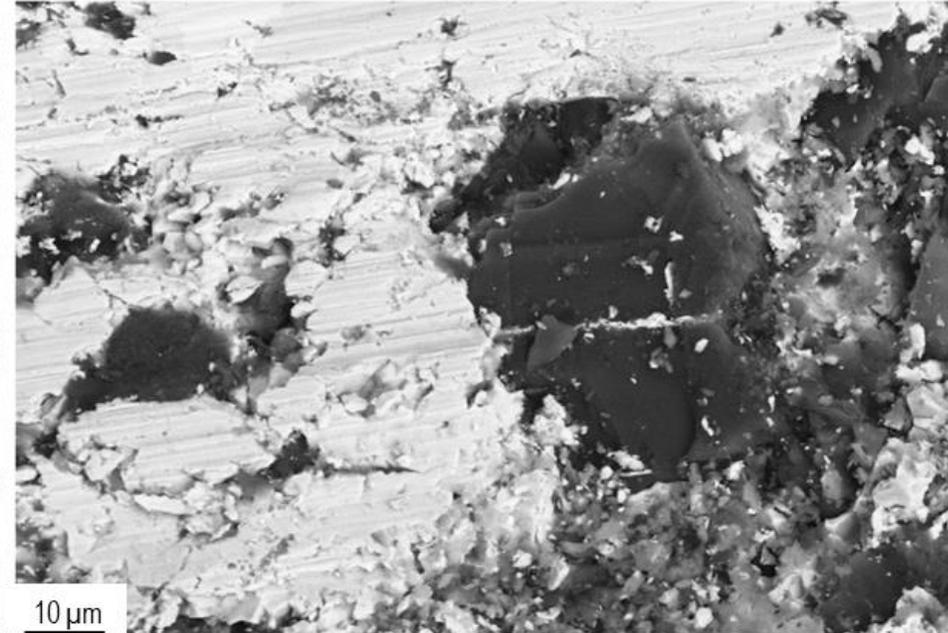
Mechanisches Abrichten kunstharz-, metall- und hybridgebundener Schleifscheiben

D54C100M

abgerichtet mit SiC-Abrichtscheibe C120#



abgerichtet mit Al₂O₃-Abrichtscheibe A80#



Quelle: Tyrolit

Überblick

- Einleitung und Motivation
- Funkenerosives Konditionieren von CBN- und Diamant-Werkzeugen
- Einsatz von funkenerosiv konditionierten Werkzeugen beim Schleifen
- Einfluss von Erodierungsparametern auf die Mikrotopographie der Schleifscheibe

Maschinenaufbau

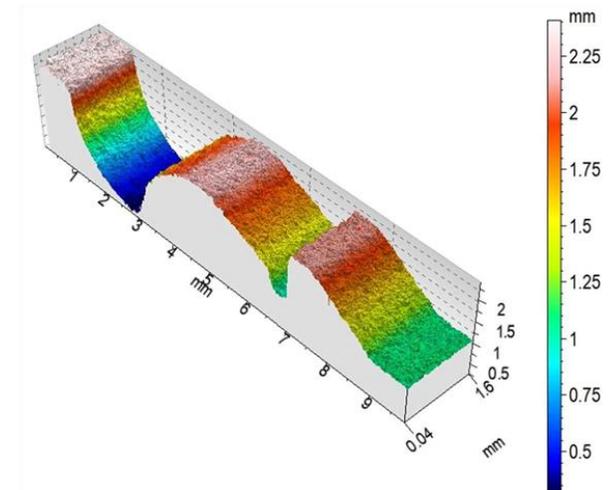
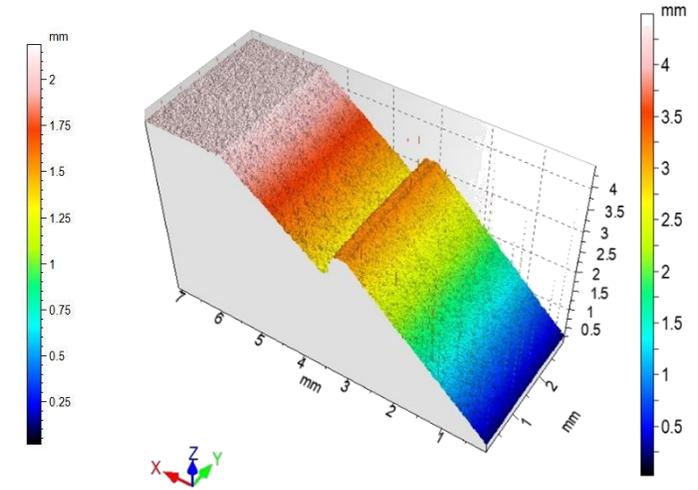
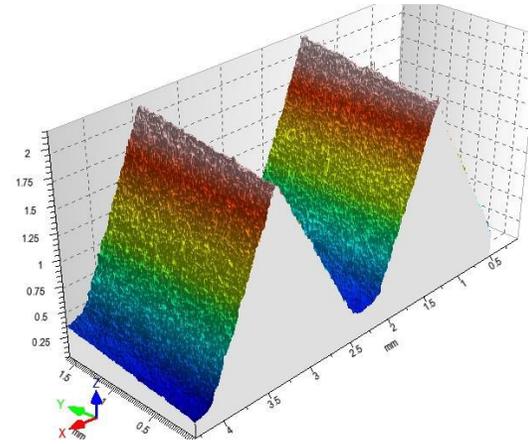
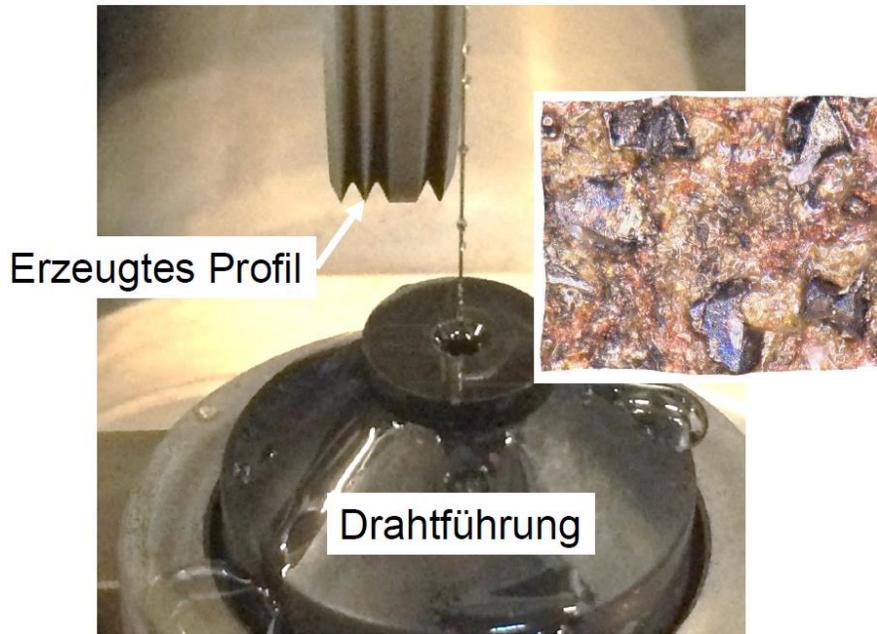
- Aufbau eines Erodierverfahrens zum Konditionieren von Schleifscheiben

MP2400 D-CUBES



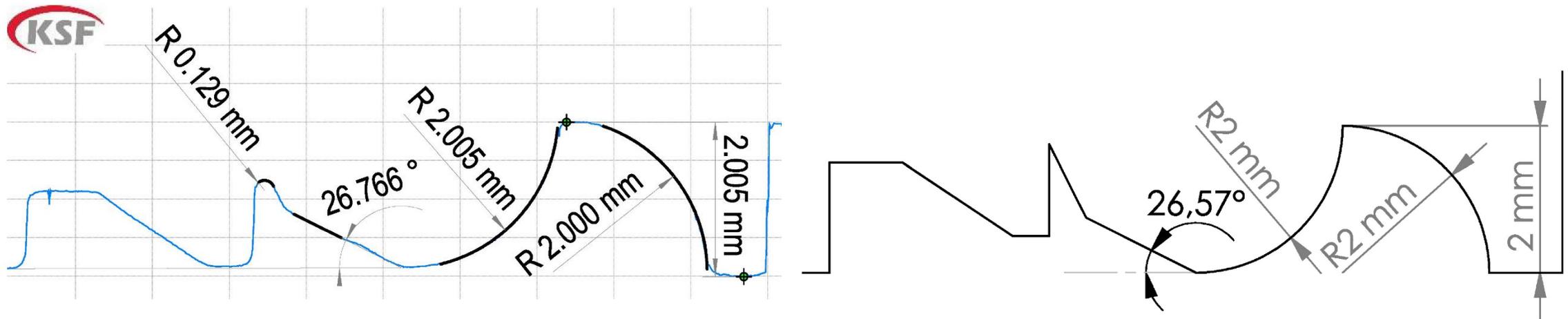
Funkenerosives Profilieren von Schleifscheiben

- Erzeugung von freiförmigen Profilen



Profilgenauigkeit

- Erzeugung von freiförmigen Profilen (kunstharzgebundene Schleifscheibe B76 C75 B)



Funkenerosive Konditionierung – Mikrotopografie des Schleifwerkzeuges

- Kornüberstand (B76 C75 BHR)



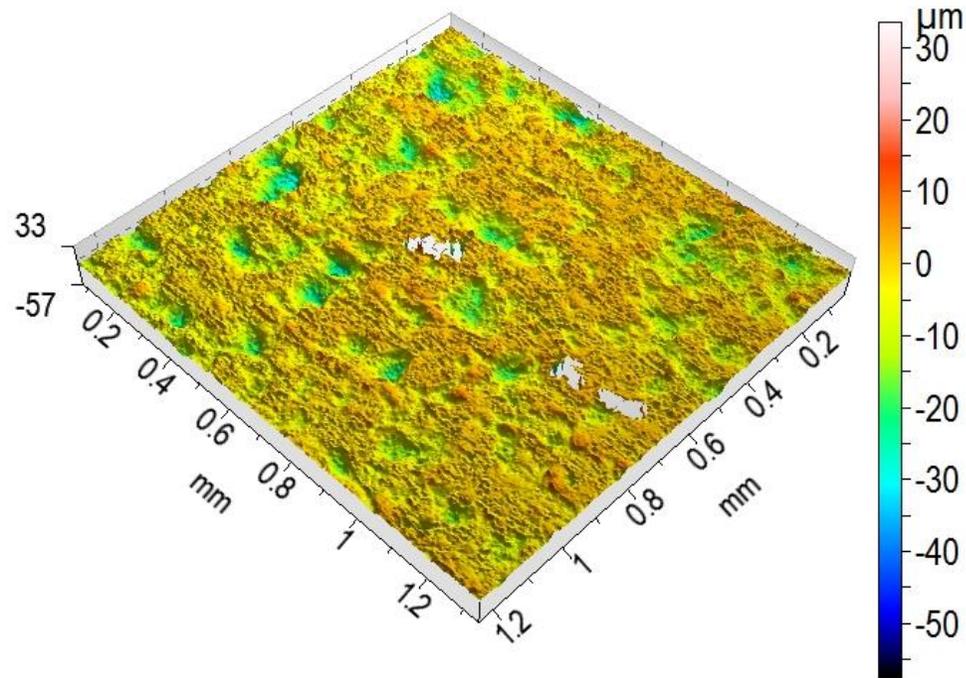
mechanisch konditioniert

erodiert

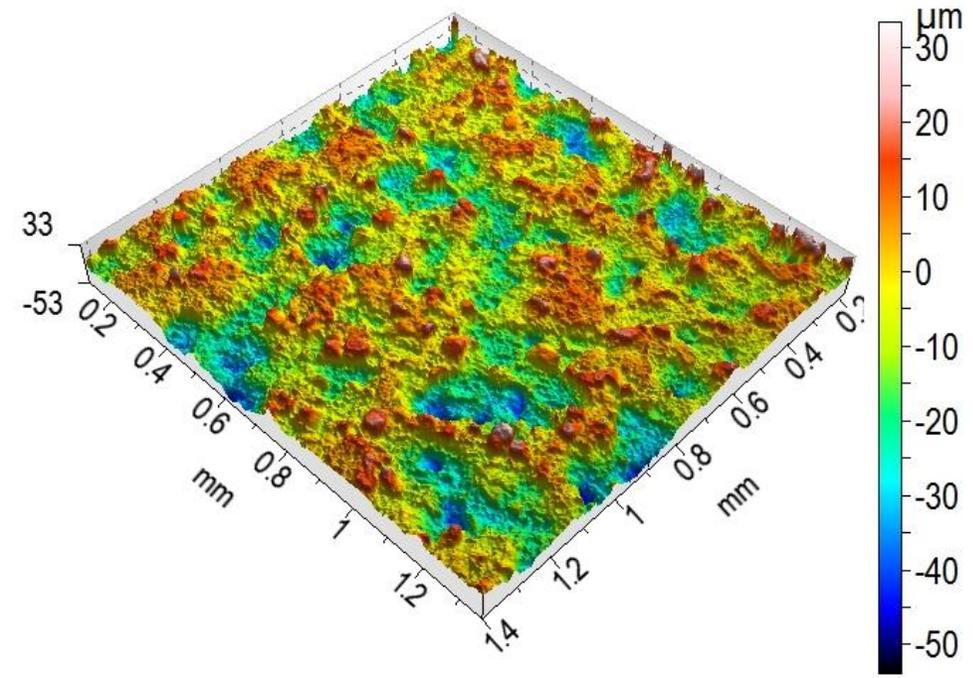


Mikrotopografie des Schleifwerkzeuges - Unterschiedlich profilierte Schleifscheiben

- mechanisch profilierte und erodierte Schleifscheibe: D64 C100 H (Hybridbindung)



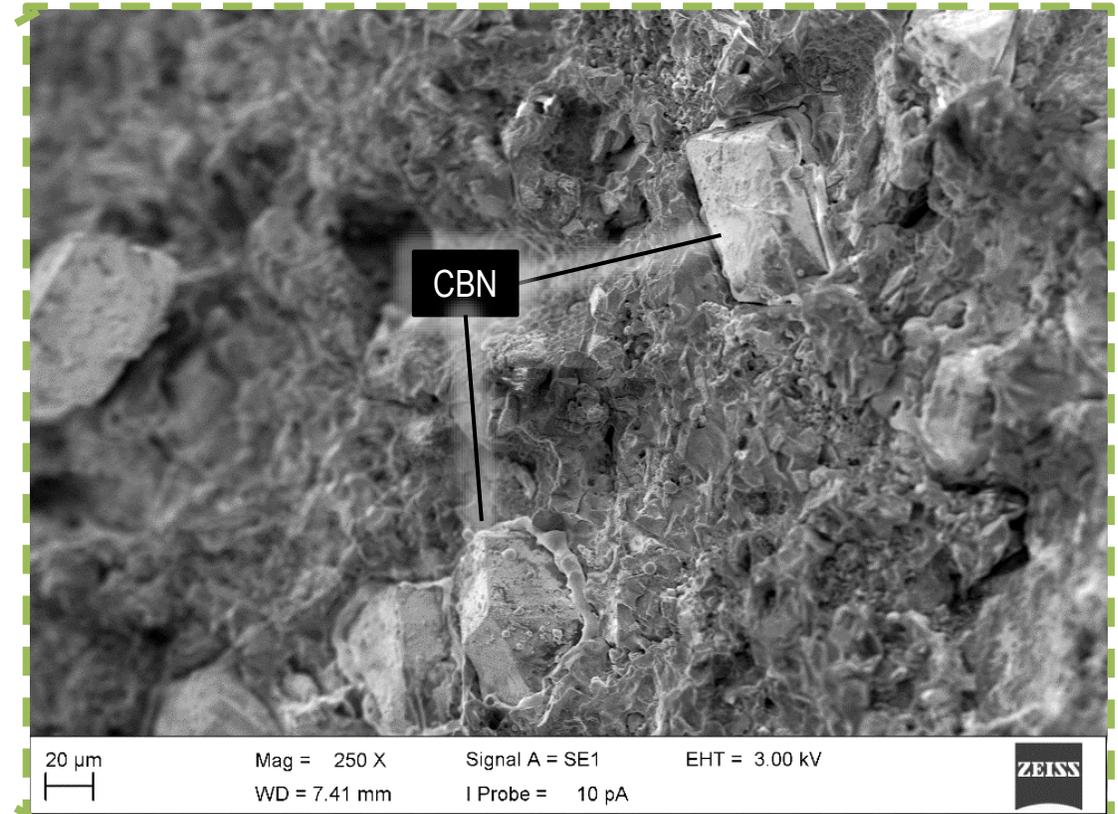
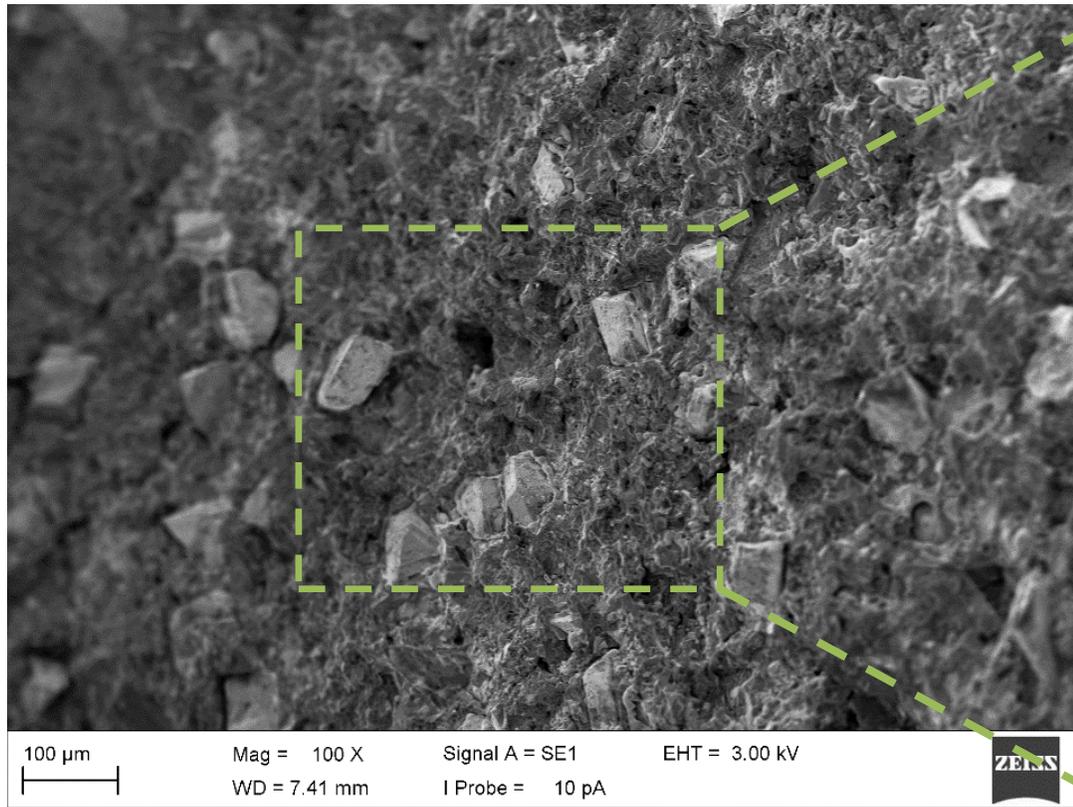
konventionell profiliert



erodiert

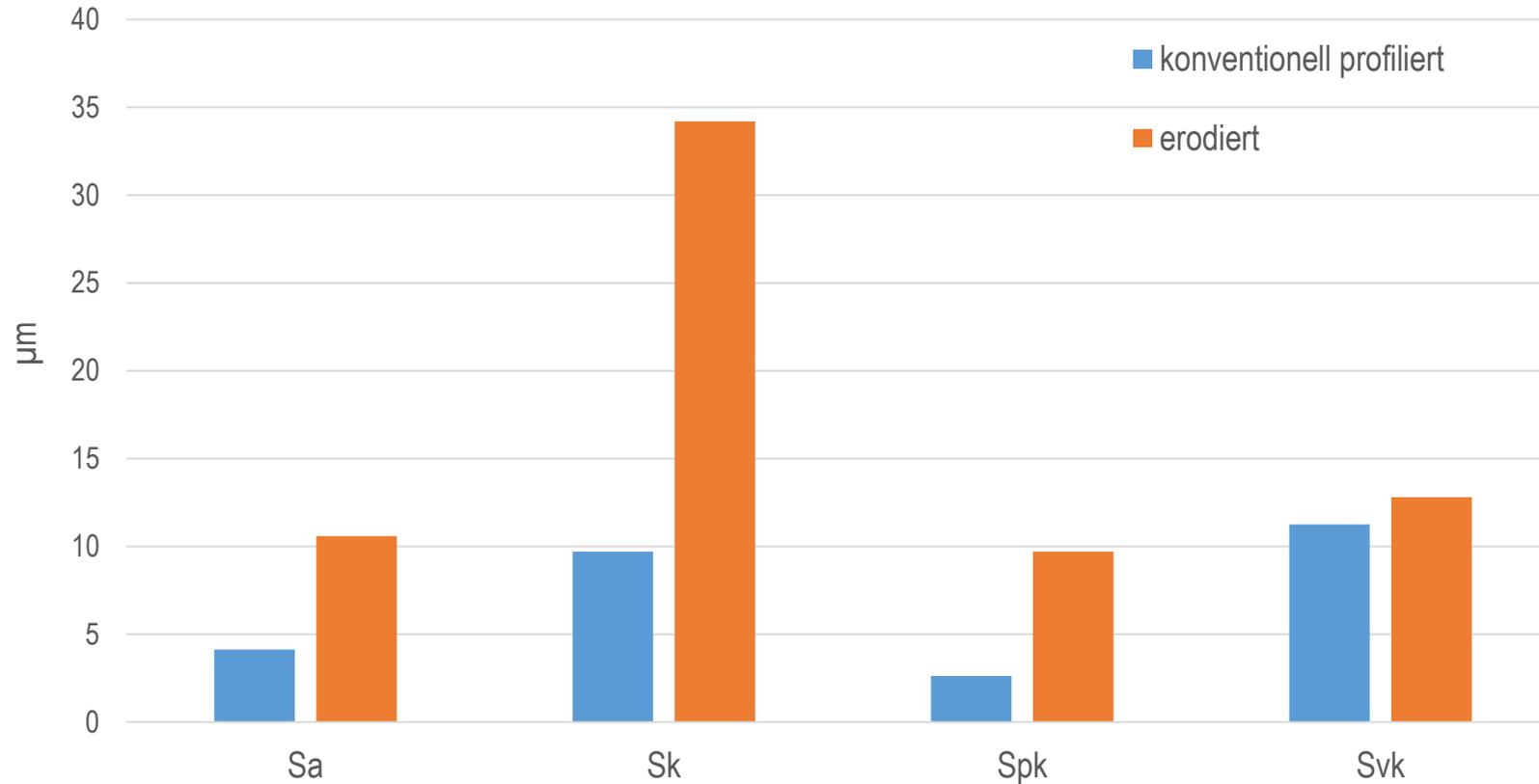
Funkenerosive Konditionierung – Mikrotopografie des Schleifwerkzeuges

- Kornüberstand (B76 C75)



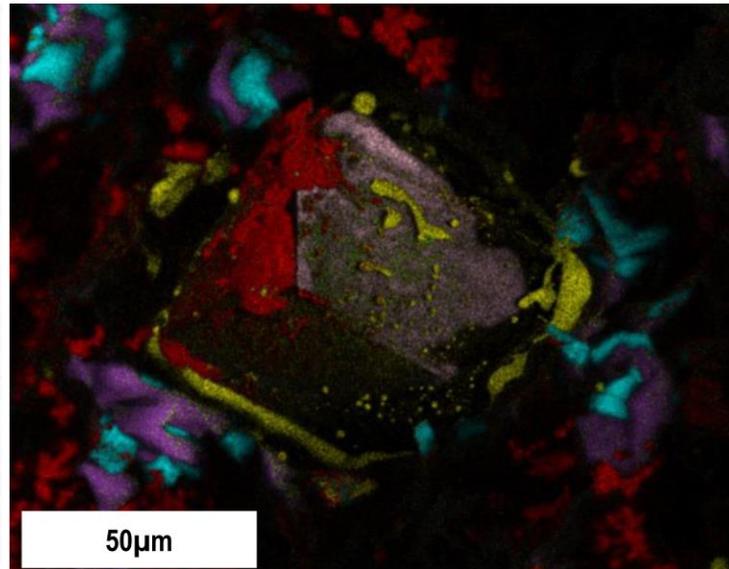
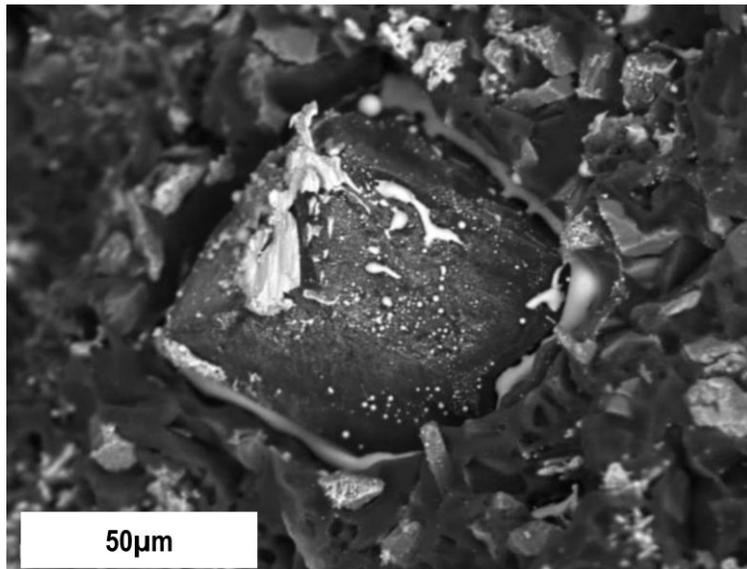
3D-Oberflächenparameter (Mikrotopographie der Schleifscheibe)

- mechanisch profilierte und erodierte Schleifscheibe: D64-NF (Hybridbindung)



Thermische Aspekte des Erodierens

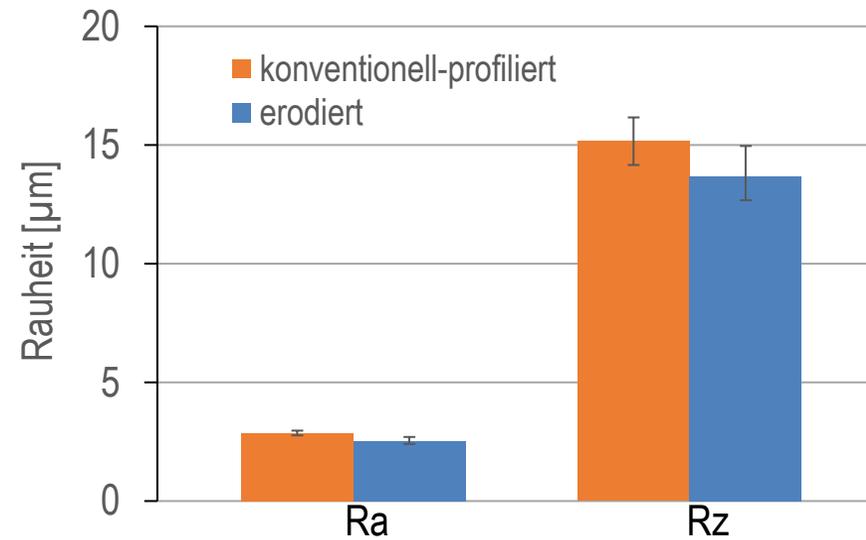
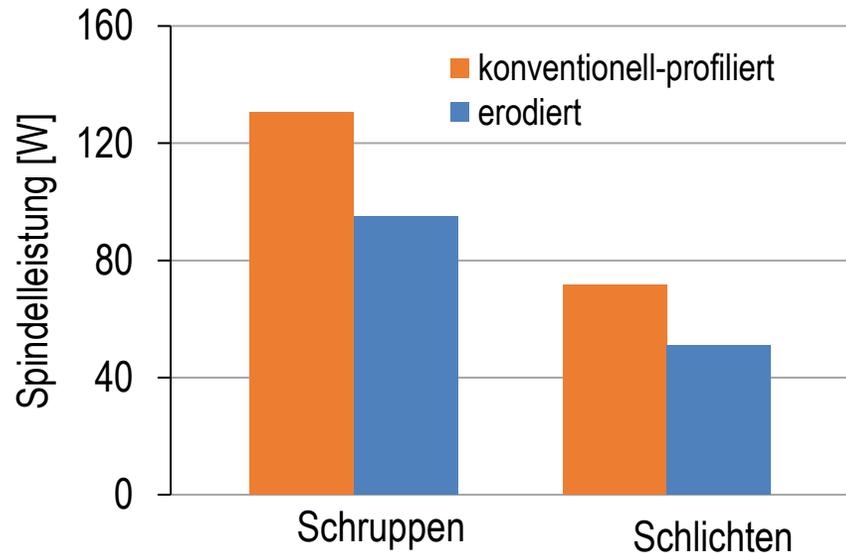
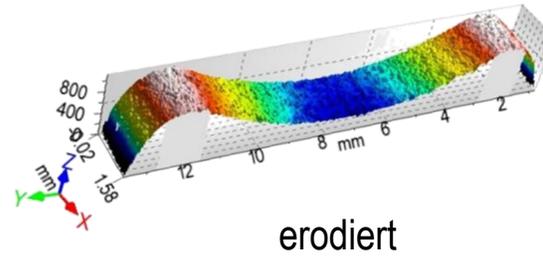
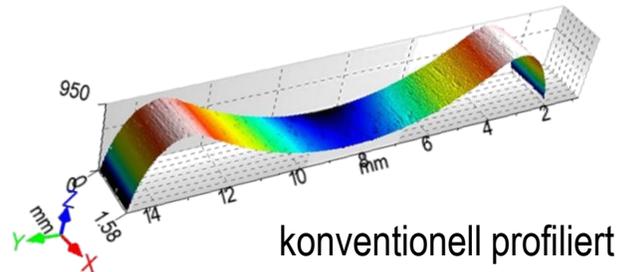
- Materialanalyse anhand REM und EDX Untersuchungen
 - Kornüberstand (links) und thermochemische Zusammenhänge beim Erodierverfahren



Überblick

- Einleitung und Motivation
- Funkenerosives Konditionieren von CBN- und Diamant-Werkzeugen
- Einsatz von funkenerosiv konditionierten Werkzeugen beim Schleifen
- Einfluss von Erodierungsparametern auf die Mikrotopographie der Schleifscheibe

Leistungsfähigkeit beim Schleifen – Al₂O₃



Schleifscheibe

- D76 C50 B

Werkstück

- Aluminiumoxid AK99,5

Schleifparameter

- $v_c = 35$ m/s

- $v_{fr} = 0,5 - 1$ mm/min

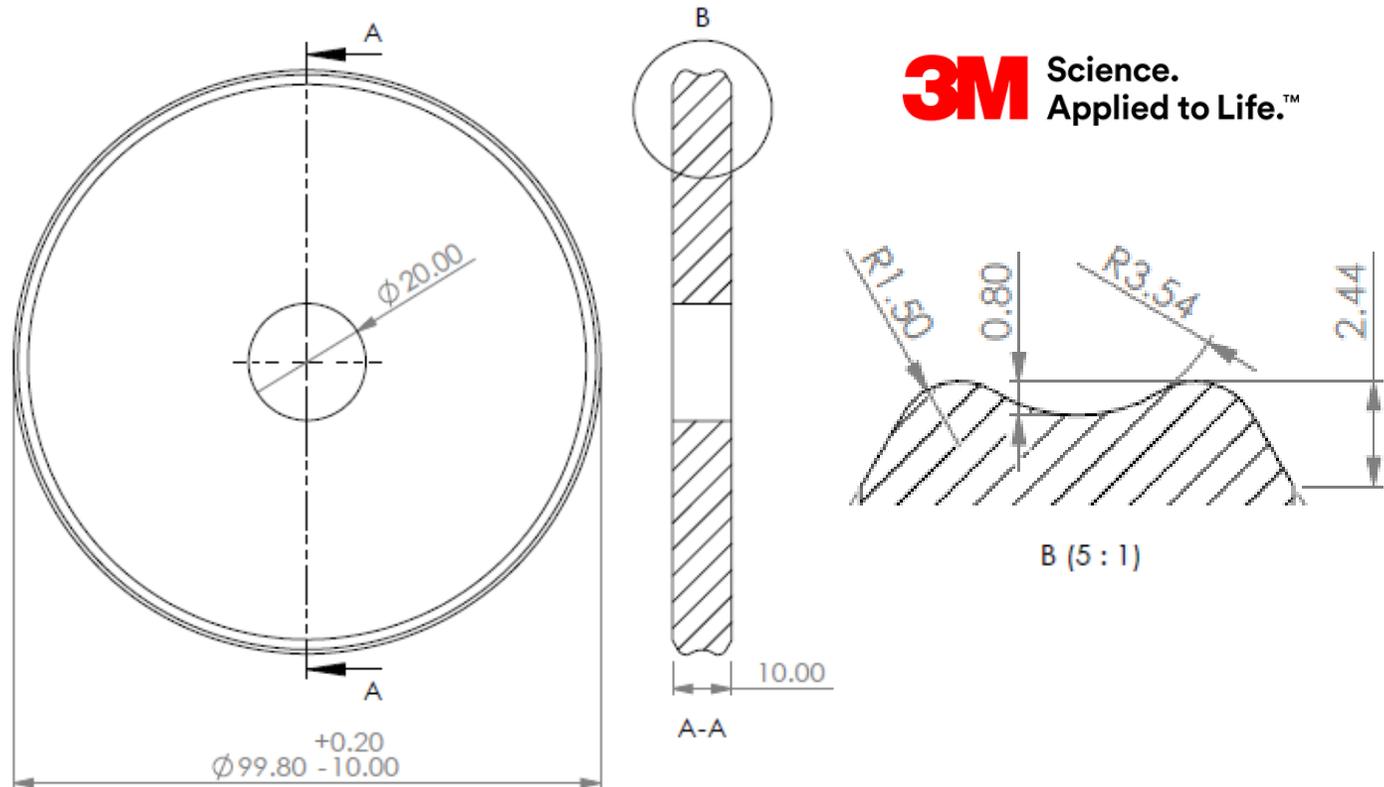
- $q_s = 90-150$

- $t_s = 2$ s

- Schleiföl

Leistungsfähigkeit beim Profilschleifen - HM

- Mechanisch profilierte und erodierte Schleifscheiben (7 Spezifikationen)



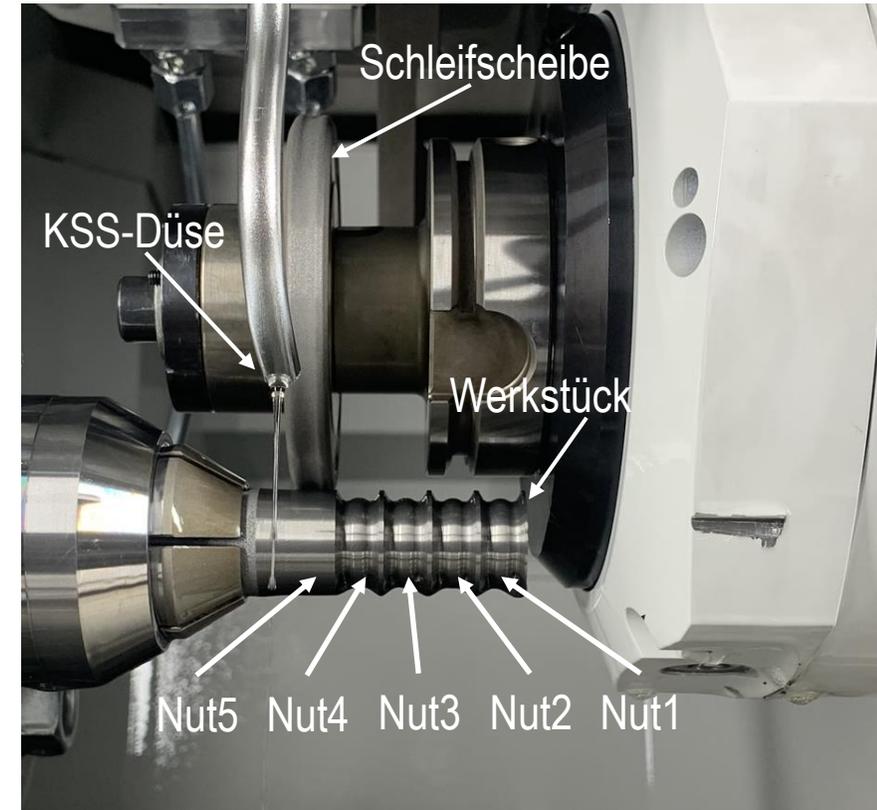
3M Science.
Applied to Life.™



© KSF

Leistungsfähigkeit beim Schleifen

Schleifprozess	Einstechrundschleifen
Werkstück	Hartmetall CTS20D (Ceratzit)
Kühlschmierstoff	Öl
v_c , [m/s]	25
q_d , [-]	~50
v_{fr} , [mm/mn]	Nut 1 bis 5: 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; 1,0* *Nut 5: 1,2 bei D25-NFM und SDK25 *Nut 5: 1,6 bei D64-NF
radialer Aufmaß [mm] bei jeder Nut	Erster Gang: 2,32 Zweiter Gang: 0,1
Ausfeuerzeit, t, [s]	10



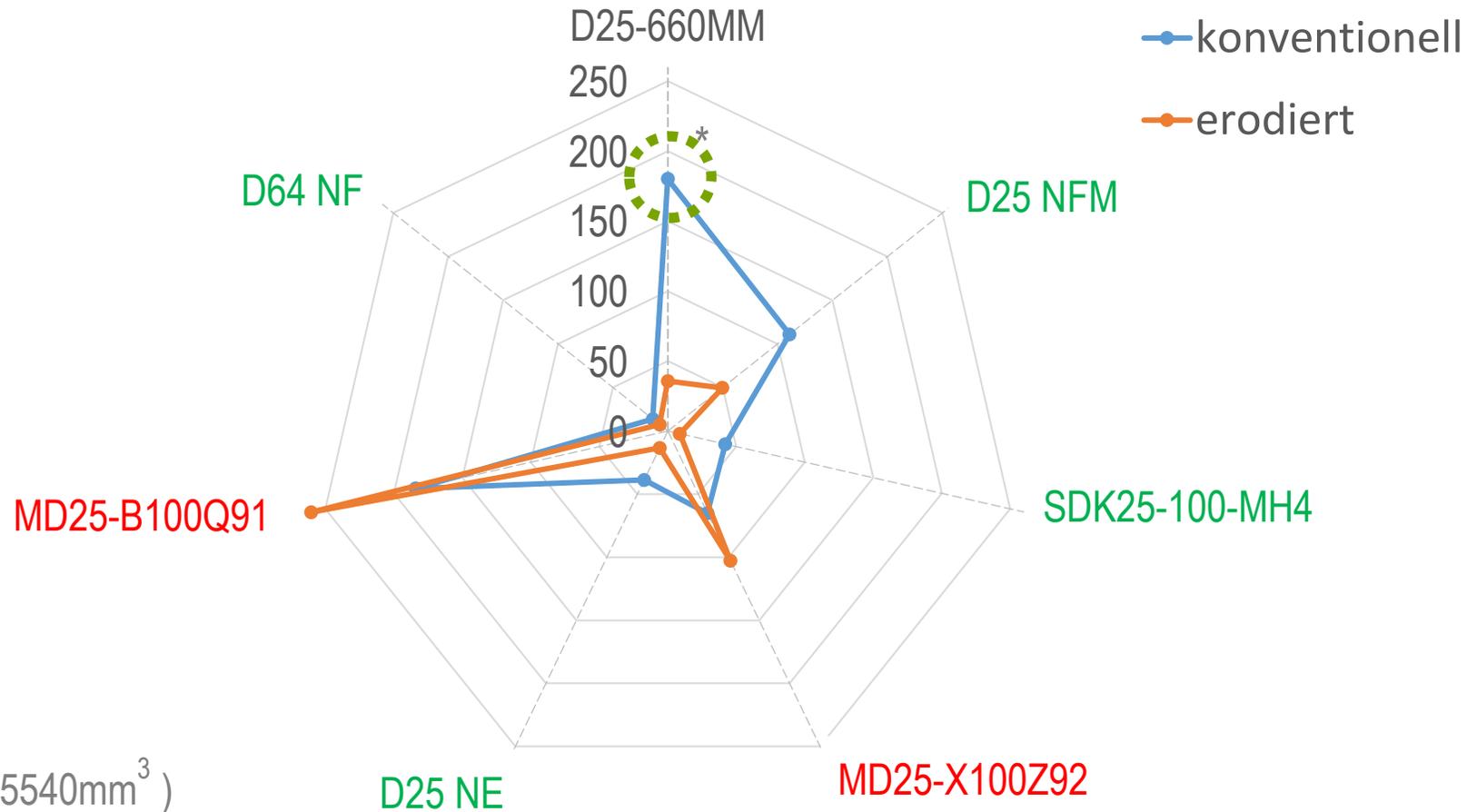
Abhängigkeit der Abtragsleistung von Scheibenspezifikation

Schleifscheibe	maximal einsetzbare Vorschubgeschwindigkeit (mm/min)*	
	erodiert	mechanisch profiliert
D25 660MM3-8	0,6	0,4
D25 NE	0,8	0,6
D25 NFM	1,2	1
MD25-B100Q91	0,4	0,4
MD25-X100Z92	0,6	0,6
SDK25 100 MH4	1	0,8

*einschließlich der Reduzierung der Vorschubgeschwindigkeit auf stabilen Wert



Abhängigkeit des Profilverschleißes von Scheibenspezifikation



Nach 4 Nuten ($V_w = 5540 \text{ mm}^3$)

* Nach 2 Nuten

Hinweis: Farbliche Kodierung für die Ausprägung der Eignung



Spindelleistung als Hinweis auf Belastung und Zusetzung der Scheibe

Schleifparameter

$v_c = 25$ m/s (Gegenlauf)

$q_s = 50$

$Q'_w = 2,1$ mm³/mm.s

Abrichtbedingungen

links: mechanisch konditioniert

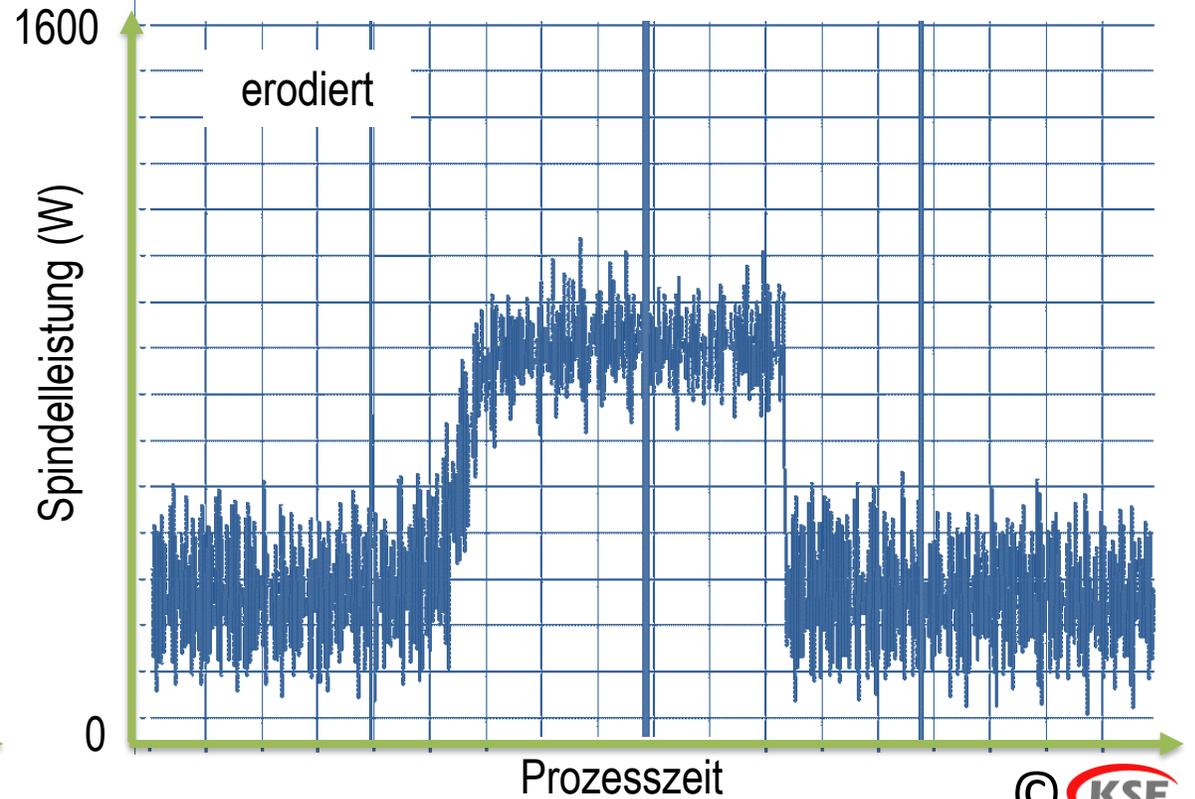
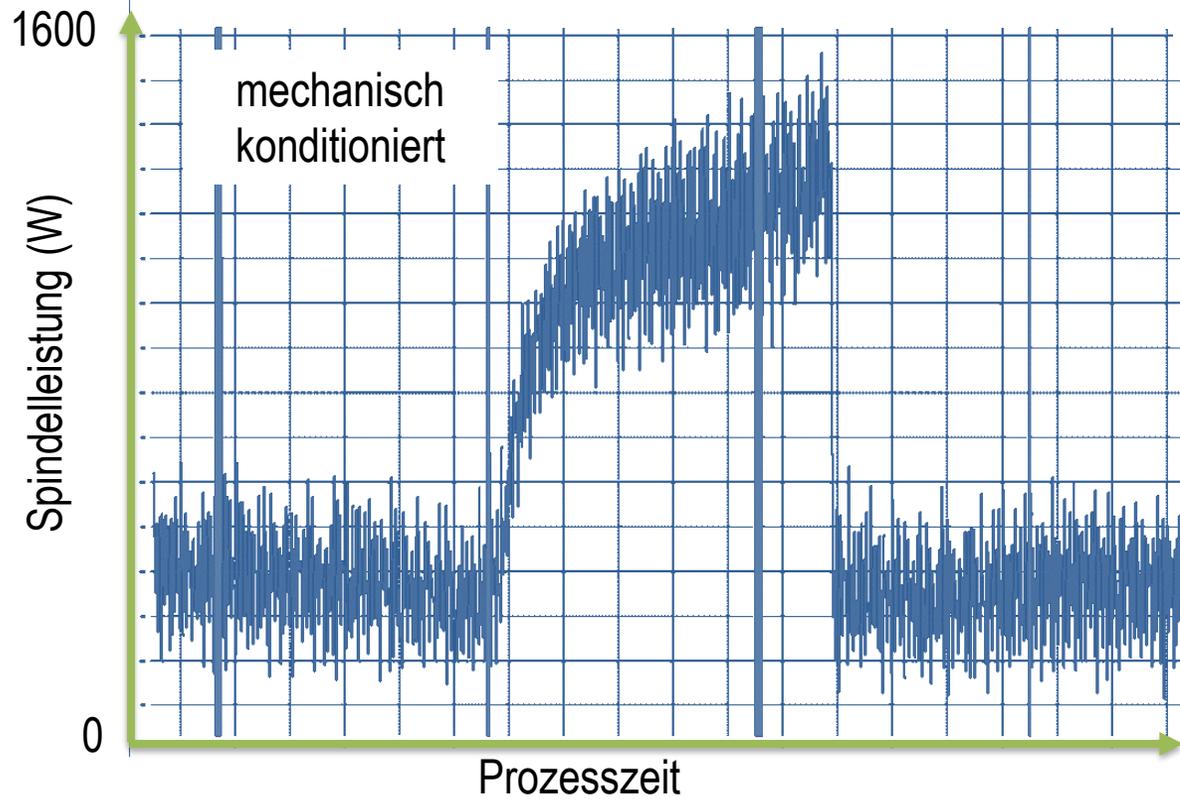
rechts: funkenerosiv konditioniert

Schleifscheibe

D64 C100 H

KSS

Öl



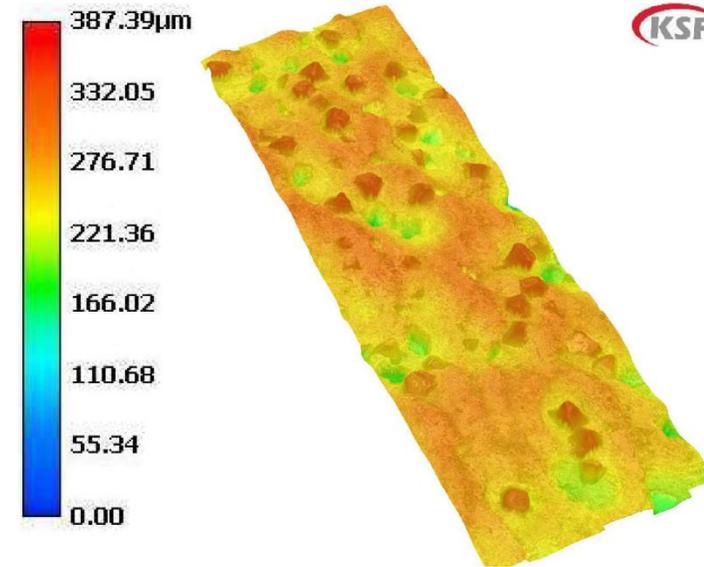
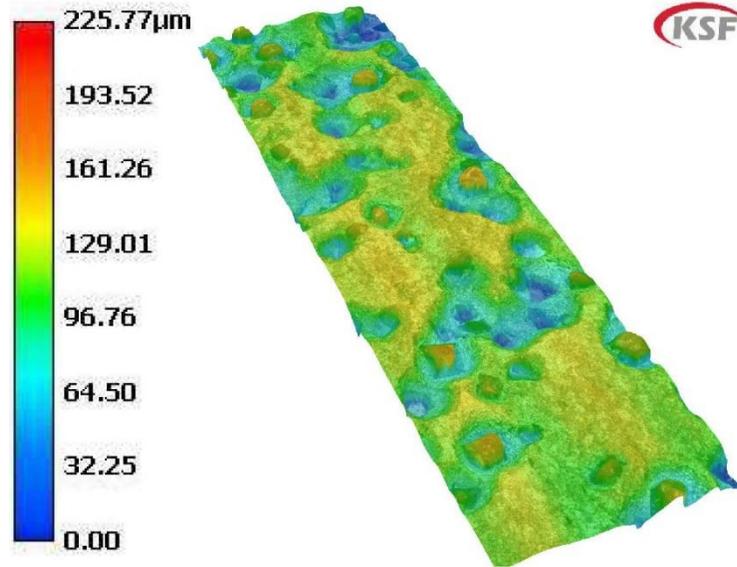
© KSF

Überblick

- Einleitung und Motivation
- Funkenerosives Konditionieren von CBN- und Diamant-Werkzeugen
- Einsatz von funkenerosiv konditionierten Werkzeugen beim Schleifen
- Einfluss von Erodierungsparametern auf die Mikrotopographie der Schleifscheibe

Mikrotopographie der Schleifscheibe

- Metallgebundene Schleifscheibe: D126-C150 (Einfluss von Erodierparametern: Spaltspannung und Offset)

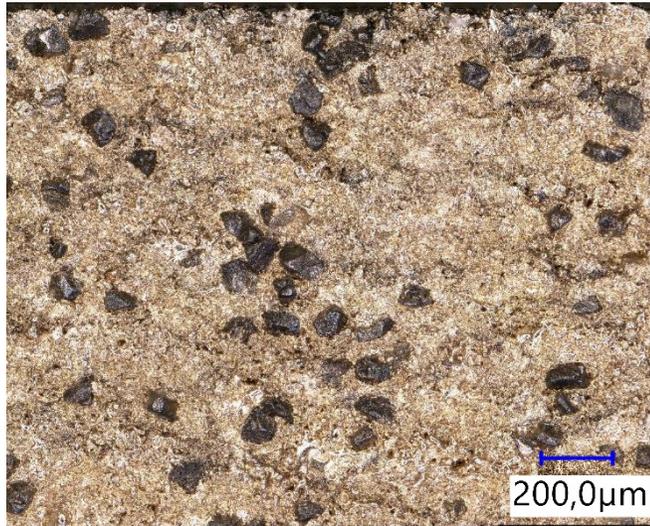


VG [V]	80	107
Offset [μm]	134	165

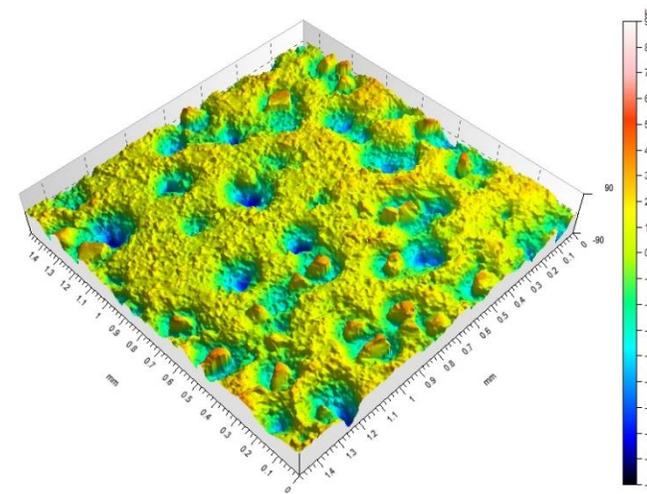
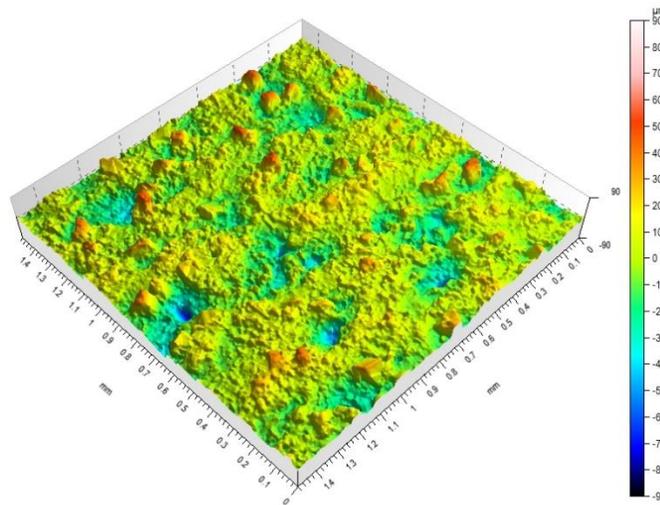
Mikrotopografie - Nach dem Erodieren

D91C75M

E109



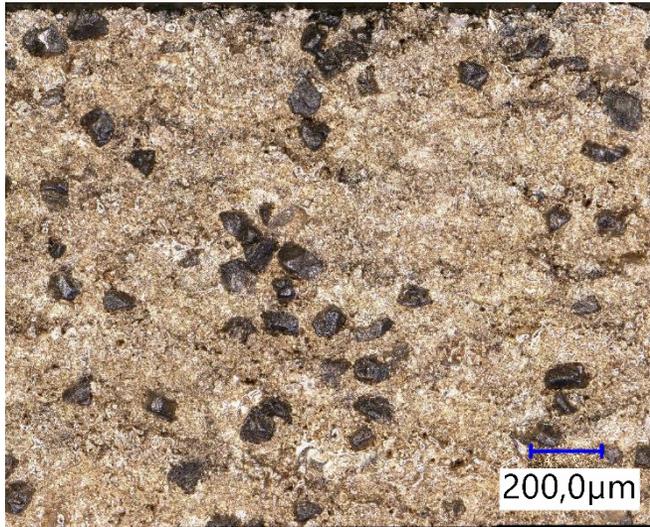
E109 – E112



Mikrotopografie - Nach dem Schleifen (HM-Flachschleifen)

D91C75M

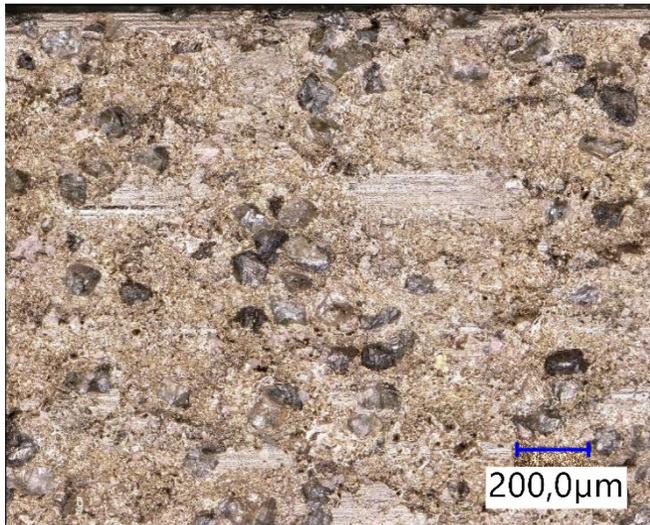
E109



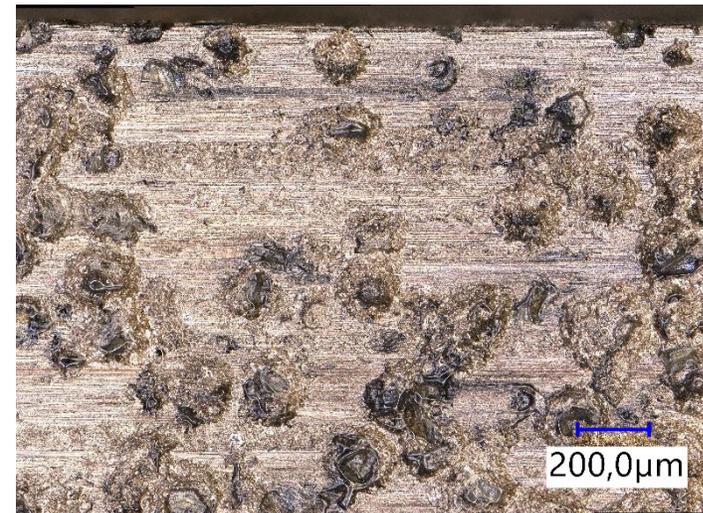
nach dem
Erodieren



E109 – E112



nach dem
Schleifen



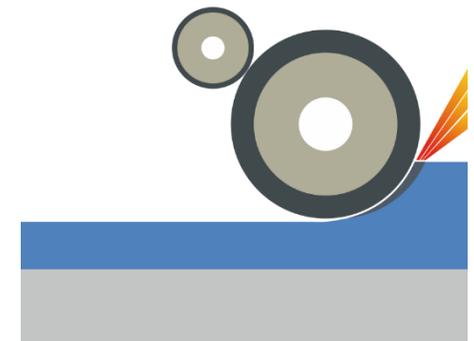
Fazit

- Drahtrodieren als ein effizientes, sicheres und innovatives Konditionierungsverfahren
- Zukunftsfähig bleiben – Anforderungen/ höhere Flexibilität
- Einsatz profilierter Schleifwerkzeuge beim Schleifen
 - komplizierte Profile / reduzierte Anzahl von Schleifscheiben bei komplexen Geometrien
 - feine Innenkonturen auf dem Schleifwerkzeug, höherer Kornüberstand
 - zerspanungsfreudige Mikrotopographie des Schleifwerkzeugs
 - optimierte Profilhaltigkeit und –genauigkeit
 - Nachprofilierbarkeit ohne Umspannen
- Mann-lose Konditionierung
- Komplett-Lösungen durch die Zusammenarbeit mit KSF/Mitsubishi

Bahman Azarhoushang, Heike Kitzig-Frank

Abricht- und Schleiftechnologie 1

Konditionieren von Schleifwerkzeugen -
Abrichten, Profilieren und Schärfen



<https://abricht-schleiftechnologie.de/>