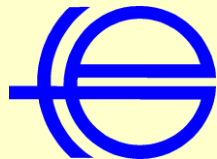


„Innovatives Oberflächenfinish von Präzisionszerspanungswerkzeugen vor und nach der Beschichtung“



Dipl.- Ing. Petra Preiß

GFE - Gesellschaft für Fertigungstechnik und Entwicklung Schmalkalden e.V.



www.gfe-net.de
www.otec.de



„Innovatives Oberflächenfinish von Präzisionszerspanungswerkzeugen vor und nach der Beschichtung“

Agenda:

Einleitung, Kurzvorstellung der GFE Schmalkalden e.V.

Moderne Werkzeugkonzepte durch optimale Schneidstoffe, Geometrien und Beschichtungen

Gezielte Herstellung der Schneidenmikrogestalt bei Präzisionswerkzeugen

Projektergebnisse und Anwendungsbeispiele

Zusammenfassung und Ausblick



GFE - Gesellschaft für Fertigungstechnik und Entwicklung Schmalkalden e.V.



GFE Schmalkalden e.V.



GFE – Versuchsfeld (Teilansicht)



- **Forschungs- und Entwicklungseinrichtung mit Schwerpunkt Werkzeuge / Zerspanungstechnologien**
- **gegründet am 17. Juni 1992 als gemeinnützige Forschungsvereinigung**
- **Gründungsmitglieder u.a.**
 - Fachverbände der Werkzeugindustrie VDMA/DPV, FWI
 - Unternehmen der Werkzeugindustrie
 - regionale und kommunale Körperschaften usw.
- **heute: 130 Mitglieder (davon ca. 90 produzierende Unternehmen)**
- **70 Mitarbeiter einschl. Tochterunternehmen**
- **Verbund- und Einzelprojekte u. a. des BMWi, BMBF, EU, TMWDDG, Stiftungen, Industrieprojekte, ZIM u.a.**
- **Umsatz: ca. 5 Mio € (2018)**
- **mehr als 500 nationale und internationale Fachveröffentlichungen (Autoren/Mitautoren Fachbücher, Dissertationen, Fachartikel in Zeitschriften, Tagungen: Vorträge, Poster...)**
- **Organisator/Mitveranstalter der „Schmalkalder Werkzeugtagungen“**



GFE e.V.

Gesellschaft für Fertigungstechnik und Entwicklung e.V.

Schmalkalden



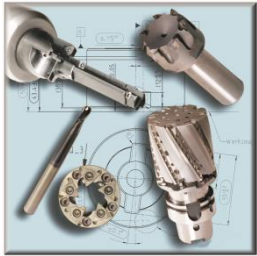
**Ihr Partner
rund ums
Werkzeug**



Gesellschaft für Fertigungstechnik und Entwicklung e.V.
Näherstiller Str. 10
98574 Schmalkalden

Tel.: +49(0)36 83/69 00-0
Fax: +49(0)36 83/69 00-16
e-mail: info@gfe-net.de
Internet: www.gfe-net.de





Entwicklung und Bewertung
von Präzisionswerkzeugen



Optimierung effektiver
Zerspanungstechnologien



Bearbeitung neuer
Werkstoffe

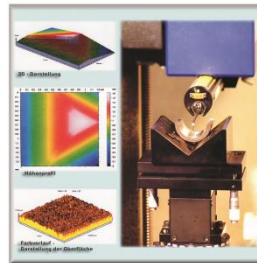
GFE Schmalkalden e.V.

- Institut für Werkzeugtechnik und Qualitätsmanagement (IWQ) -

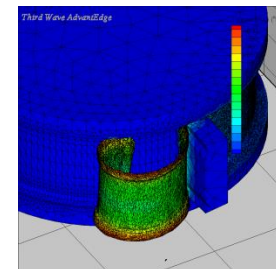
Entwicklung und
Bewertung von Verschleißschutz-/
Hartstoffschichten



Berechnungs-, Prüf- und
Messmethoden für Werkzeuge,
Bauteile und Schichtverbunde



Konstruktion /
Simulation



Präzisionsbearbeitung erfordert innovative Werkzeug- und Technologiekonzepte!



- Erhöhung der Produktivität
- Erhöhung des Zeitspanvolumens

- Reduzierung von Haupt- und Nebenzeiten
- Prozesskettenverkürzung

Innovative Werkzeugkonzepte

Schneidstoff

Art des Schneidstoffes,
Anpassung an die
Bearbeitungsaufgabe
(Qualität, Bearbeitung,
Lebensdauer...)



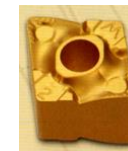
Geometrie

Makrogeometrie,
Spanraumgestaltung,
**Schneidenmikro-
geometrie/-gestalt**
...



Beschichtung

Art der Beschichtung
Schichthaftung
Herstellverfahren...

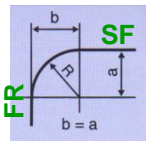


Charakterisierung der Schneidenmikrogeometrie / Schneidenmikrogestalt

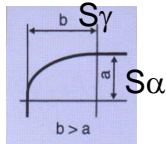
⇒ **Radius der Schneidkanten - r**
rundung

Größe

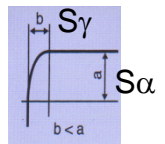
⇒ **Schneidenform**



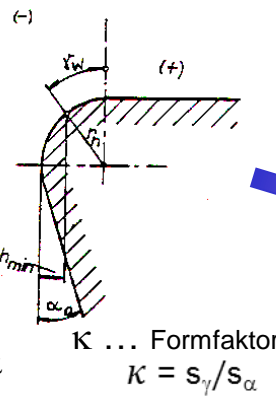
„idealer“
Radius
 $K = 1$



„Trompeten“-
Form $S_\gamma > S_\alpha$
 $K > 1$



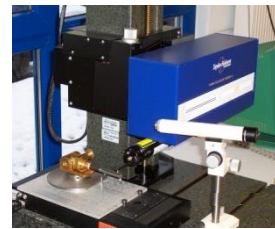
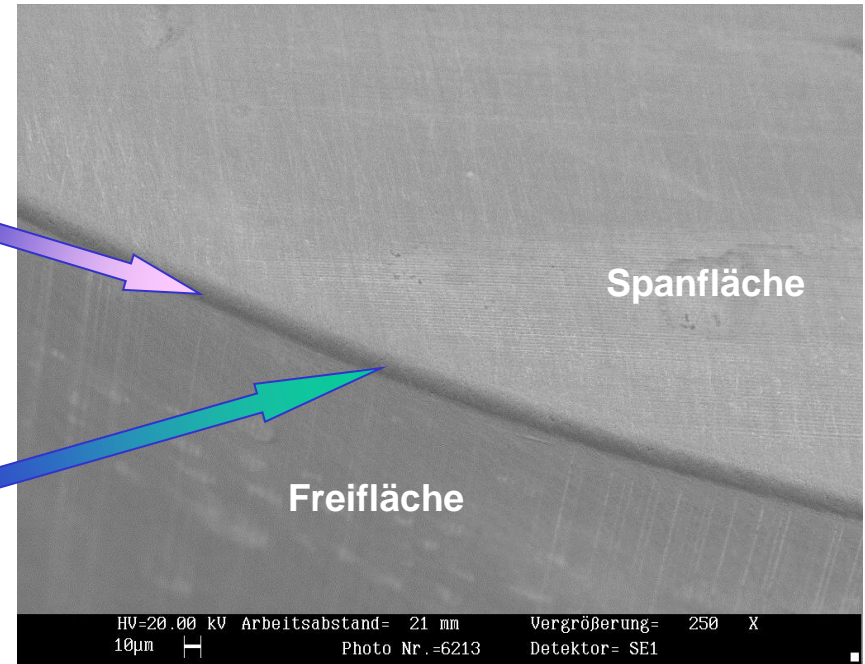
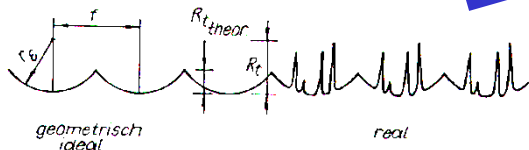
„Wasserfall“-
Form $S_\gamma < S_\alpha$
 $K < 1$



K ... Formfaktor
 $K = s_\gamma / s_\alpha$

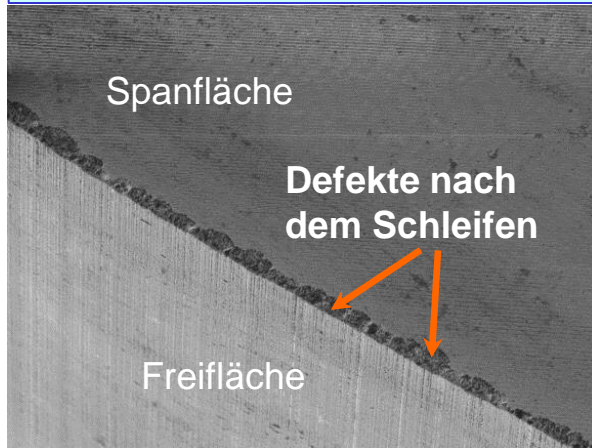
⇒ **Schneidkanten-**
schartigkeit

Größe der Rauheit
auf der Schneide



Gezielte Herstellung der Schneidenmikrogestalt bei Präzisionswerkzeugen

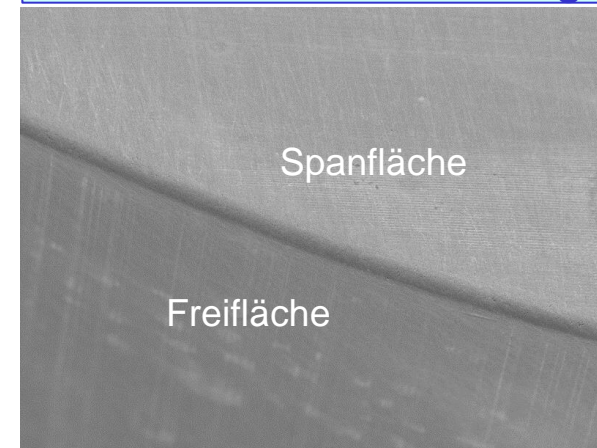
Gestalt nach dem Schleifen



Aufgaben und Ziele der Schneidkantenverrundung

- Erreichen einer gleichmäßigen Verrundung an der Schneide
- Minimierung der Schneidenschartigkeit
- Reproduzierbare Herstellung der Mikrogeometrie mit optimierten Parametern
- Optimierung von r_n → definierte Schneidkantenverrundung

Gestalt nach der Schneidkantenverrundung

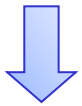


- Stabilisierung der Werkzeugschneide
- Deutliche Leistungssteigerung von Zerspanwerkzeugen durch gezielte Schneidkantenpräparation

⇒ **Aus „guten“ Schneiden „noch bessere“ machen!!**

Gezielte Herstellung der Schneidenmikrogestalt bei Präzisionswerkzeugen

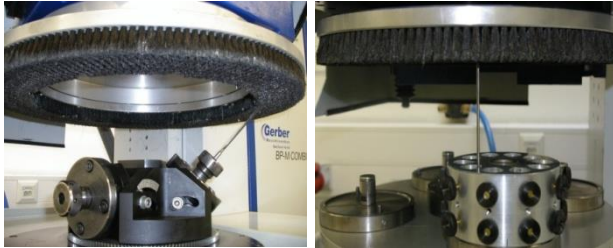
Schleppschleifen



prozessbestimmende Parameter: wie z. B.:
Eintauchtiefe
Drehzahl
Bearbeitungszeit

Einfluss vom Bearbeitungsmedium
Material
Korngröße

Bürstpolieren



prozessbestimmende Parameter: wie z. B.:
Bürstwinkel
Bürstzustellung
Bürstdauer

Einfluss der Bürste
Material
Korngröße

Magnetfinish



Einfluss des Magnetpulvers
Korngröße
Dosierung

relative Anordnung:
Bearbeitungskopf -
zu präparierendes Wz.
Bearbeitungszeit

Strahlen



prozessbestimmende Parameter: wie z. B.:
Strahlwinkel
Strahldruck
Bearbeitungszeit

Einfluss vom Strahlmedium
Material
Korngröße

Lasertec 20 Präzisionstool

LASERTEC PrecisionTool

PKD / CVD-D

ALL in 1: Schneidkante, Freiwinkel, Spanleitstufen



Hartmetall

Prototyping: Presswerkzeuge, Wendeschneidplatten



PKD / CBN

Schneiden / Separieren: Schneideinsätze



DMG

- Bearbeitung aller Schneidstoffe
- Herstellung nicht schleifbarer Geometrien
- Bearbeitung von Spanflächen und Schneidkanten
- Strukturierung von Oberflächen



Laserquelle: Faserlaser; Laserleistung: 100 W

Beispiel:

definierte Schneidkantenverrundungen
an Präzisionswerkzeugen,
hergestellt durch

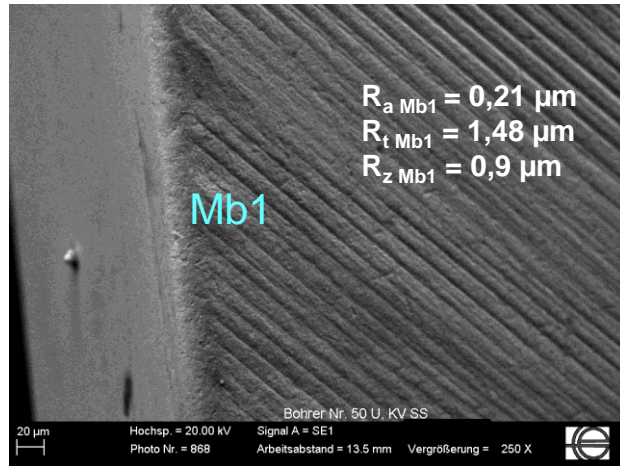
Schleppschleifen



Gezielte Herstellung der Schneidenmikrogestalt bei Präzisionswerkzeugen

Spiralbohrer, d= 8,5 mm

Schneidkantenverrundung mittels Schleppschleifen



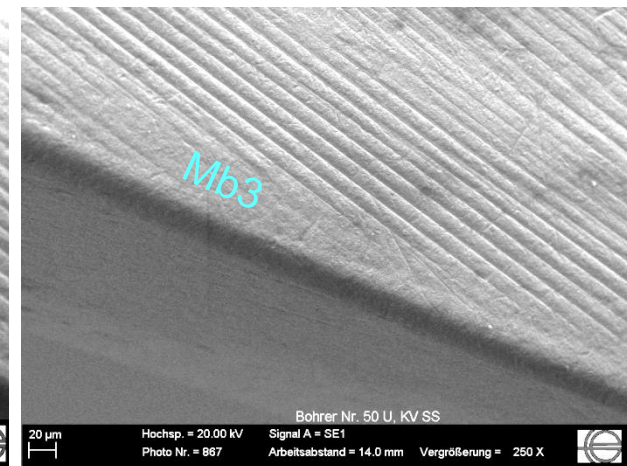
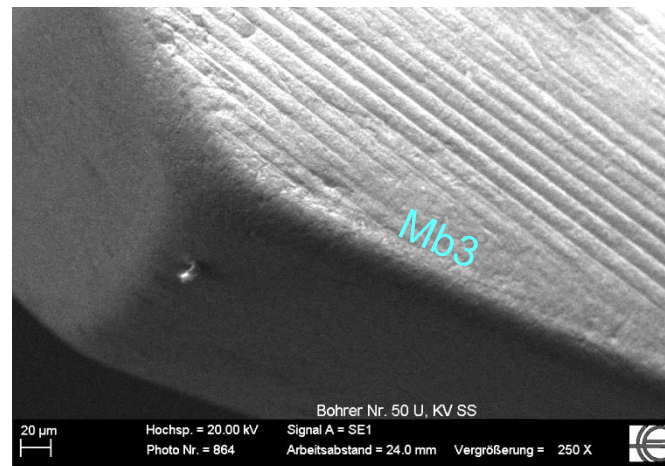
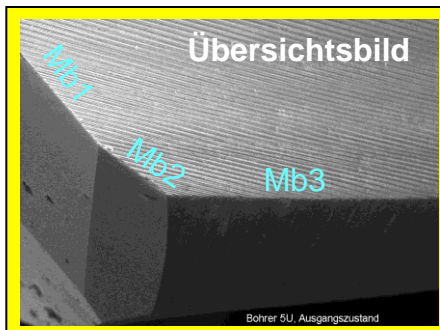
Bearbeitungsmedium: SIX

Drehzahl: 40 min⁻¹

Eintauchtiefe: 135 mm

Bearbeitungszeit: 14,0 min

Schneidkantenradius
 $r_n = 20\ \mu\text{m}$



Prinzipielles Vorgehen zur Erreichung einer optimalen Schneidenmikrogestalt



Projektergebnisse und Anwendungsbeispiele

Bohren von rostfreiem Stahl X2CrNiMo17-12-2 (1.4404) mit VHM-Bohrern



Versuchsdurchführung

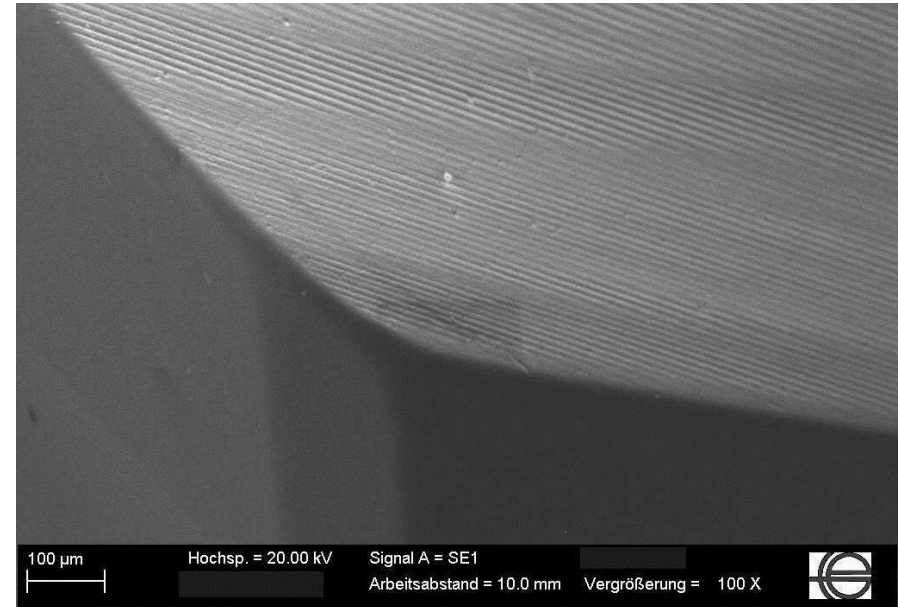
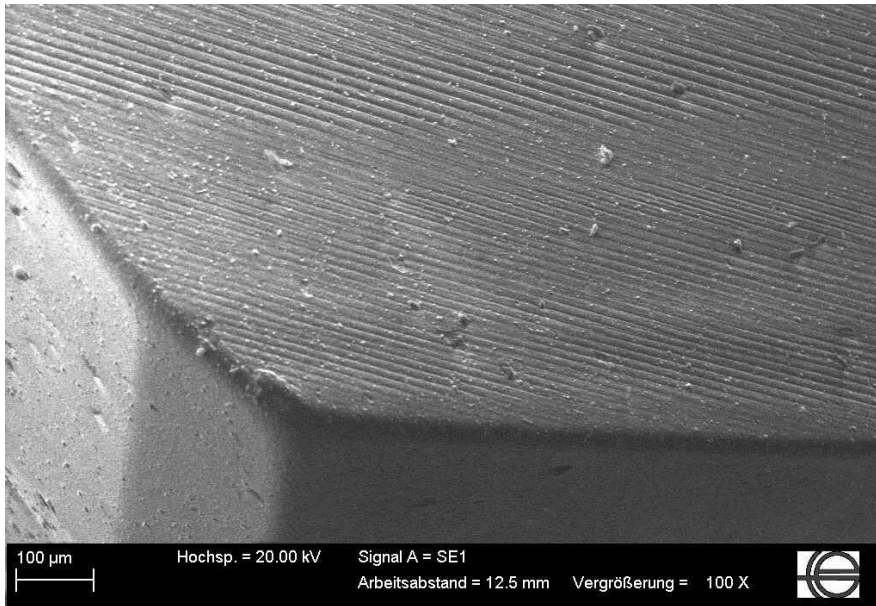
Einfluss von Schneidkantenverrundung und Schichtnachbehandlung auf den Wz.-Standweg

- Halbzeug: $\varnothing 190 \times 90$
- Werkzeuge: VHM-Wendelbohrer, $d = 8,5 \text{ mm}$
Schneidkantenverrundung: $20 \mu\text{m}$
AlCrN³-Schicht;
ohne Schichtnachbehandlung;
mit Schichtnachbehandlung
(in verschiedenen Variationen)
- Zerspanparameter:
 $v_c = 60 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
 $f_n = 0,14 \text{ mm}$
 $a_t = 42,5 \text{ mm (5xD)}$
- Maschinen: BAZ „DMC 64V“
Bearbeitung mit Kühlmittel
- Verschleißkriterium: $VB_{\text{max}} = 0,36 \text{ mm}$

Projektergebnisse und Anwendungsbeispiele

Bohren von rostfreiem Stahl X2CrNiMo17-12-2 (1.4404) mit VHM-Bohrern

Einfluss von Schneidkantenverrundung und Schichtnachbehandlung auf den Standweg von Wendelbohrern $d = 8,5$ mm



REM-Aufnahmen einer Schneide eines Präzisionsbohrers $d = 8,5$ mm

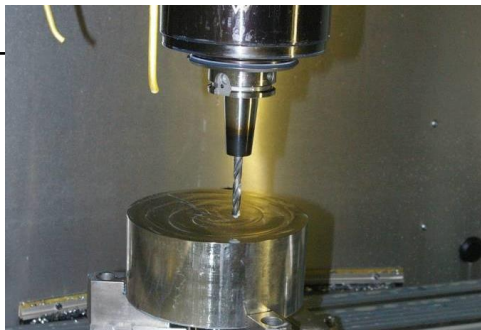
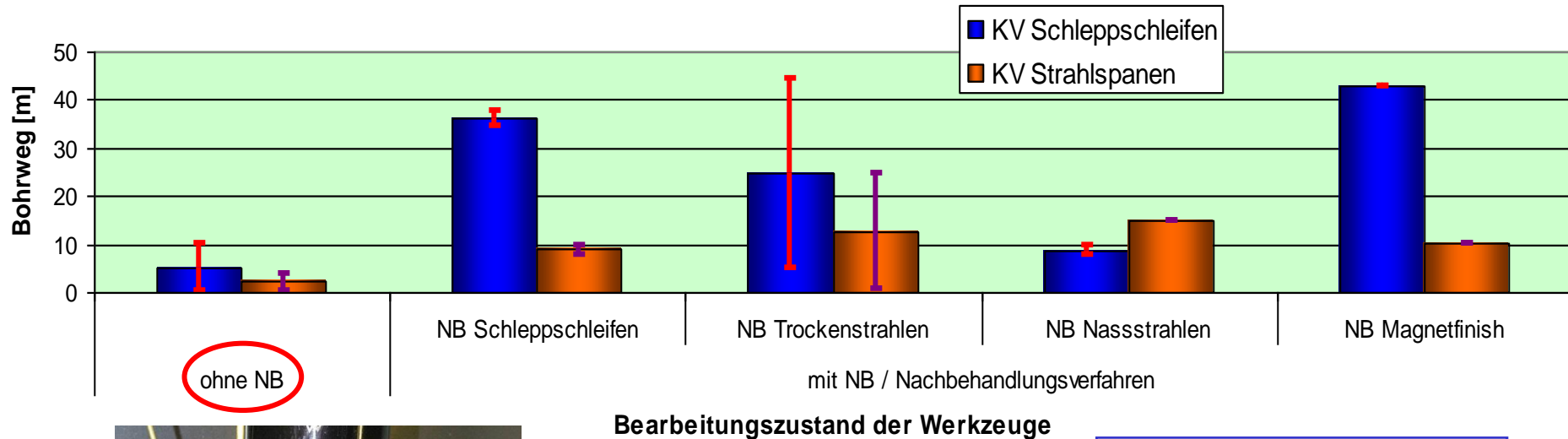
a) nach der Beschichtung (AlCrN³-Schicht);

b) nach Schichtnachbehandlung
(Schleppschleifen)

Projektergebnisse und Anwendungsbeispiele

Bohren von rostfreiem Stahl X2CrNiMo17-12-2 (1.4404) mit VHM-Bohrern

Realisierte Bohrwege (Mittelwerte) von beschichteten VHM-Bohrern RT100VA, $d=8,5\text{mm}$, ohne und mit Schichtnachbehandlung (NB durch versch. Verfahren ausgeführt);
Bearbeitung von 1.4404 bis Erreichen des Standzeitendes der Wz. ($VB_{\text{max}} > 0,36\text{ mm}$)



Bearbeitungsparameter:

$v_c = 60\text{ m/min}$
 $f_n = 0,14\text{ mm}$
 $a_t = 42,5\text{ mm}$



Projektergebnisse und Anwendungsbeispiele

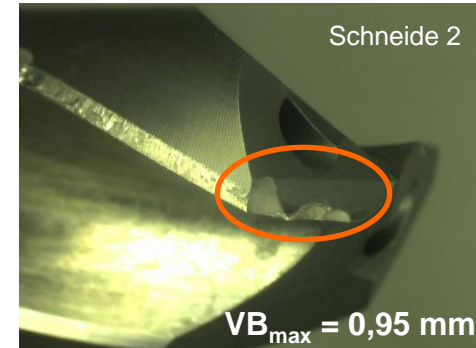
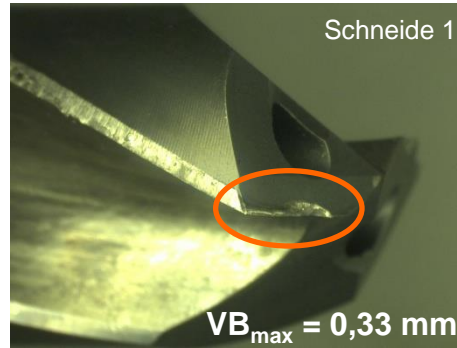
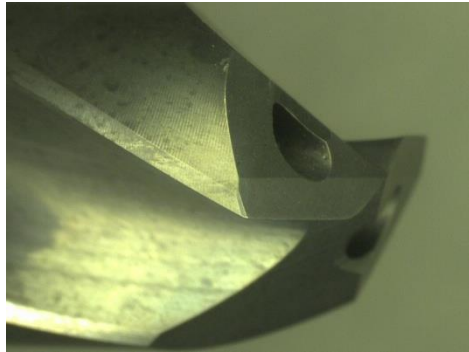
Bohren von rostfreiem Stahl X2CrNiMo17-12-2 (1.4404) mit VHM-Bohrern

Bsp.: Vorbehandlung Schleppscheifen - AlCrN³-Schicht - ohne Schichtnachbehandlung

Werkzeugzustand:
neu

Freiflächenverschleiß

nach Bohrweg 0,5 m



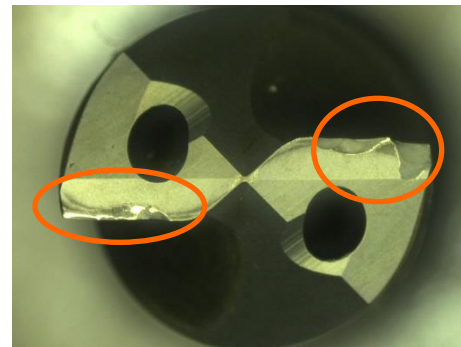
Material-
Aufschweißungen /
Aufbauschneiden-
bildung;
Ausbrüche

Bohren von 1.4404

*const. Bearbeitungs-
parameter:*

$v_c = 60 \text{ m/min}$
 $f_n = 0,14 \text{ mm}$
 $a_t = 42,5 \text{ mm}$

nach Bohrweg 0,5 m



- ⇒ Spänestau
- ⇒ Bildung von Späneknäuel am Werkzeug
- ⇒ Schneidenausbrüche/ Werkzeugbruch

Projektergebnisse und Anwendungsbeispiele

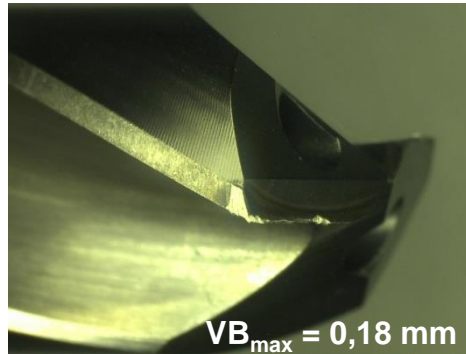
Bohren von rostfreiem Stahl X2CrNiMo17-12-2 (1.4404) mit VHM-Bohrern

Bsp.: Vorbehandlung Schleppscheifen - AlCrN³-Schicht - Schichtnachbehandlung mittels Schleppscheifen

Werkzeugzustand:
neu

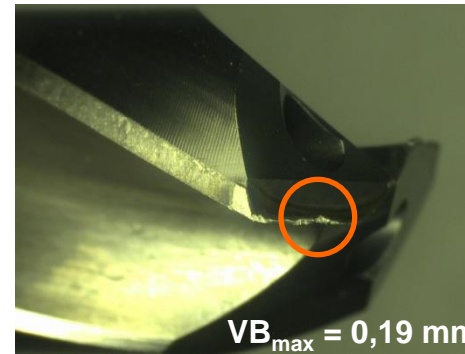
Freiflächenverschleiß

nach Bohrweg 9,9 m



VB_{max} = 0,18 mm

nach Bohrweg 19,8 m



VB_{max} = 0,19 mm

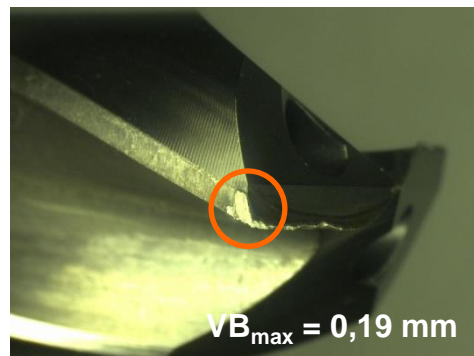
Aufbauschneiden-
bildung

Bohren von 1.4404

const. Bearbeitungs-
parameter:

$v_c = 60$ m/min
 $f_n = 0,14$ mm
 $a_t = 42,5$ mm

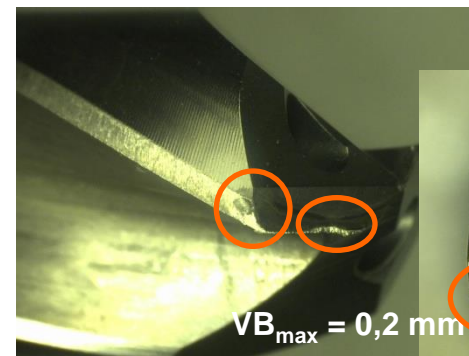
nach Bohrweg 29,7 m



VB_{max} = 0,19 mm

Eckenverschleiß

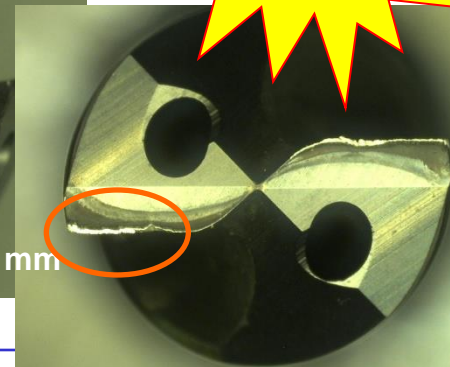
nach Bohrweg 34,6 m



VB_{max} = 0,2 mm

Schneidenausbrüche

Bohrerbruch
nach 37,8 m



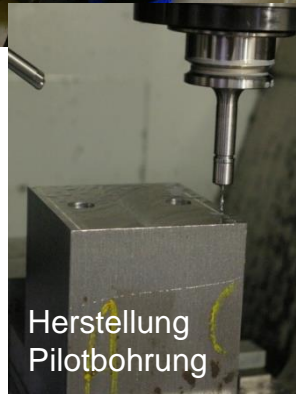
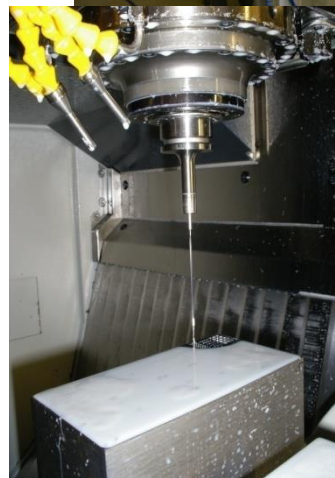
Tieflochbohren von Vergütungsstahl 42CrMo4

Einfluss der Schneidkantenverrundung und Schichtnachbehandlung auf den Standweg von Tieflochbohrern $d = 5$ mm

Versuchsdurchführung:

- Zerspanungsparameter $v_c = 82$ m/min
 $f_n = 0,03$ mm
 $a_t = 130$ mm
- Pilotbohrung: $a_{t \text{ Pilot}} = 7,5$ mm
- Kühlmitteldruck: $p = 70$ bar
- Verschleißkriterium: $VB_{\max} = 0,3$ mm

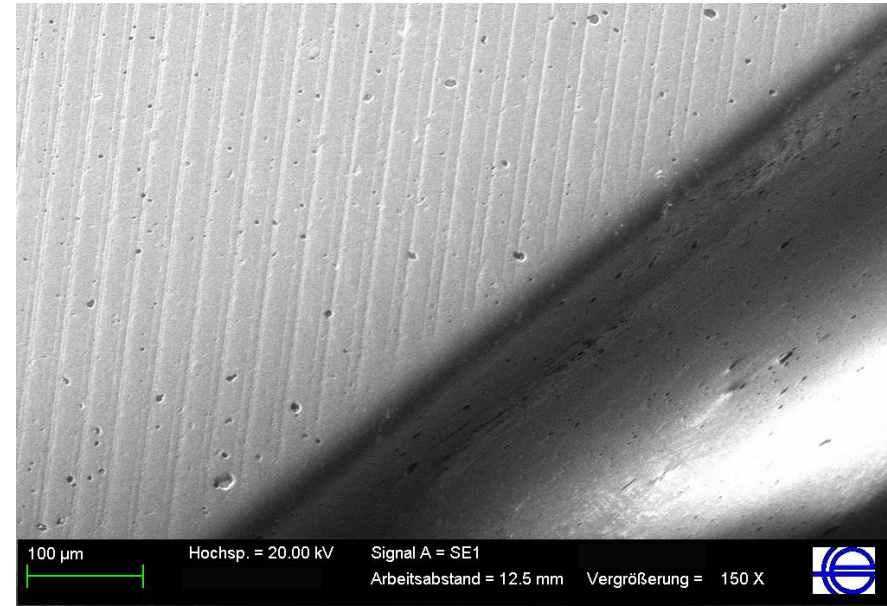
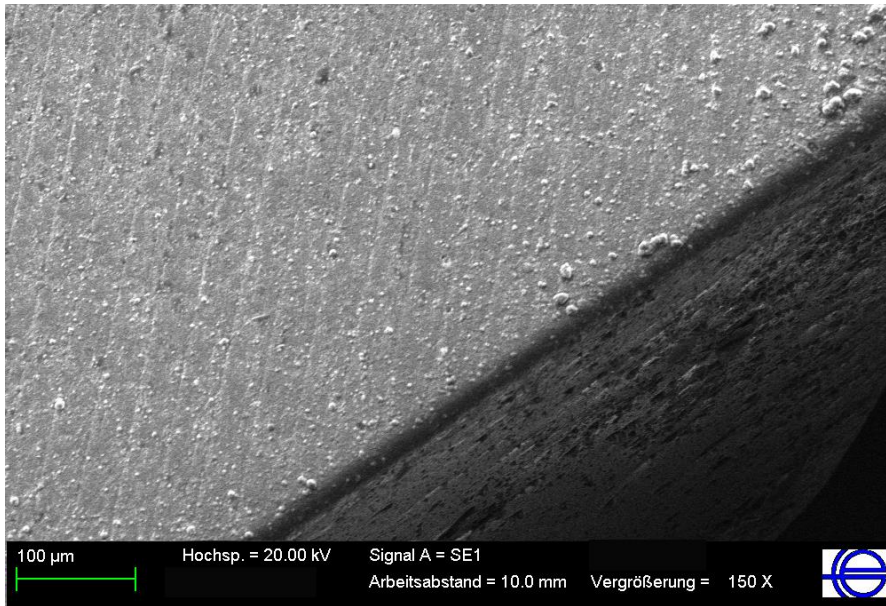
Einsatz auf Bearbeitungszentren



Herstellung
Pilotbohrung

Tieflochbohren von Vergütungsstahl 42CrMo4

Einfluss von Schneidkantenverrundung und Schichtnachbehandlung auf den Standweg von Tieflochbohrern $d = 5$ mm



REM-Aufnahmen einer Schneide eines Einlippentieflochbohrers $d = 5$ mm

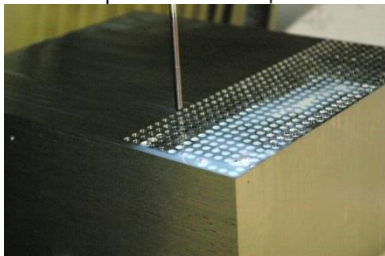
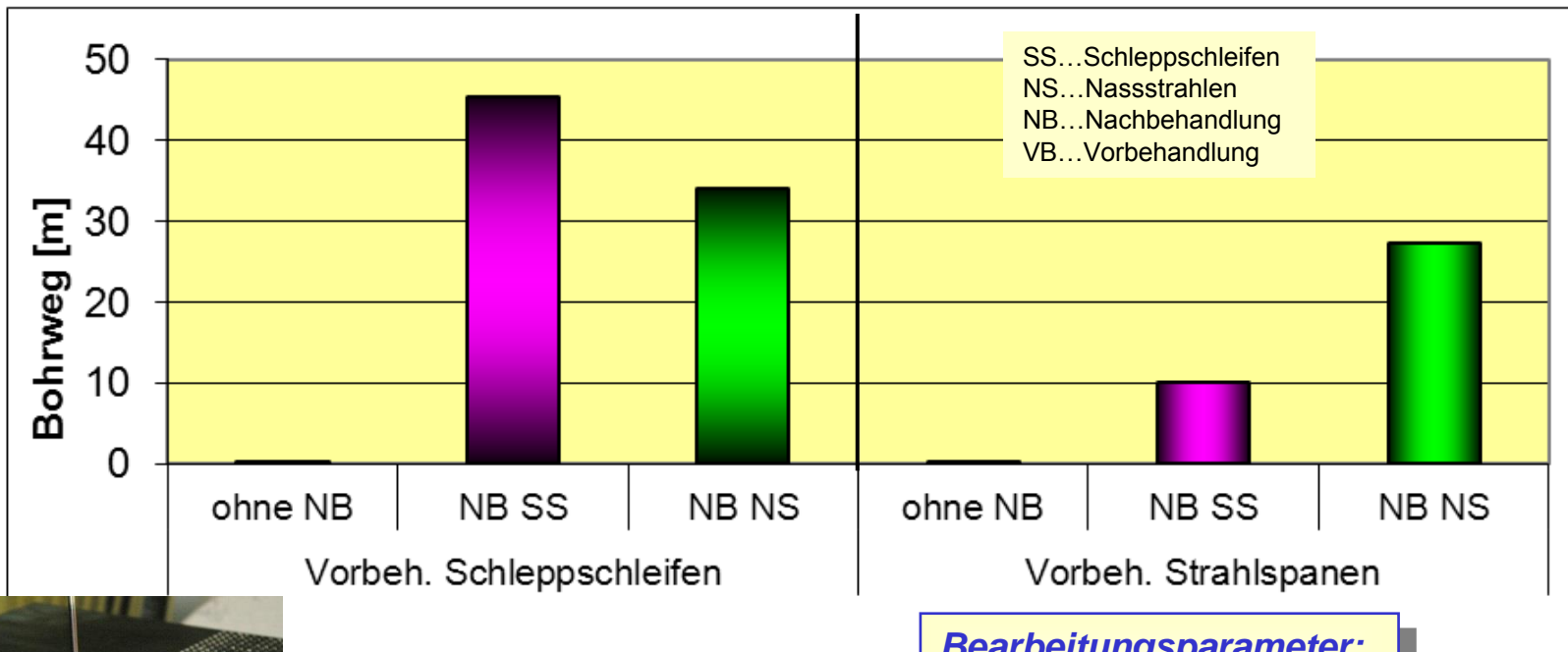
a) nach der Beschichtung (nACRo³-Schicht)

b) nach Schichtnachbehandlung
(Schleppscheifen)

Projektergebnisse und Anwendungsbeispiele

Tieflochbohren von Vergütungsstahl 42CrMo4

Einfluss von Schneidkantenverrundung und Schichtnachbehandlung auf den Standweg von Tieflochbohrern $d = 5$ mm



Bearbeitungsparameter:

$v = 82$ m/min

$f_n = 0,03$ mm

$a_t = 130$ mm



Zusammenarbeit im Forschungsprojekt „Schichtnachbehandlung II“

Das Projekt des

AiF-Forschungsvorhaben-Nr. 20034 BG/1



wird über die



vom



gefördert.

„Qualitäts- und Leistungssteigerung für die Bohrungsfinebearbeitung mittels lokal angepasster Schneidkantenmikrogestalt durch gezielte Schichtvor- und -nachbehandlung am Beispiel von Reibwerkzeugen“

Schichtvor- und Schichtnachbehandlung von Reibwerkzeugen

Nassstrahlspanen
(Schwerpunkt
Schichtvorbehandlung)



Schleppsleifen
(Schichtvor- und
Schichtnachbehandlung)



Laserschärfen
(Schwerpunkt
Schichtnachbehandlung)



Nassstrahlen
(Schwerpunkt
Schichtnachbehandlung)

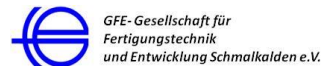


Effekte der Schichtnachbehandlung:

- ⇒ Glätten der Schicht
- ⇒ Polieren der Spannutt

- besserer Spanfluss
- höhere Werkzeugstandzeiten
- deutliche Leistungssteigerung von Präzisionszerspannungswerkzeugen

Forschungsstellen:



Fa. **OTEC** im
Projektbegleitenden
Ausschuss



Zusammenfassung und Ausblick

- ➔ In Abhängigkeit vom geschliffenen Ausgangszustand der Werkzeuge werden:
 - a) definierte, gleichmäßige Schneidkantenverrundungen mit verschiedenen Verfahren reproduzierbar hergestellt
 - b) minimierte Schneidenschartigkeiten erreicht
- ➔ Voraussetzung dafür sind optimal aufeinander abgestimmte Parameter der Verrundungsverfahren sowie eine definierte Schneidenlage im Prozess
- ➔ Ein signifikanter Einfluss der Schneidenmikrogestalt auf den Zerspanprozess bzw. das Fertigungsergebnis wurde nachgewiesen:
VHM-Werkzeuge mit optimierter Schneidkantenverrundung in Verbindung mit Beschichtung und Schichtnachbehandlung ermöglichen eine Verschleißminderung sowie eine deutliche Standzeiterhöhung bei den untersuchten Anwendungsfällen
- ➔ Schichtnachbehandlung ermöglicht Entfernung von Droplets; Glätten der Schicht; Polieren der Spannut ⇒ dadurch besserer Spanfluss und damit deutlich höhere Werkzeugstandzeiten
- ➔ Optimale Schneidkantenmikrogestalten sind das Ergebnis eines „iterativen Prozesses“, dessen Wissensbasis in Zusammenarbeit von Forschung, Entwicklung und Anwendung ständig zu erweitern ist !

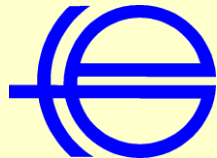


Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !



Dipl.- Ing. Petra Preiß

GFE - Gesellschaft für Fertigungstechnik und Entwicklung Schmalkalden e.V.



www.gfe-net.de
www.otec.de

