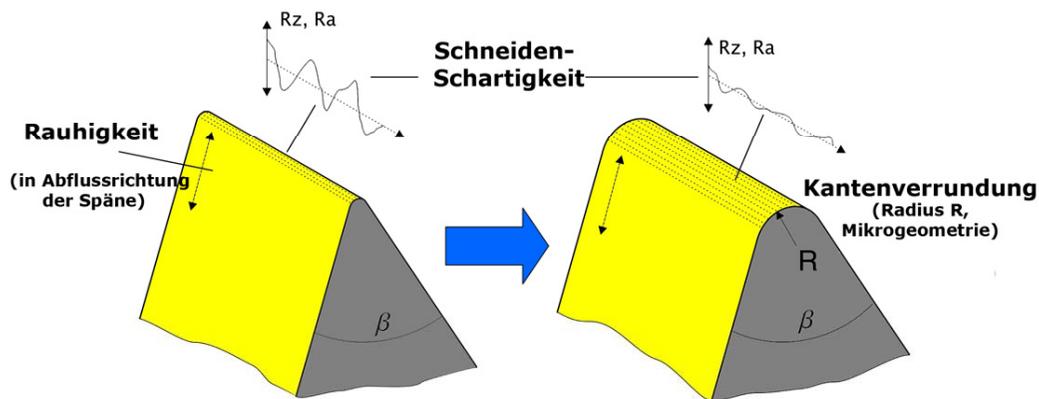
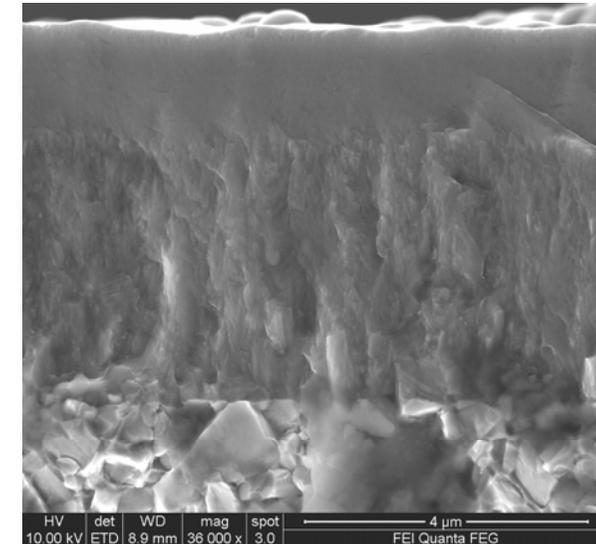
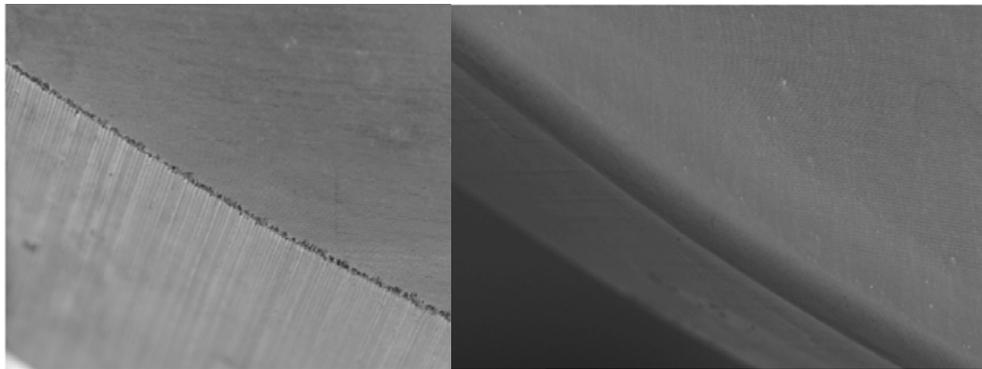


Mikrogeometrie und Nanoschichten für Zerspanungswerkzeuge Schlüsselfaktoren zur HPC



T. Cselle, M. Morstein, A. Luemkemann,
PLATIT AG, Selzach, Schweiz

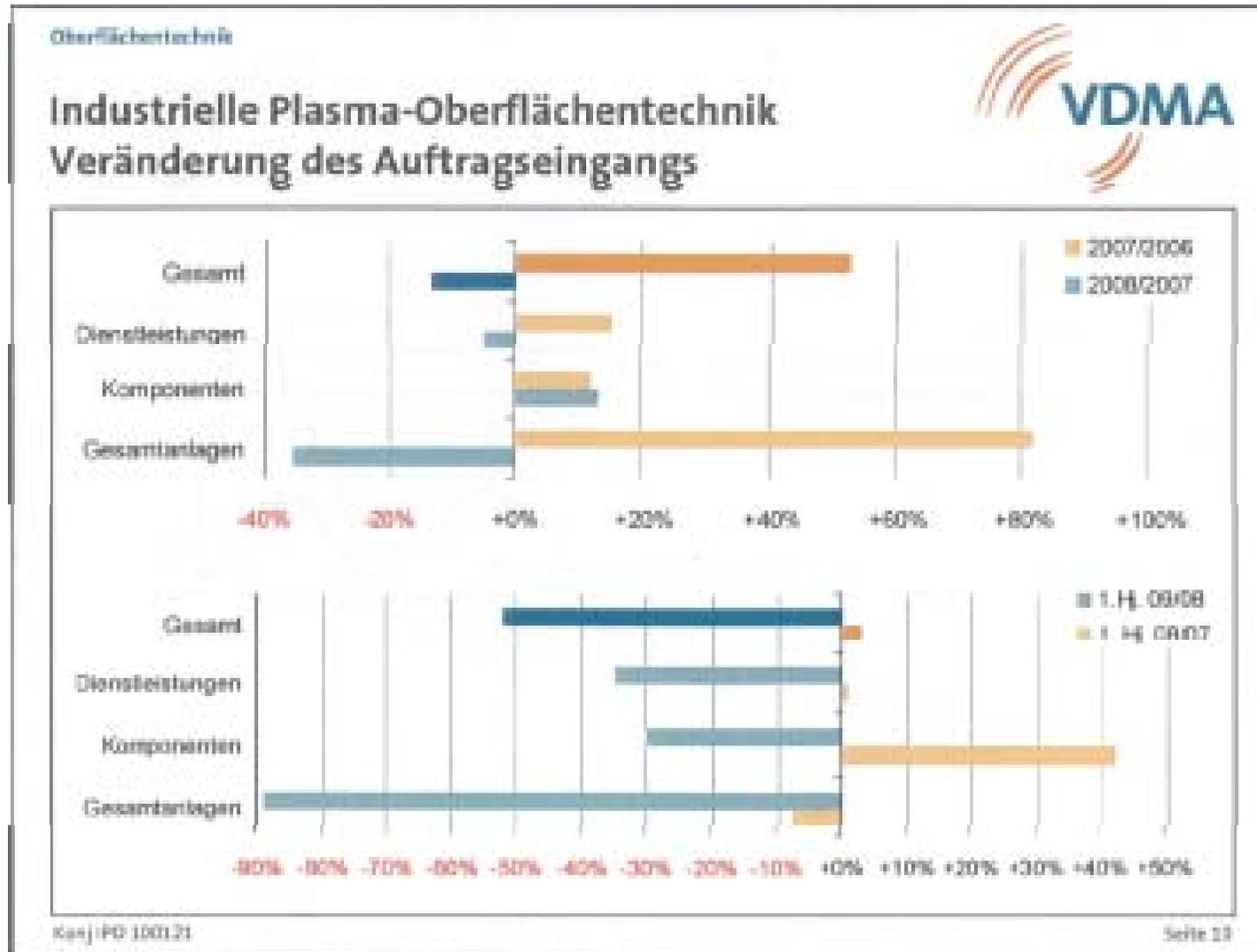


INHALT

1. Die Bedeutung der dedicated Schichten
2. Die Bedeutung der Schneidkantenpräparation
3. Kombination und Anwendung von dedicated Nanoschichten, TripleCoatings^{3®} und von dedicated Schneidkantenpräparationen
 - 3.1 Die „klassischen“ Standard-TripleCoatings^{3®} zur universellen Anwendbarkeit
 1. nACo^{3®}
 2. nACRo^{3®}
 3. nATCRo^{3®}
 - 3.2 Die TripleCoatings^{3®} ohne Silizium
 1. AlCrN^{3®} zum Mikro-Abwälzfräsen
 2. AlTiCrN^{3®} zum Feinstanzen
 3. AlTiN^{3®}
 - 3.3 Die „getunten“ TripleCoatings mit Silizium
 1. TiXCo^{3®} zum Superhartfräsen
 2. nACoX^{3®} zum trockenen Drehen
 3. UserTriple³ zum ...
4. Freisetzen der beschichteten Schneiden
5. Zusammenfassung



Beschichtungsanlagenherstellung durch die Krise besonders stark betroffen



aber trotzdem ->



“Schneidstoff und Werkzeuggeometrie beherrschen alle führenden Werkzeughersteller. Die Wettbewerbsfähigkeit wird durch die angewandte Beschichtungstechnologie entschieden.“

M. Müller, Walter AG,
Werkzeugtagung, Schmalkalden, 2004

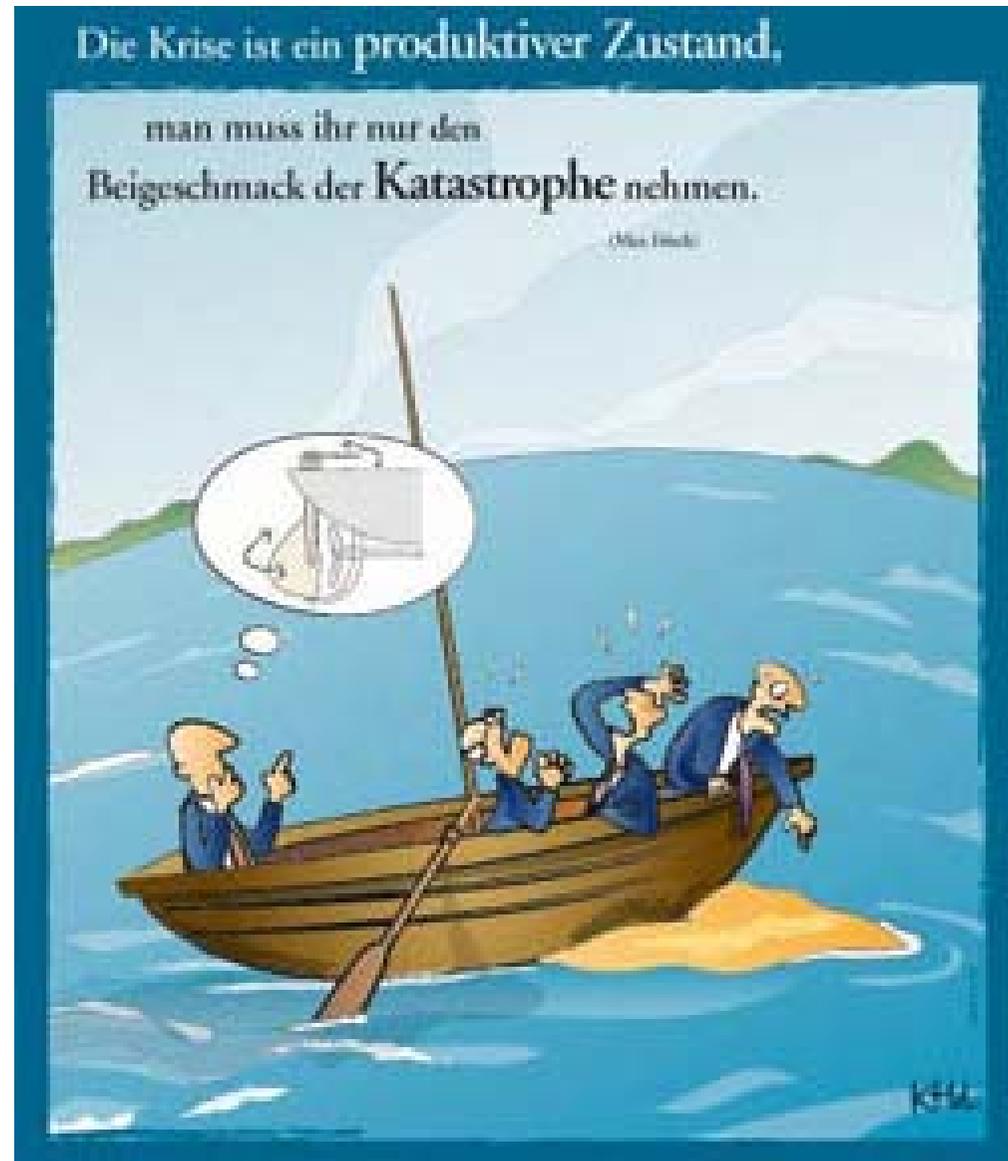
Die Beschichtungstechnologie
Soll durch

-Innovative Anlagen und Schichten

sowie durch

-Blue Ocean Marketing

aus der Krise verstärkt herauskommen!

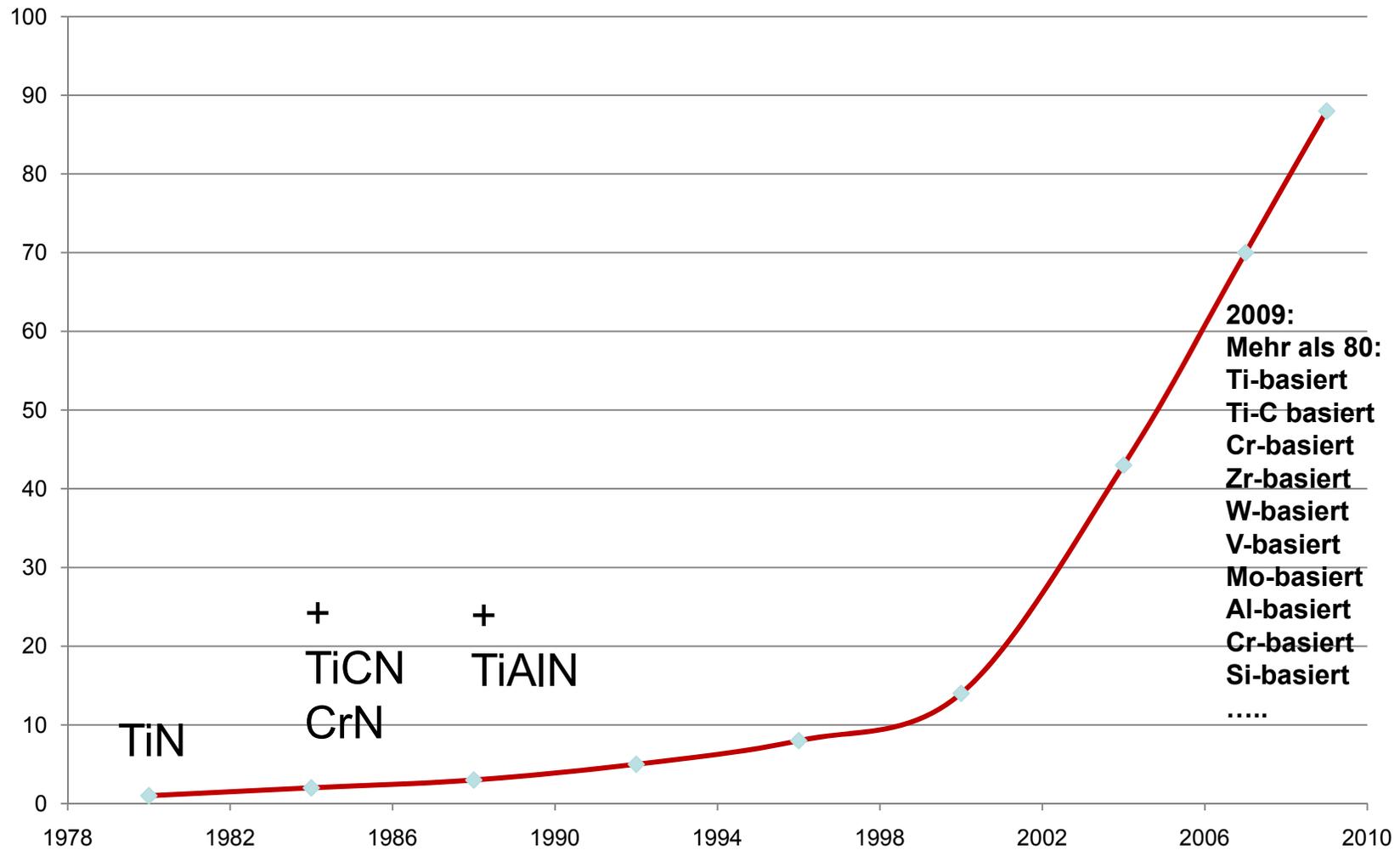


INHALT

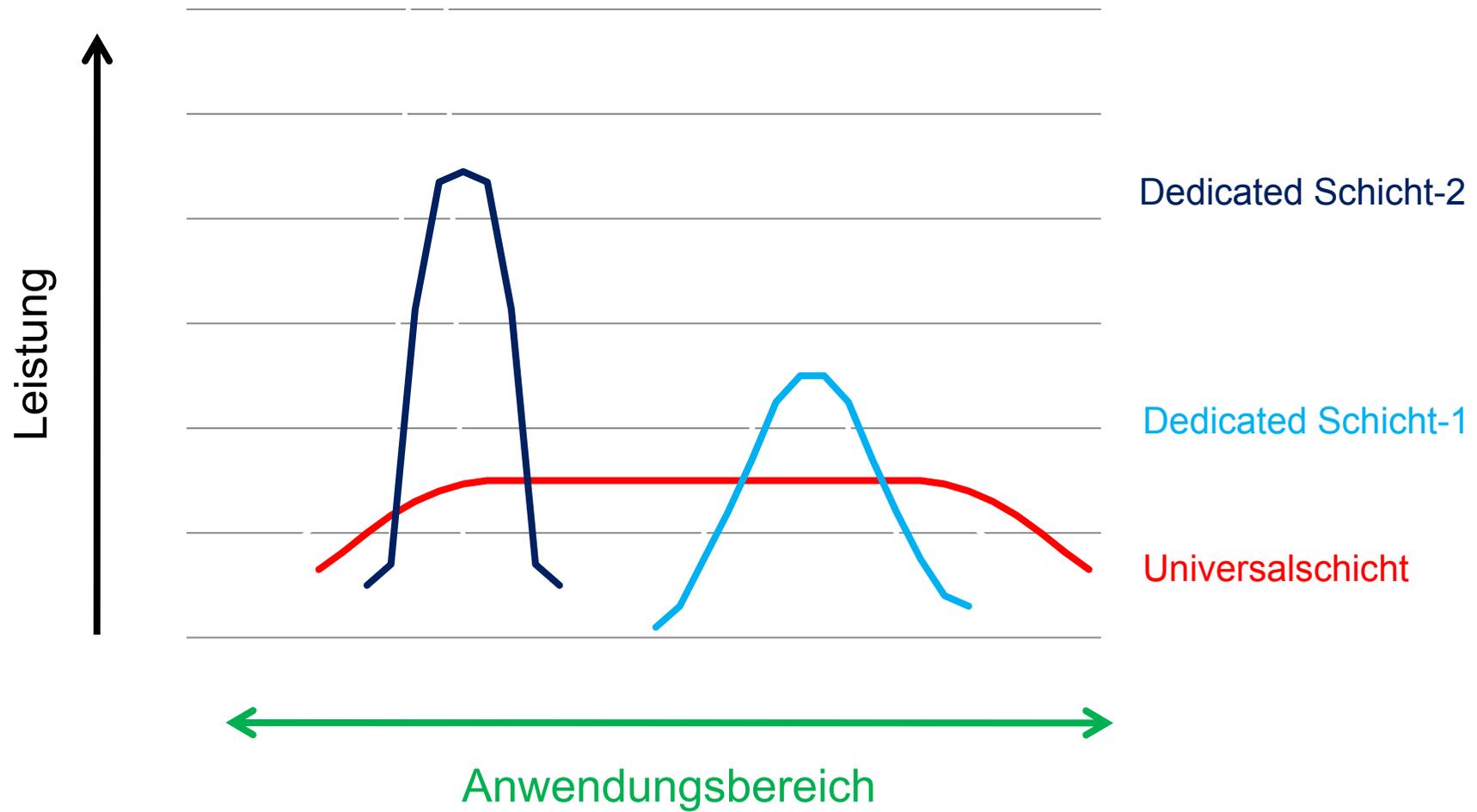
1. **Die Bedeutung der dedicated Schichten**
2. Die Bedeutung der Schneidkantenpräparation
3. Kombination und Anwendung von dedicated Nanoschichten, TripleCoatings^{3®} und von dedicated Schneidkantenpräparationen
 - 3.1 Die „klassischen“ Standard-TripleCoatings^{3®} zur universellen Anwendbarkeit
 1. nACo^{3®}
 2. nACRo^{3®}
 3. nATCRo^{3®}
 - 3.2 Die TripleCoatings^{3®} ohne Silizium
 1. AlCrN^{3®} zum Mikro-Abwälzfräsen
 2. AlTiCrN^{3®} zum Feinstanzen
 3. AlTiN^{3®}
 - 3.3 Die „getunten“ TripleCoatings mit Silizium
 1. TiXCo^{3®} zum Superhartfräsen
 2. nACoX^{3®} zum trockenen Drehen
 3. UserTriple³ zum ...
4. Freisetzen der beschichteten Schneiden
5. Zusammenfassung



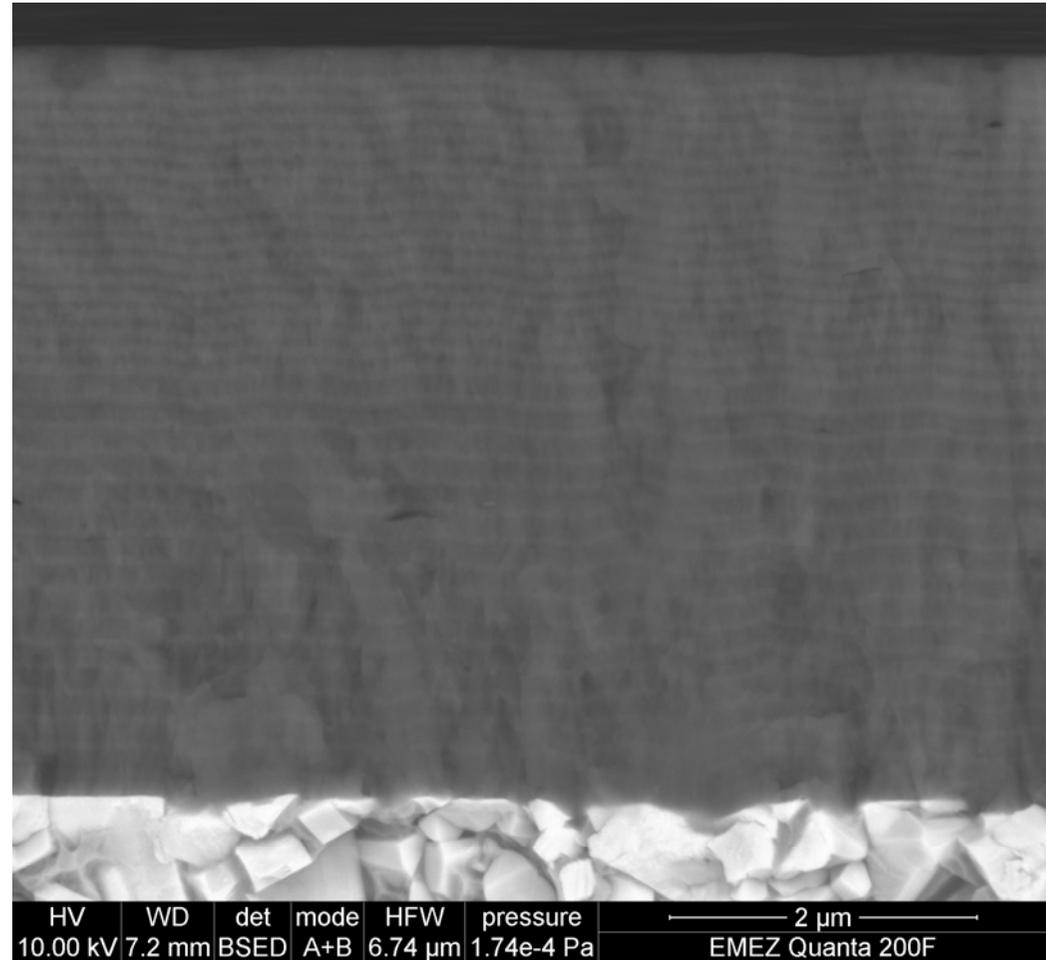
Standard-Schichten für Werkzeuge in den letzten 30 Jahren



Dedicated (an die Anwendung angepasste) Schichten können die Leistung enorm steigern



LMT-NANOSPHERE: Massgeschneiderte Werkzeugbeschichtung für Abwälzfräser



Referenz: Gemeinschaftsprojekt LMT-Fette, Oberkochen, Schwarzenbek - TU Magdeburg, IFQ – PLATIT AG, Selzach (CH)



Flexible Beschichtung mit LARC-Technologie



Kathodekonfiguration (Ti & Al & Cr) für alle der folgenden Schichten:

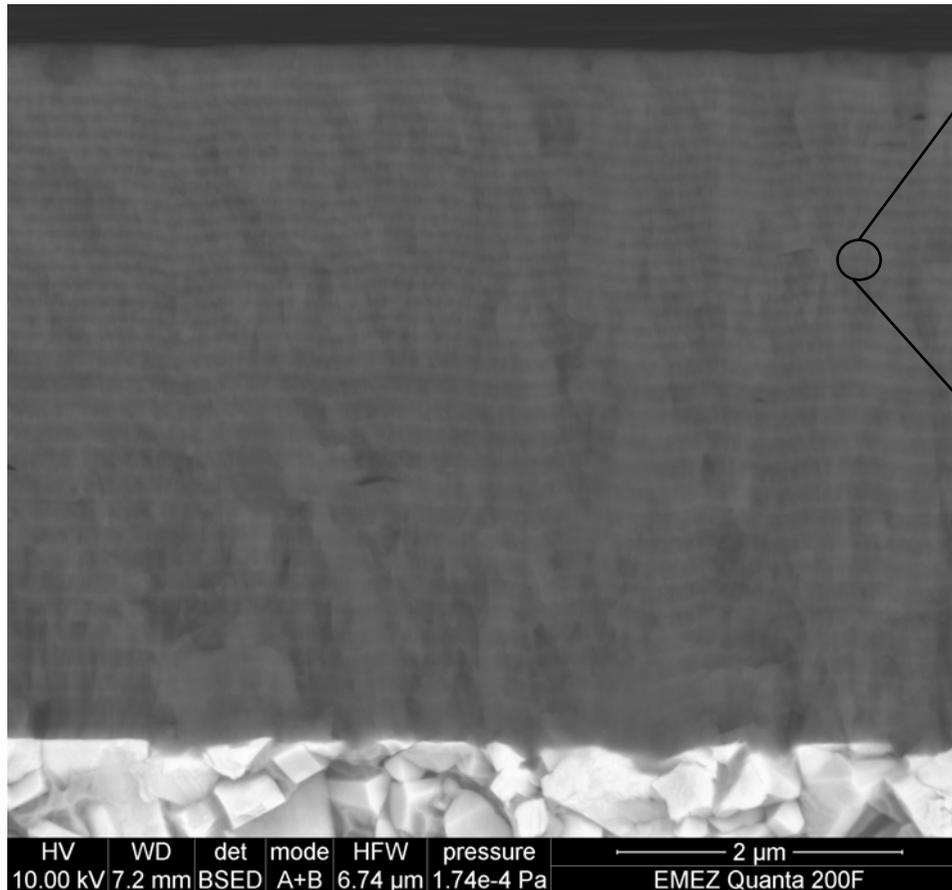
- TiN, TiCN, TiCN-MP, Ti₂N, SuperTiN;
- TiAlN (50/50%), AlTiN (60/40, 67/33%);
- TiAlCN (75/25, 80/20%)
- CrN, CrTiN, AlCrN (70/30, 80/20%)
- TiAlCrN = All-in-One
- alle Schichten auch mit DLC-Top-Schicht



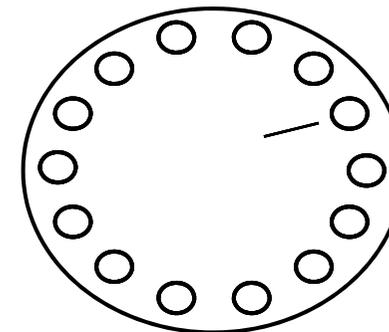
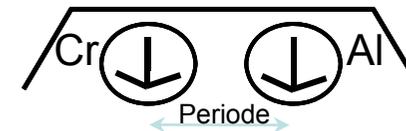
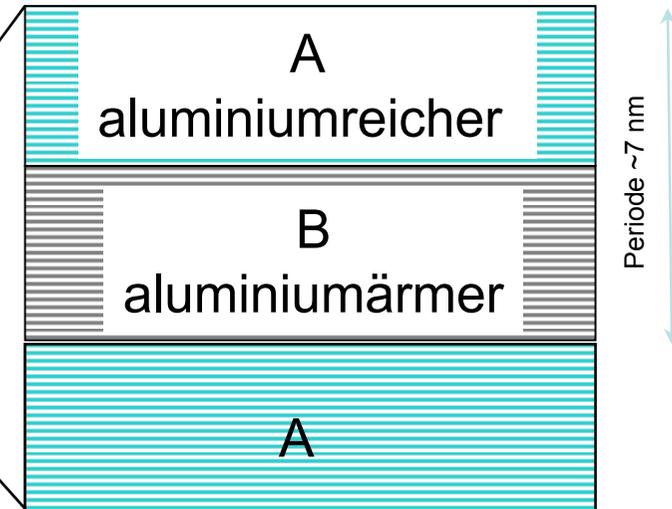
Was zeichnet NANOSPHERE aus ?

Mehrlagiger nanostrukturierte Aufbau

Multilayer-Grundstruktur



Nanolayer in Multilayer

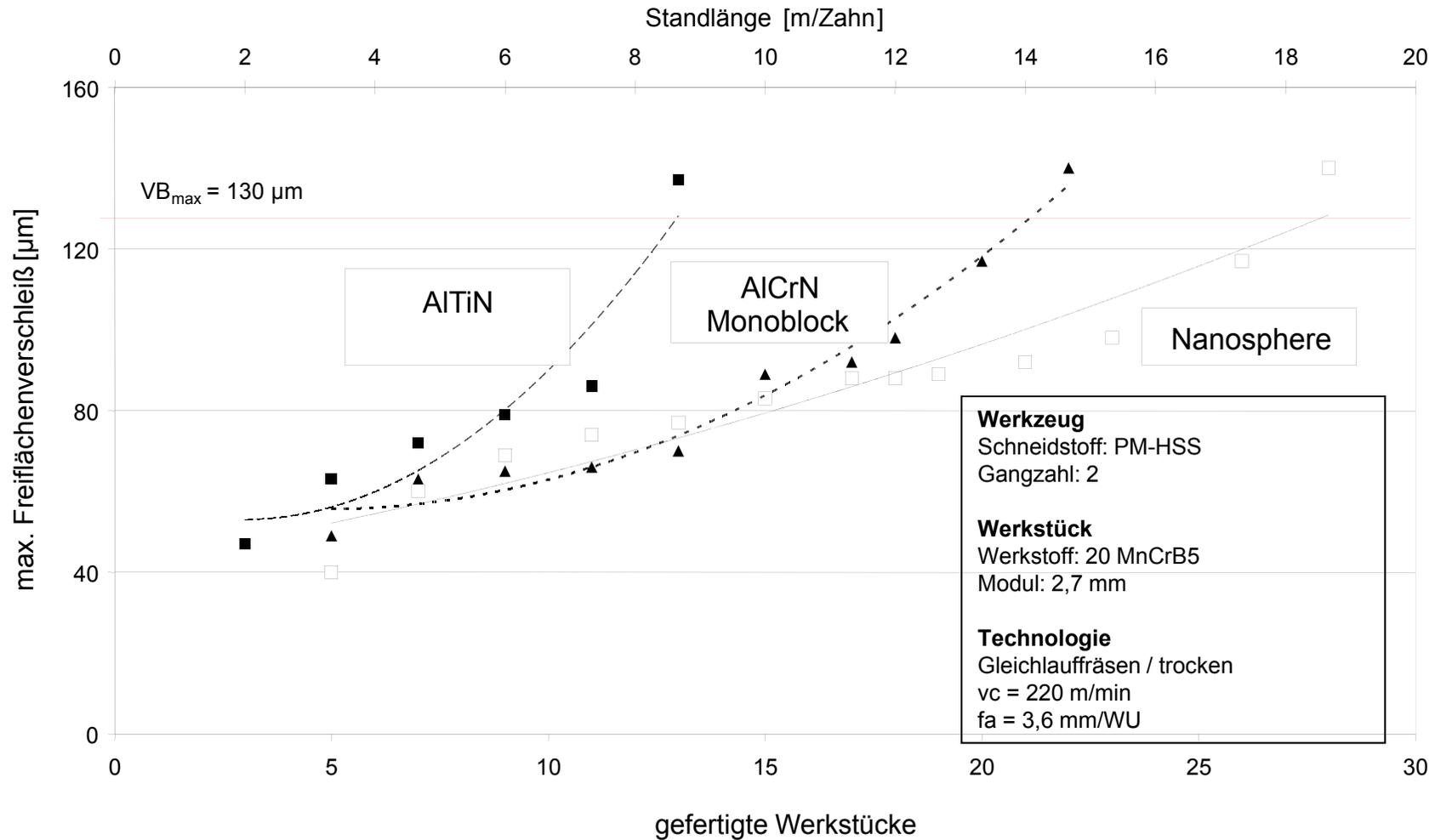


Bestimmt durch
Kathodenanordnung
und
Substrate-Rotation

Erzeugt durch ARC-Steuerung



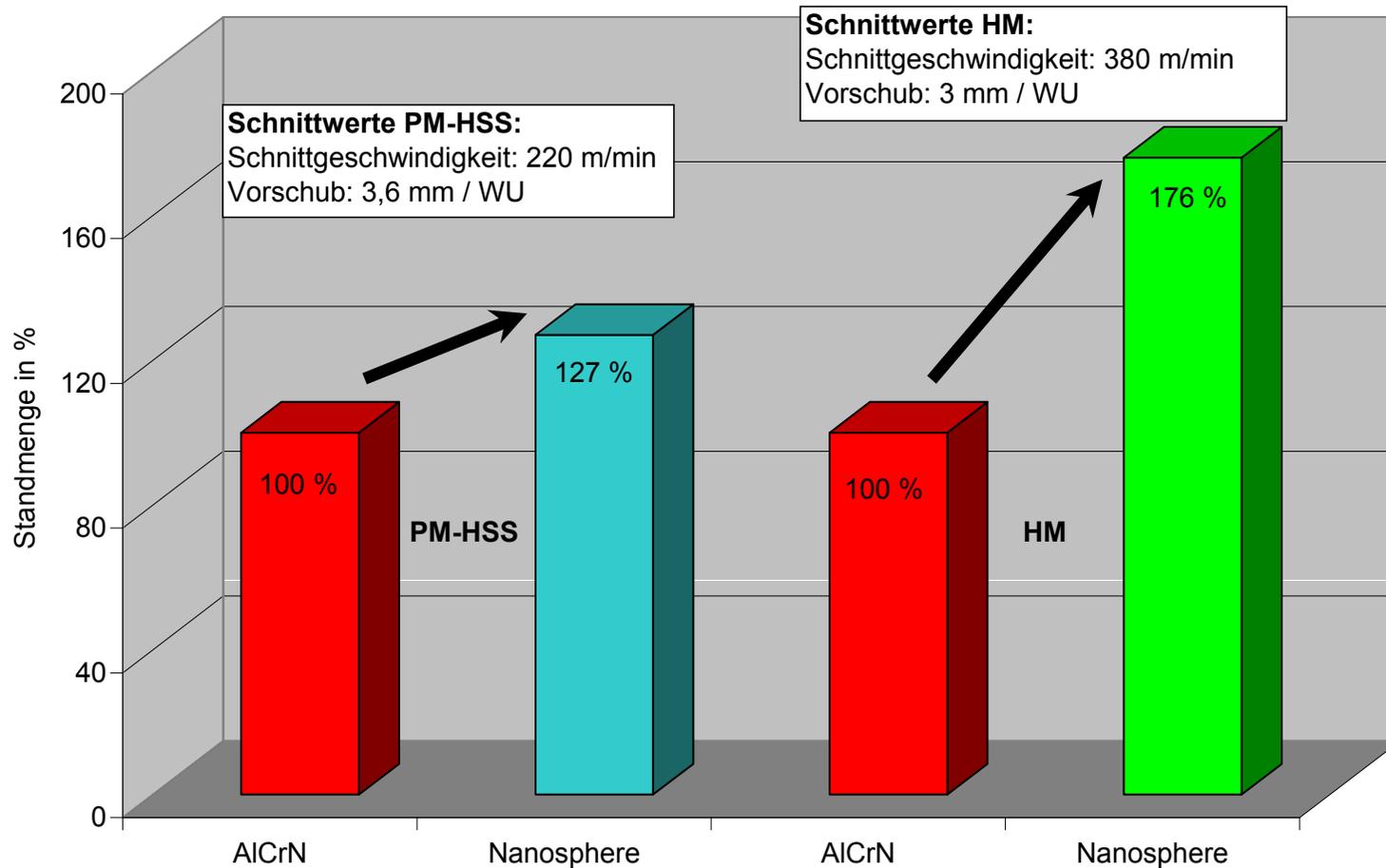
Verschleissverlauf beim trockenen Schlagzahnfräsen



Referenz: Gemeinschaftsprojekt LMT-Fette, Oberkochen, Schwarzenbek - TU Magdeburg, IFQ – PLATITE AG, Selzach (CH)



Ergebnisüberblick Laborversuche IFQ trocken



Referenz: Gemeinschaftsprojekt LMT-Fette, Oberkochen, Schwarzenbek - TU Magdeburg, IFQ – PLATIT AG, Selzach (CH)

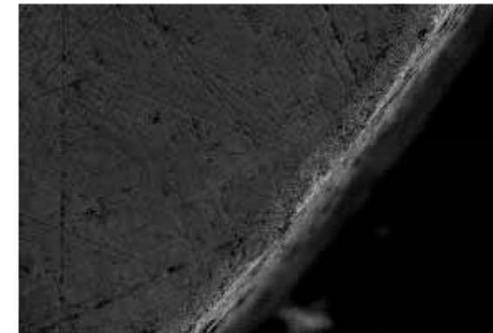
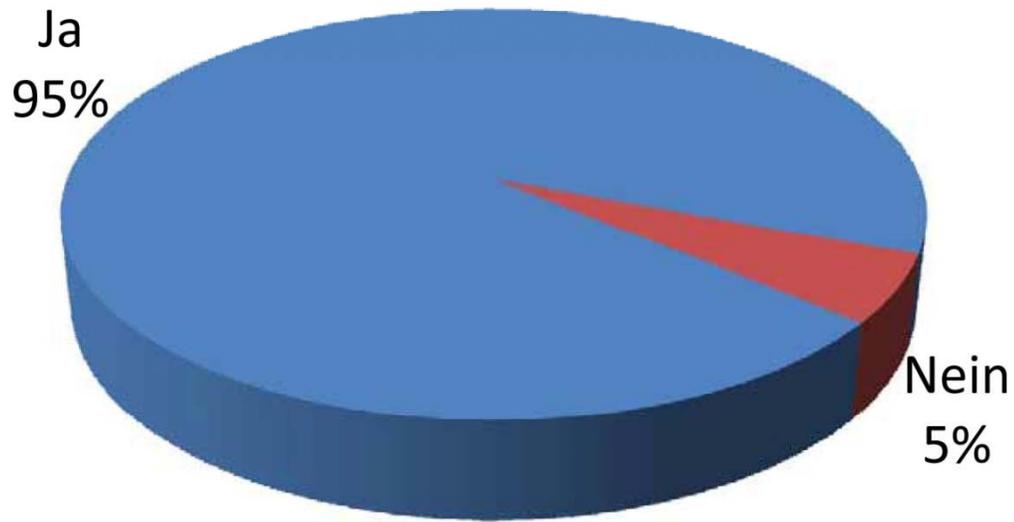


INHALT

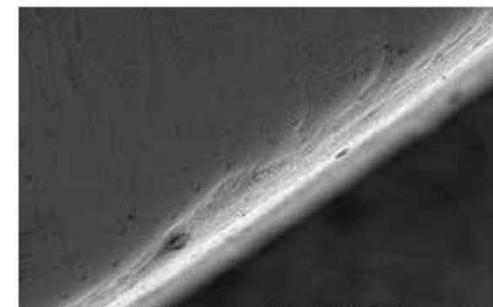
1. Die Bedeutung der dedicated Schichten
2. **Die Bedeutung der Schneidkantenpräparation**
3. Kombination und Anwendung von dedicated Nanoschichten, TripleCoatings^{3®} und von dedicated Schneidkantenpräparationen
 - 3.1 Die „klassischen“ Standard-TripleCoatings^{3®} zur universellen Anwendbarkeit
 1. nACo^{3®}
 2. nACRo^{3®}
 3. nATCRo^{3®}
 - 3.2 Die TripleCoatings^{3®} ohne Silizium
 1. AlCrN^{3®} zum Mikro-Abwälzfräsen
 2. AlTiCrN^{3®} zum Feinstanzen
 3. AlTiN^{3®}
 - 3.3 Die „getunten“ TripleCoatings mit Silizium
 1. TiXCo^{3®} zum Superhartfräsen
 2. nACoX^{3®} zum trockenen Drehen
 3. UserTriple³ zum ...
4. Freisetzen der beschichteten Schneiden
5. Zusammenfassung



Beschäftigen Sie sich mit der Schneidkantenpräparation bzw. der Mikrogestaltung von Schneiden geometrisch bestimmter Zerspanwerkzeuge?



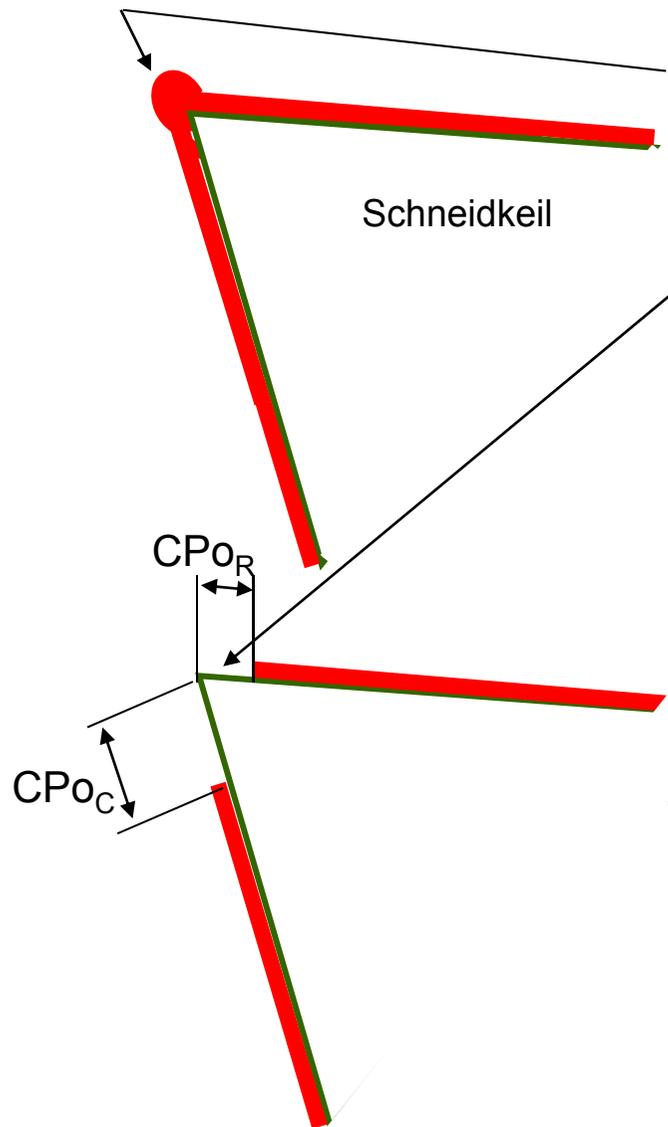
■ Planschleifen 10 µm



■ Strömungsschleifen 10 µm



Zusammenhang; Schneidenpräparation und Beschichtung oder warum brauchen die Schichten eine Schneidenpräparation



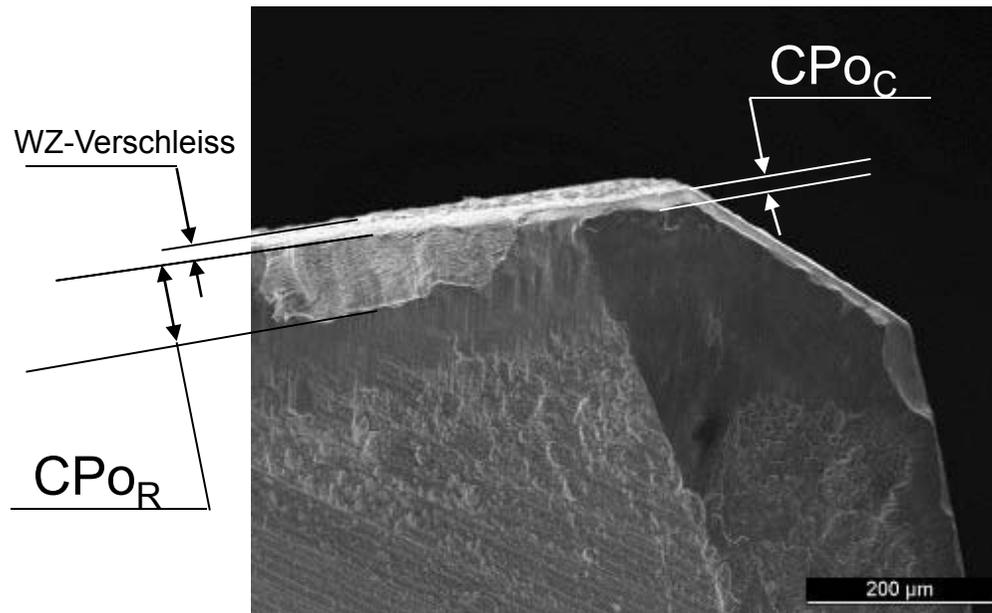
1. Direkt an der scharfen Schneide weist die PVD-Schicht eine enorm hohe interne Spannung auf.
2. Wegen dieser hohen internen Spannung platzt die Schicht direkt an der Schneide nach wenigen Schnitten ab.
3. Die Güte der Schicht kann durch ihre Fähigkeit charakterisiert werden wie lange und wie klein die Abstände CPO_R and CPO_C durch die Schicht gehalten werden können.

CPO_R : coating's peeling off an der Spanfläche
 CPO_C : coating's peeling off an der Freifläche

4. Die Ziele der Schneidenkantenpräparation sind;
 - der Schicht zu helfen die Abstände CPO_R und CPO_C lange klein zu halten und dafür
 - die Schneide zu "entschärfen"
 - einen weichen Übergang für die Schicht zwischen Span- und Freifläche zu schaffen
 - dadurch die interne Spannung der Schicht zu reduzieren
 - aber dabei das Werkzeug nicht stumpf zu machen

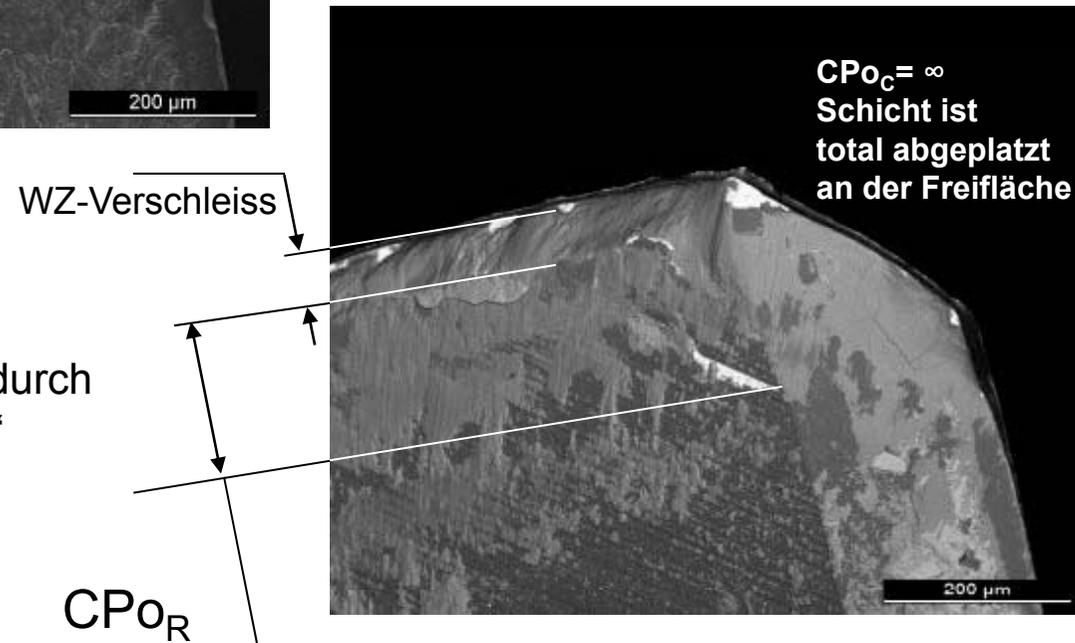


Zusammenhang; Schneidenpräparation und Beschichtung oder warum brauchen die Schichten eine Schneidenpräparation

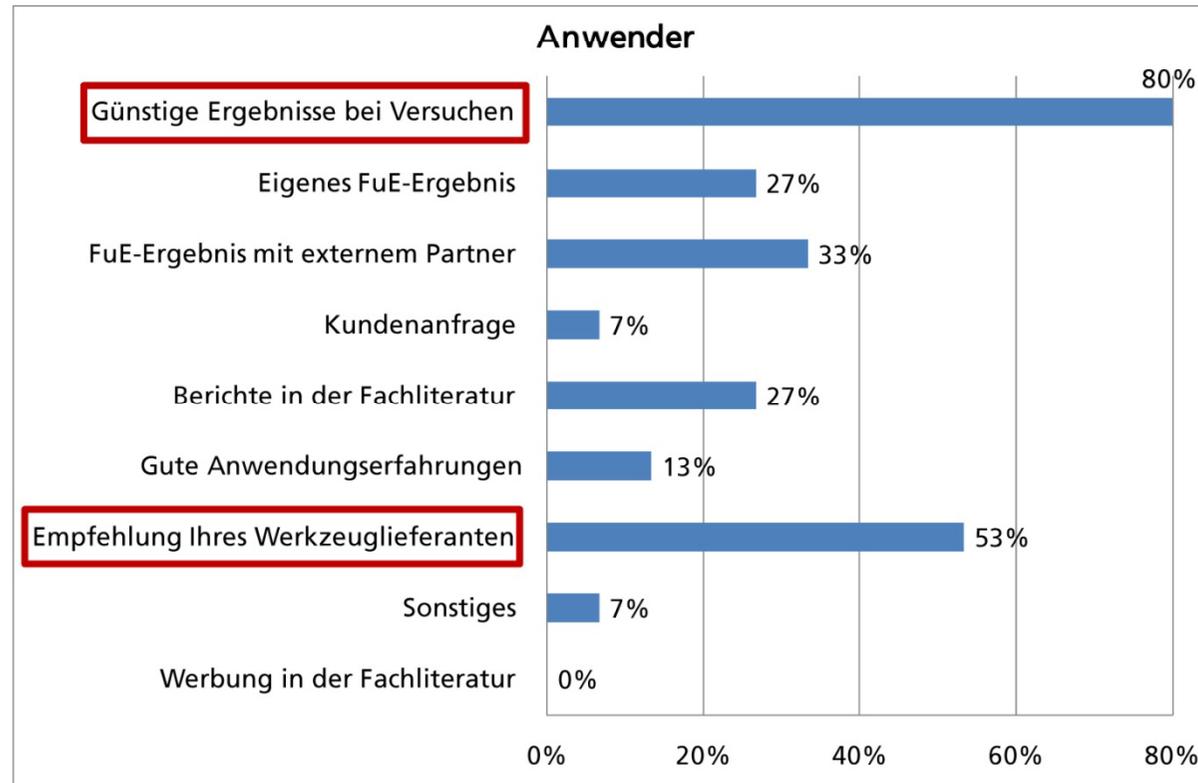


Schichtabplatzungen und
Werkzeugverschleiss
an einem Schaftfräser behandelt durch
die Schneidkantenpräparation "A"
nach 40m Standweg

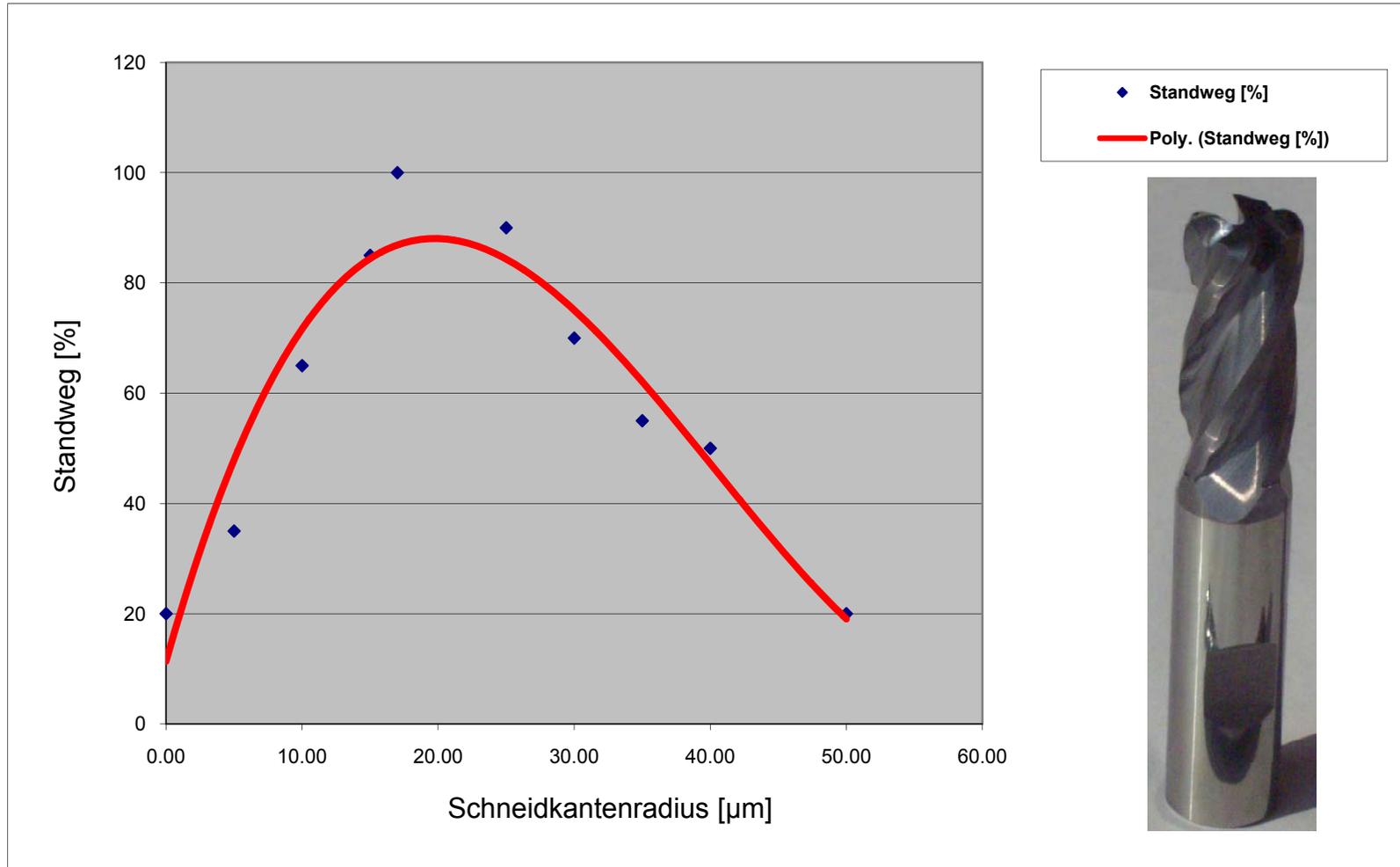
Schichtabplatzungen und
Werkzeugverschleiss
an einem Schaftfräser behandelt durch
die Schneidkantenpräparation "B"
nach 40m Standweg



Was veranlasste Ihr Unternehmen zur Untersuchung / Herstellung / Verwendung von schneidkantenpräparierten Zerspanwerkzeugen?



Einfluss der Schneidenpräparation auf das Zerspanverhalten beschichteter **VHM-TORUSFRÄSER** im Kaltarbeitsstahl



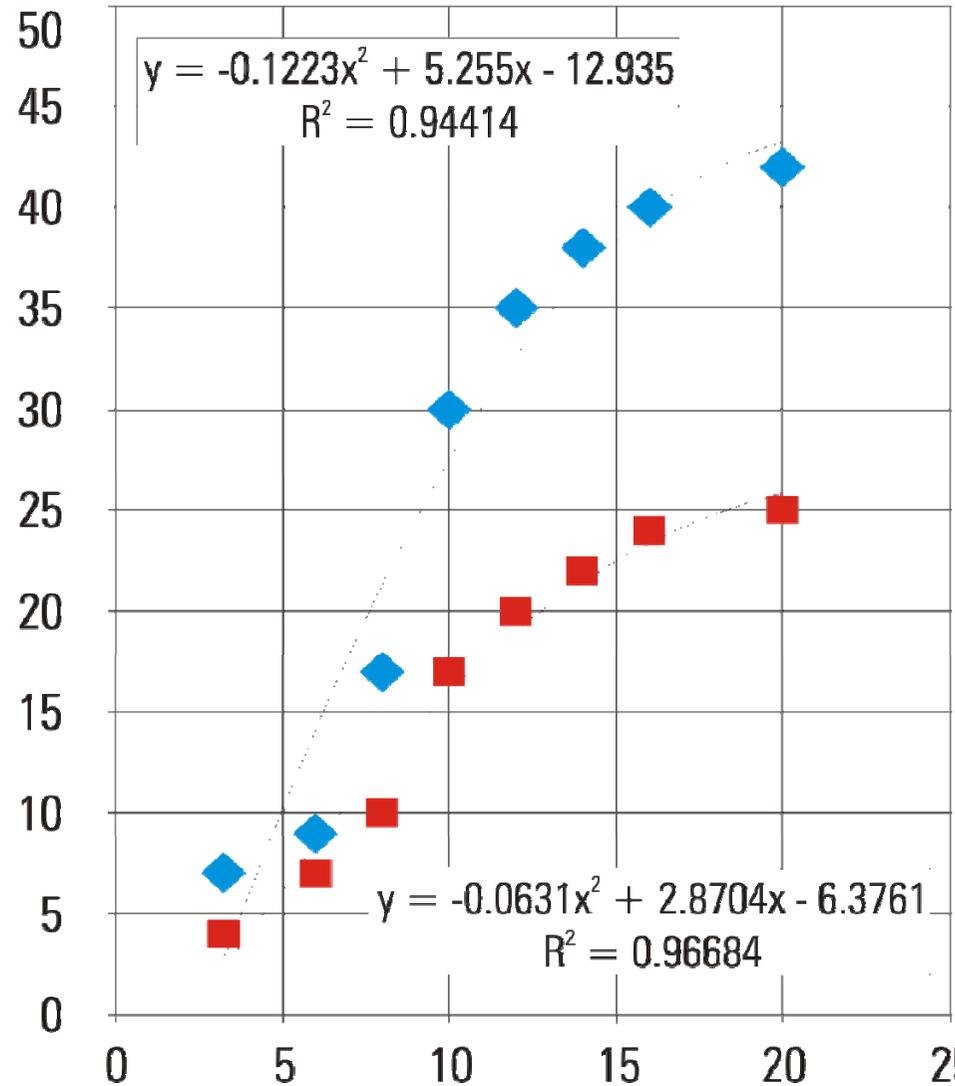
Werkstückmaterial: 1.2379 - X155CrVMo12-1 – FRAISA-Schafffräser nACRo® beschichtet - d=10mm,
z=4, ae=0.25 x d – ap=1.5 x d – vc=150 m/min – fz=0.05 mm/z – Gemessen: GFE, Schmalkalden



Einfluss der Schneidenpräparation auf das Zerspanverhalten beschichteter VHM-FRÄSER



Optimaler Schneidenrundungsradius [μm]

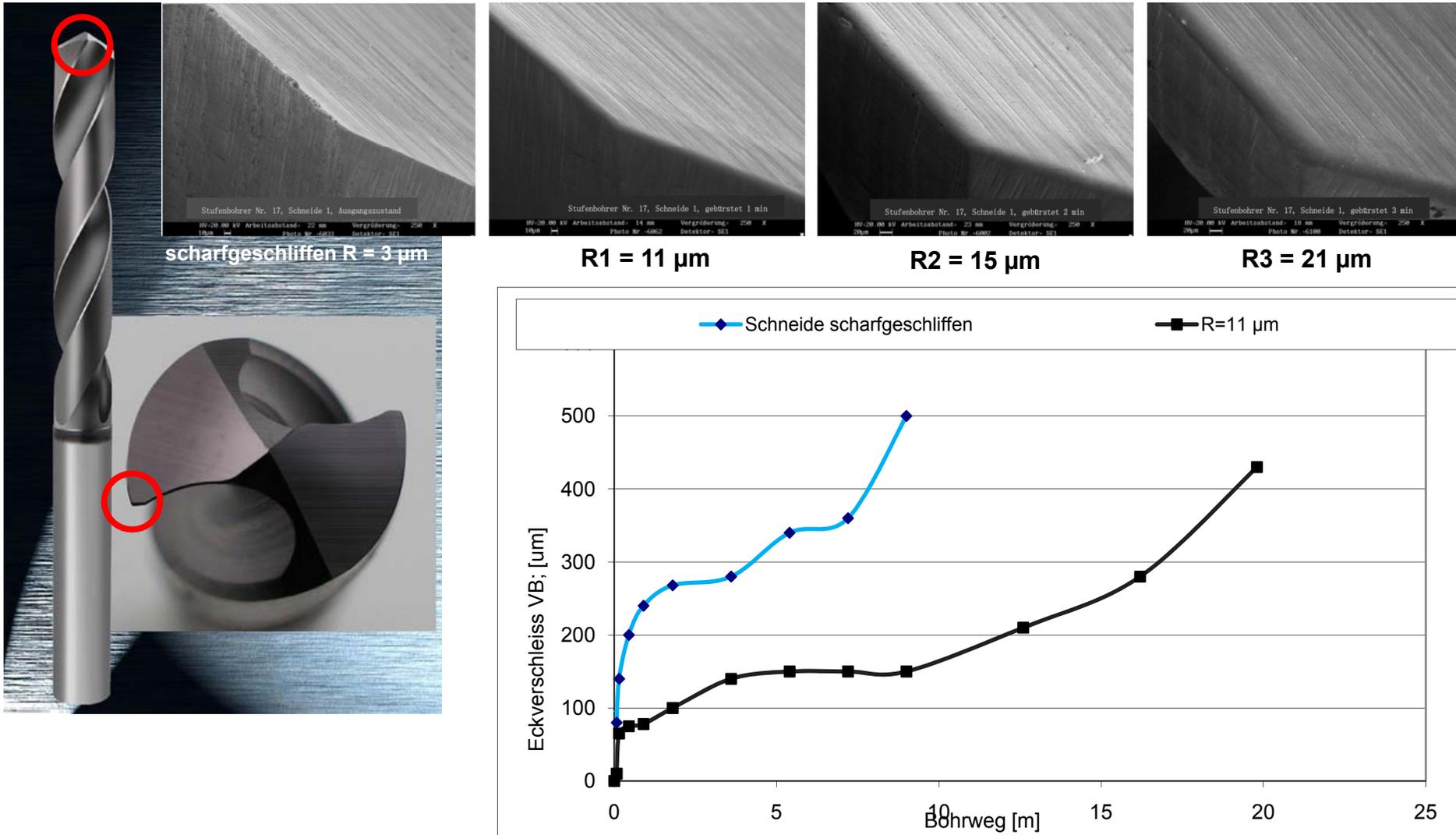


- ◆ Vergütungsstahl
- Gehärteter Stahl

1.2312 - 40CrMnMoS8-6
 1.7225 - 42 CrMo4V
 1.2343, X38CrMoV5-1
 Warmarbeitsstahl, 57 HRC



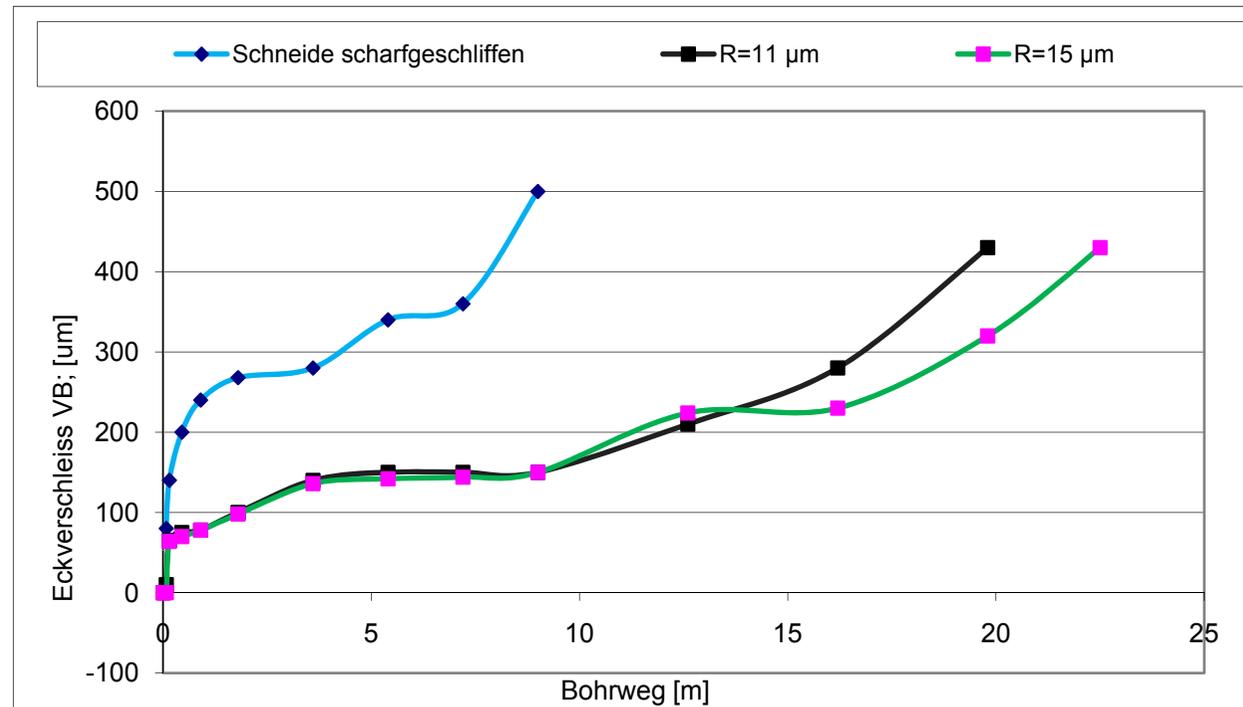
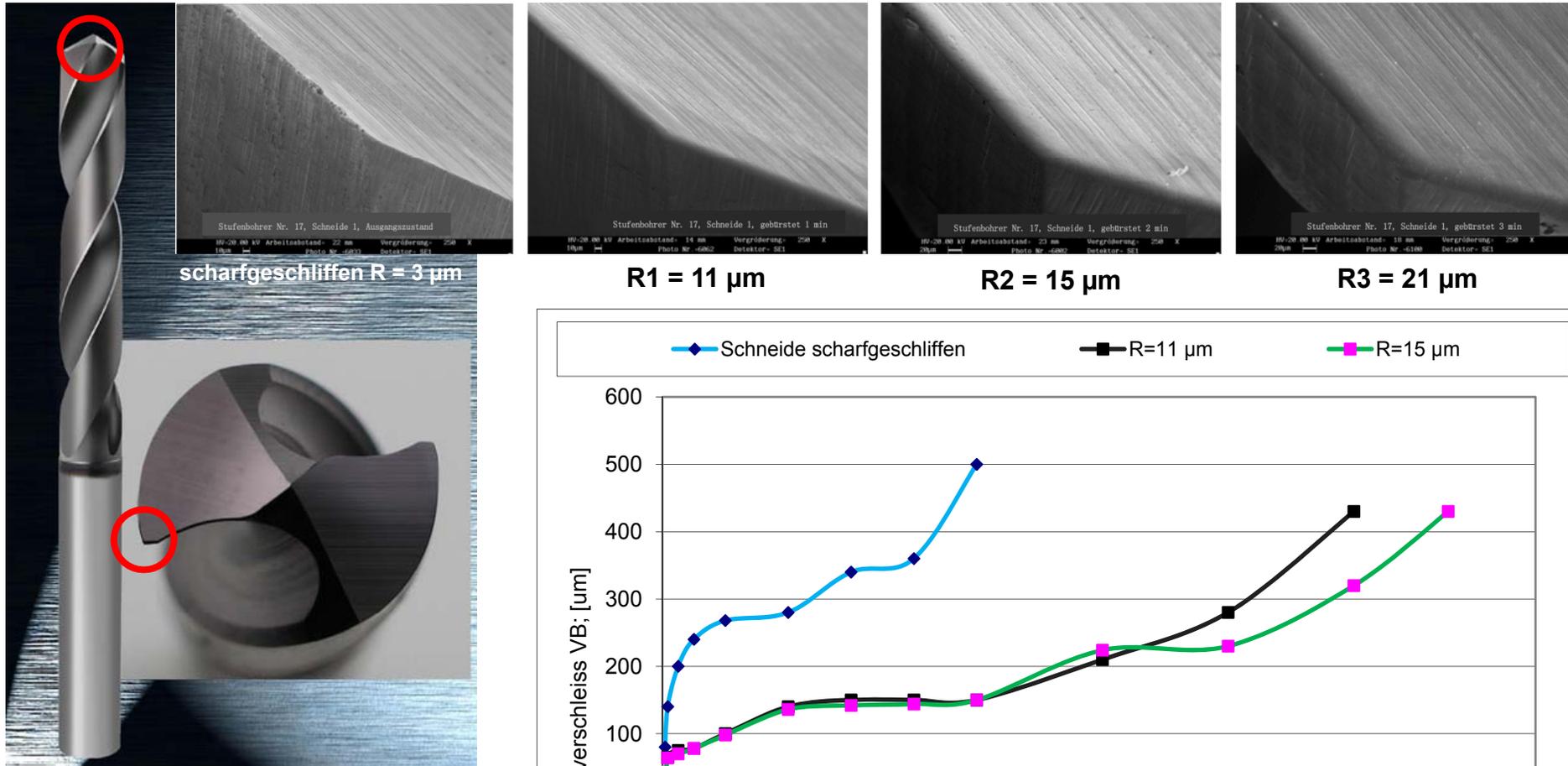
Einfluss der Schneidkantenpräparation auf die Standzeit beschichteter VHM-Bohrer



Werkstückmaterial: Kaltarbeitsstahl - 1.2379 - X155CrVMo12-1 – HRC22 - Sackbohrungen
 VHM-Bohrer nAlCo beschichtet: d=5 mm, vc=75 m/min – fz=0.15 mm/z – ap=15mm – Kühlung: trockene Luft



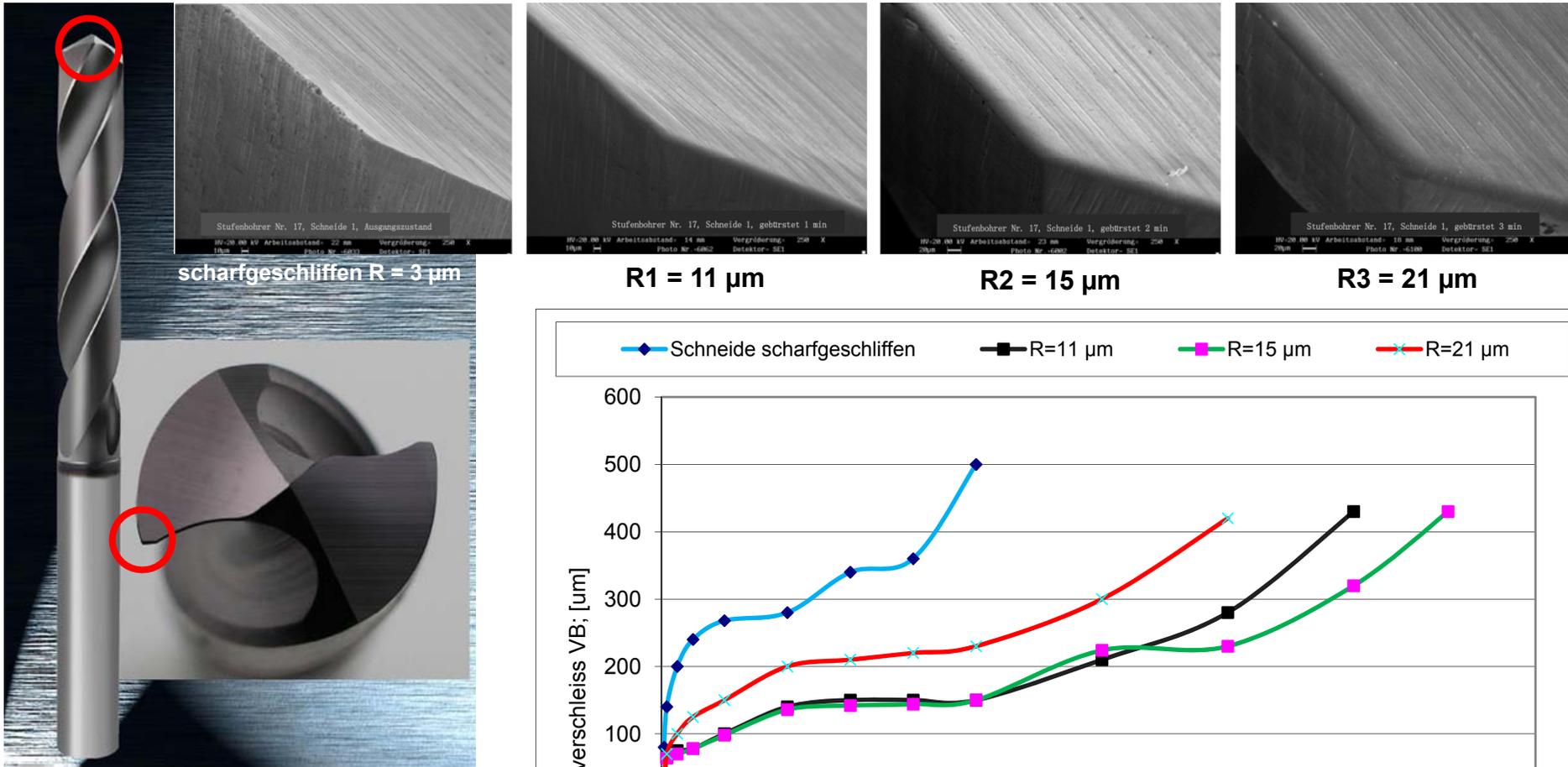
Einfluss der Schneidkantenpräparation auf die Standzeit beschichteter VHM-Bohrer



Werkstückmaterial: Kaltarbeitsstahl - 1.2379 - X155CrVMo12-1 – HRC22 - Sackbohrungen
 VHM-Bohrer nAlCo beschichtet: d=5 mm, vc=75 m/min – fz=0.15 mm/z – ap=15mm – Kühlung: trockene Luft



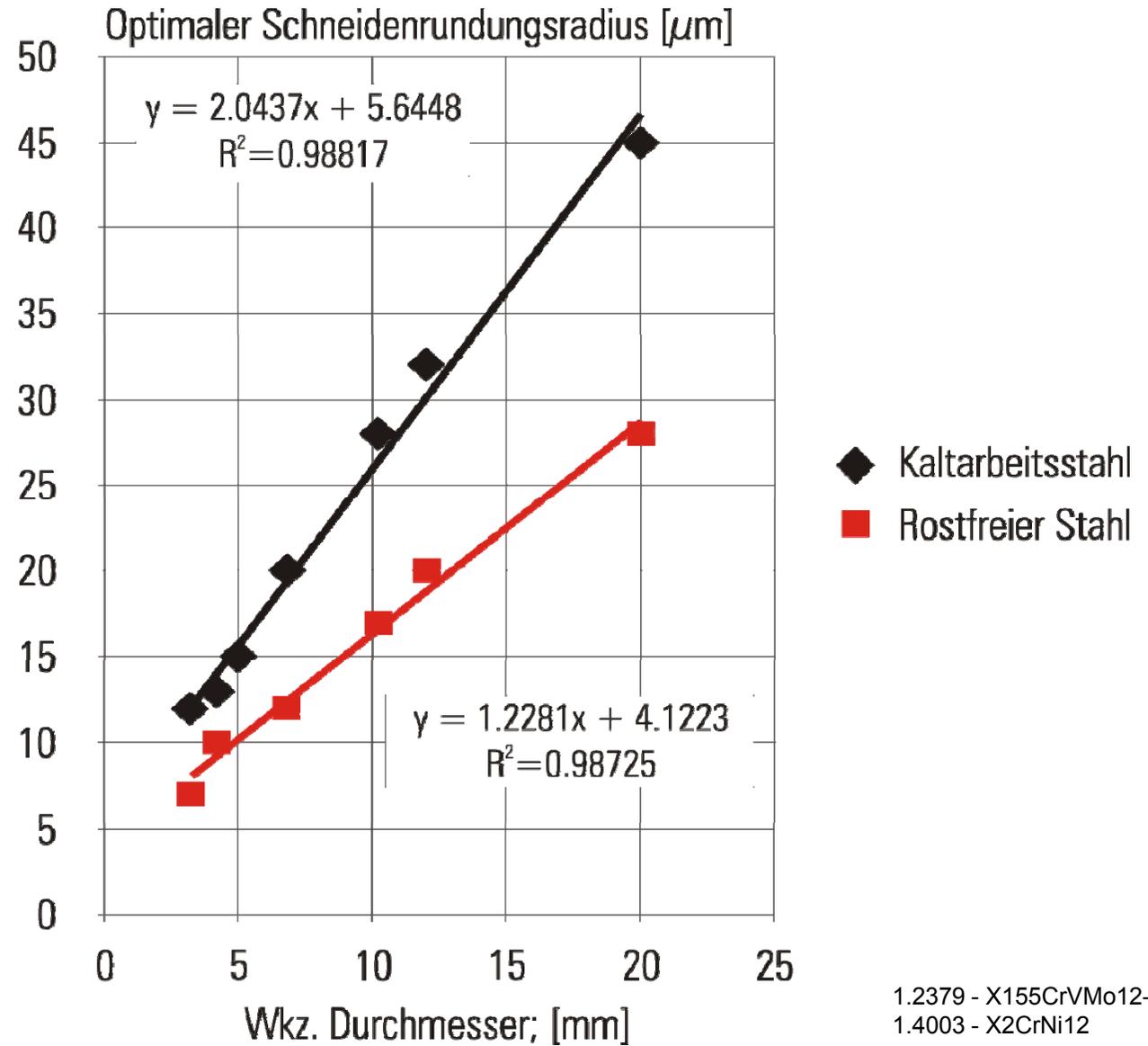
Einfluss der Schneidkantenpräparation auf die Standzeit beschichteter VHM-Bohrer



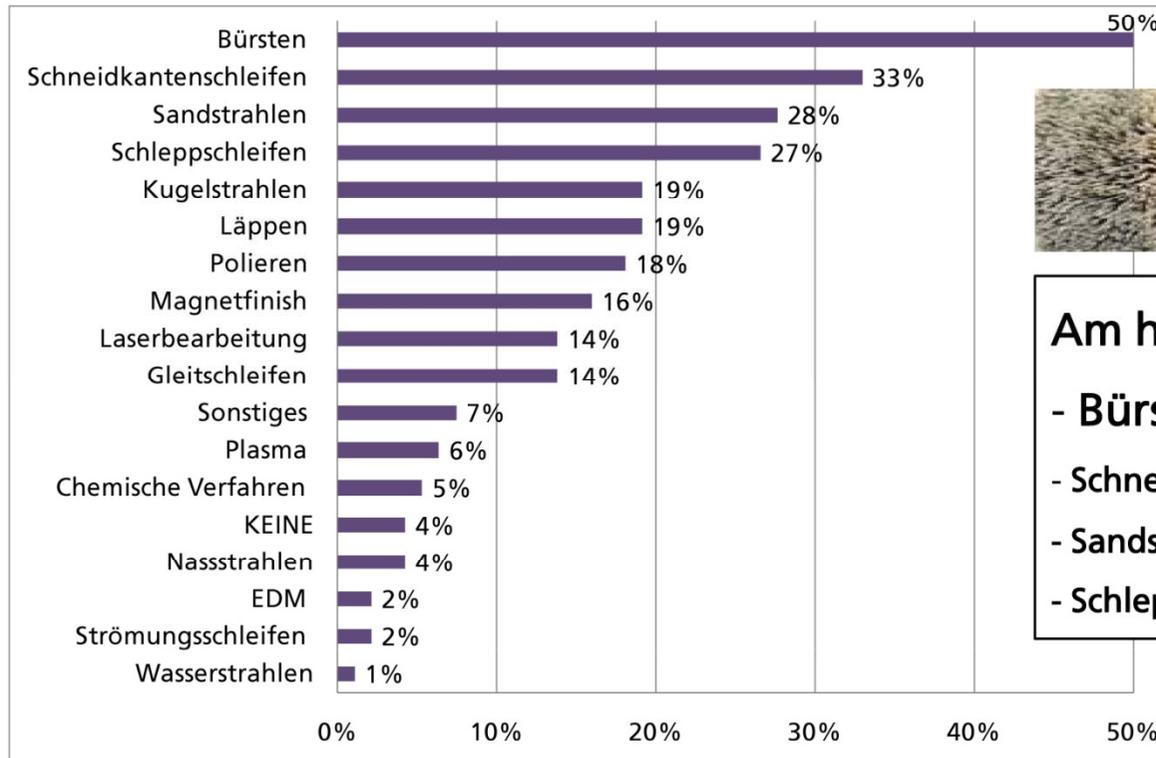
Werkstückmaterial: Kaltarbeitsstahl - 1.2379 - X155CrVMo12-1 – HRC22 - Sackbohrungen
 VHM-Bohrer nAlCo beschichtet: d=5 mm, vc=75 m/min – fz=0.15 mm/z – ap=15mm – Kühlung: trockene Luft



Einfluss der Schneidenpräparation auf die Standzeit beschichteter VHM-Bohrer



Welche Verfahren setzen Sie für Schneidkantenbearbeitung unbeschichteter Zerspanwerkzeuge ein?



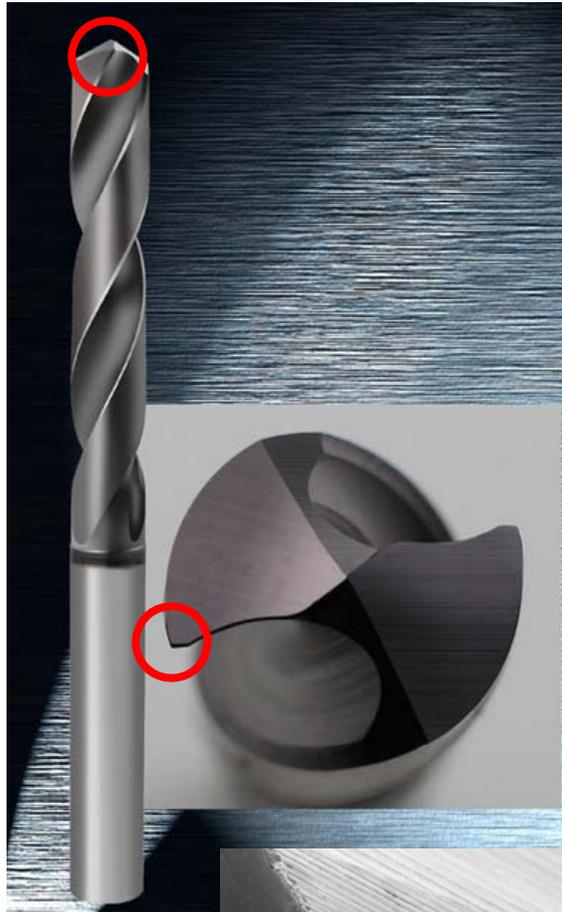
Am häufigsten:

- Bürsten
- Schneidkantenschleifen
- Sandstrahlen
- Schleppscheifen



Einfluss der Schneidenpräparation auf die Standzeit beschichteter VHM-Bohrer

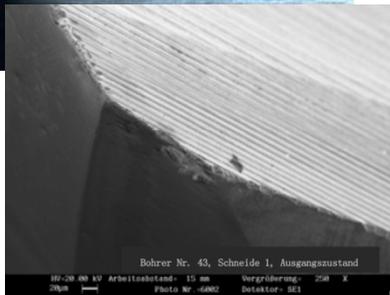
Bürsten von Werkzeugen unter Neigung



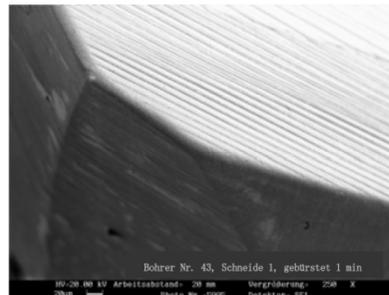
T1 = 1 min

T2 = 2 min

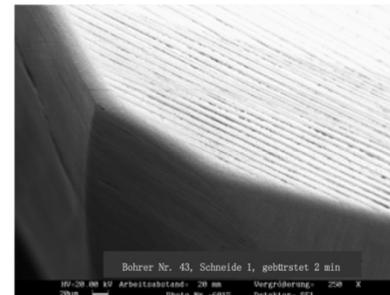
T3 = 3 min



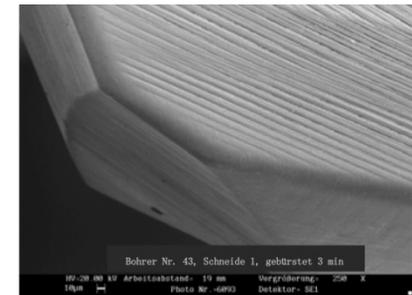
geschliffen R = 3 µm



R1 = 11 µm



R2 = 15 µm



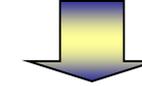
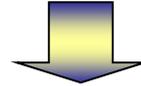
R3 = 21 µm



Wichtigste Erkenntnisse für Schneidenpräparationen

Wichtigste Merkmale SP

Verfahren zur Schneidenpräparation



- Ohne SP
-> niedrige Leistung
- Optimale SP hängt stark von
 - vom WERKSTOFF
 - von der Werkzeuggeometrie
 - von Schnittparametern ab
- Optimale SP empfindlich
 - über optimalem Wert
starker Abfall der Leistung

- Schleifen
- Bürsten
- Mikrostrahlen
- Schleppscheiben
- Magnetfinish
- technologische
Parameter zur
Schneidenpräparation

Ziel der Schneidenpräparation:
⇒ **Erhöhung der ZERSPANLEISTUNG !!**



INHALT

1. Die Bedeutung der dedicated Schichten
2. Die Bedeutung der Schneidkantenpräparation
3. **Kombination und Anwendung von dedicated Nanoschichten, TripleCoatings^{3®} und von dedicated Schneidkantenpräparationen**
 - 3.1 Die „klassischen“ Standard-TripleCoatings^{3®} zur universellen Anwendbarkeit
 1. nACo^{3®}
 2. nACRo^{3®}
 3. nATCRo^{3®}
 - 3.2 Die TripleCoatings^{3®} ohne Silizium
 1. AlCrN^{3®} zum Mikro-Abwälzfräsen
 2. AlTiCrN^{3®} zum Feinstanzen
 3. AlTiN^{3®}
 - 3.3 Die “getunten“ TripleCoatings mit Silizium
 1. TiXCo^{3®} zum Superhartfräsen
 2. nACoX^{3®} zum trockenen Drehen
 3. UserTriple³ zum ...
4. Freisetzen der beschichteten Schneiden
5. Zusammenfassung



Optimierte Kombination von dedicated Schichten und Schneidenpräparationen



Optimale Kombination von dedicated Schichten und Schneidenpräparation:

⇒ **Erhöhung der ZERSPANLEISTUNG !!**



Schicht	+ Komponent	Kornfeinheit	Reduzierung interner Spannung	Härte	Abrasive Verschleißfestigkeit	Verschleißfestigkeit (gegen Oxidation)	Warmfestigkeit	Wärmedämmung	Max. Anwendungstemperatur	Möglichkeit zur Schichtdickenerhöhung	Reibungsreduzierung	Möglichkeit zur Bildung von Nanocomposite	Niedrige Kosten mit legierten Targets	Niedrige Kosten mit unlegierten Targets (LARC)
Ti+N->Basis; TiN	+N	0	-	+	+	+	0	0	0	-	0	nein	0	0
TiCN	+C	0	--	++	++	-	-	--	-	--	++	nein	0	0
Typ. TiAlCN mit Al~20-25%	+Al	(+)	+	-	-	+	+	+	+	+	-	nein	--	0
typ. TiAlN	+Al (-C)	+	-	+ wenn Al < X% - wenn Al > X%	+	+	+	++	+	-	-	nein	-	+
typ. AlTiCrN	+Cr	-	+	+	+	+	+	+	(+)	+	-	nein	-	(-)
typ. AlCrN Cr~30%	+Cr (-Ti)	--	+	(+)	++	(+)	+	+	(+)	+	(-)	nein	--	-
typ. TiAlN/SiN CrAlN/SiN, AlTiCrN/SiN	+Si	++	(+)	++	+	+	++	++	++	0	0	yes	--	+

Die Änderungen, die vergleichenden Bewertungen (0, +, -) beziehen sich jeweils auf die Schicht in der vorhergehenden Zeile
 + bedeutet positive Änderung aus der Sicht des Anwenders
 - bedeutet negative Änderung aus der Sicht des Anwenders
 X liegt bei ca. 65%



Übersicht - TripleCoatings® 2010

Die Standard-Klassiker für universelle und dedicated Anwendungen

nACo³®

- TiN – AlTiN - TiAlN/SiN
- 1:Ti -2:AlSi -3:no – 4:AlTi



nACRo³®

- CrN-AlTiCrN-AlCrN/SiN
- 1:Ti – 2:AlSi -3:Cr -4:AlTi



nATCRo³®

- TiCrN – AlTiN - AlTiCrN/SiN
- 1:Ti – 2:AlSi – 3:Cr – 4:AlTi



AIXN³® : Getunt ohne Silizium

AICrN³®: für Mikro-Abwälzfräsen

- CrN - Cr/Al-Multilayer – AlTiN
- 1:Ti -2:Al – 3:Cr

AlTiCrN³®: für Stanzen, Sägen, Abwälzfräsen

- CrTiN - AlCrN – AlTiCrN
- 1:Ti -2:Al -3:Cr – 4:AlTi

AlTiN³®: für Bohren

- TiN - AlTiN-Multilayer – AlTiN-Nanolayer
- 1:Ti – 2:Al – 3: no – 4: Al(Ti)

SiX³®: Getunt mit Silizium

TiXCo³®: für Super-Hartzerspannung

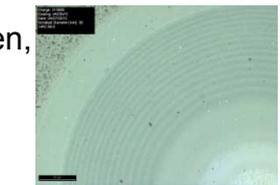
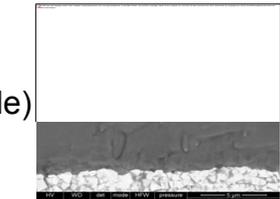
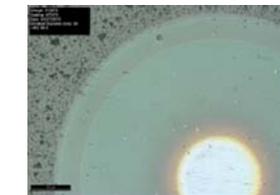
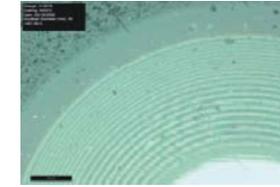
- X=0; TiCo3: TiN- nACo – TiSiN
- X=B or Cr ; TiN - nACo – TiSiXN
- 1:Ti – 2:AlSi – 3:TiSi(X) – 4:no

nACoX³®: für Trockendreien

- Ti-CrN – AlTiN – nACo – AlCrON (Oxide / Oxinitride)
- 1:Ti – 2:AlSi – 3:Cr - 4:AlCr

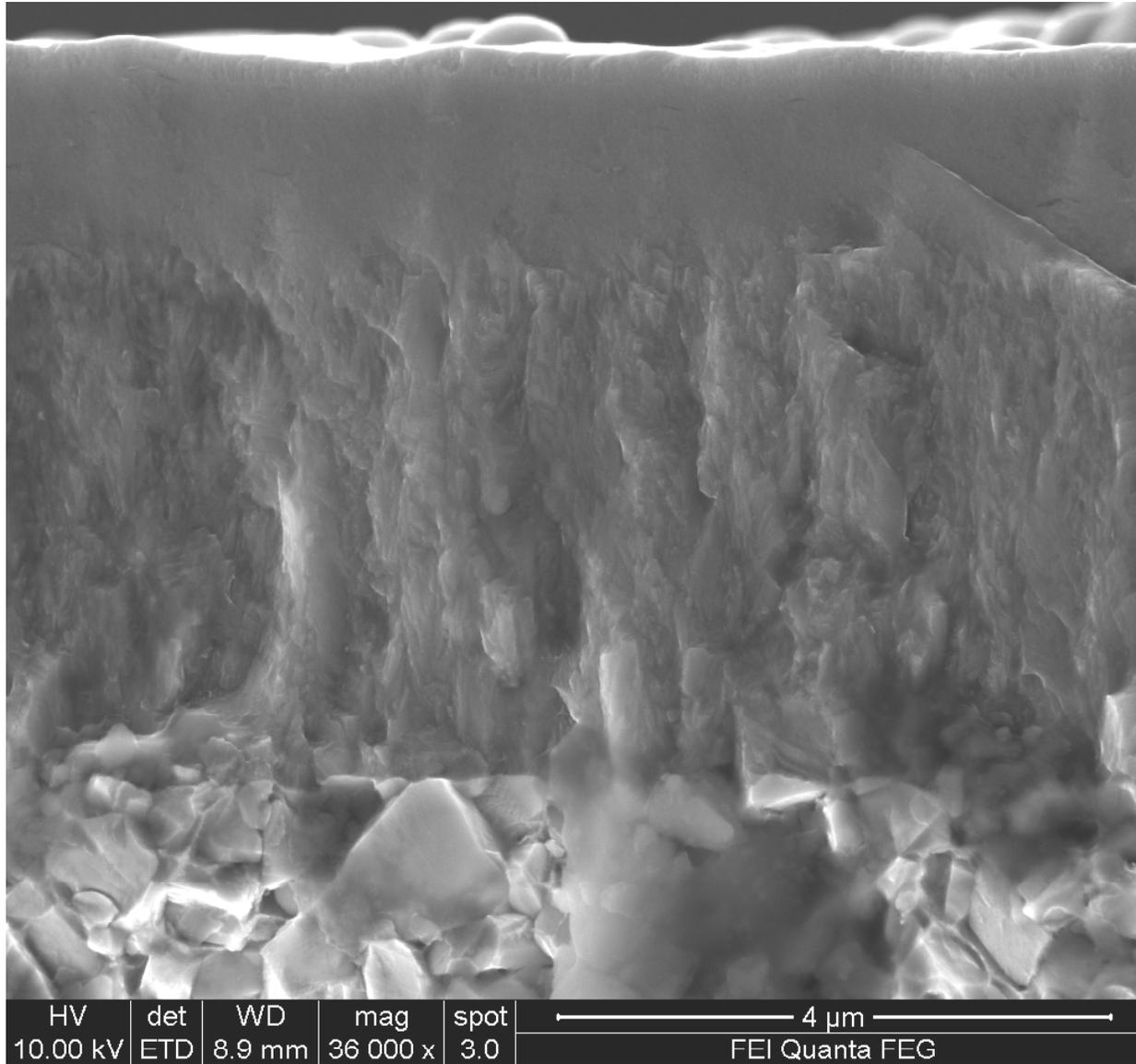
UserTriple³: ... z.B. Tiefziehen, Gewindeformen,

- CrN – AlCrN-ML/SiN – nACRo
- 1:Al – 2:AlSi -3:Cr – 4:no



Non-Standard-Schichten für dedicated Anwendungen





← Toplayer:
Harte Nanocomposite
mit sehr feiner Struktur

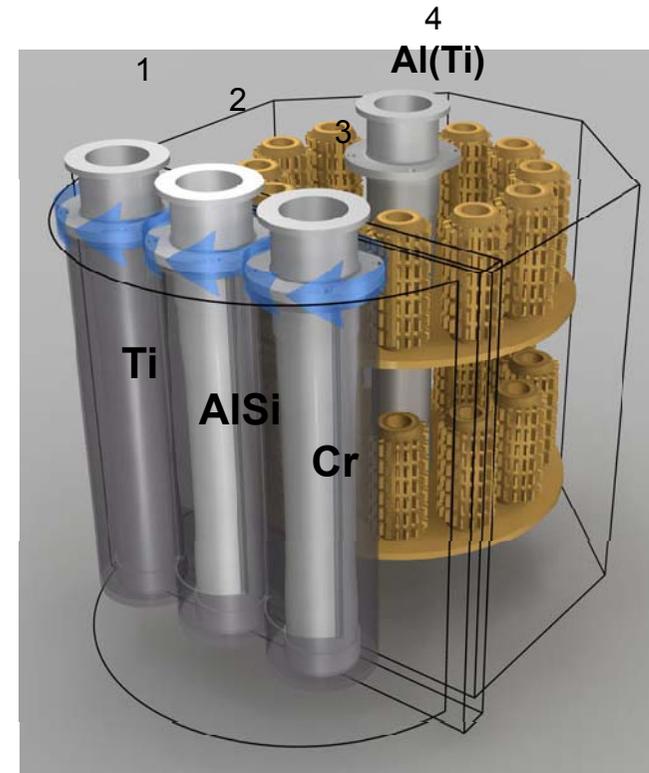
← Kernlayer:
zähe und
feine Nanocrystalline

← Haftlayer

← Hartmetall-Substrat



Flexible Beschichtung mit LARC-Technologie



UC-Kathodekonfiguration (Ti & AlSi & Cr & Al(Ti))

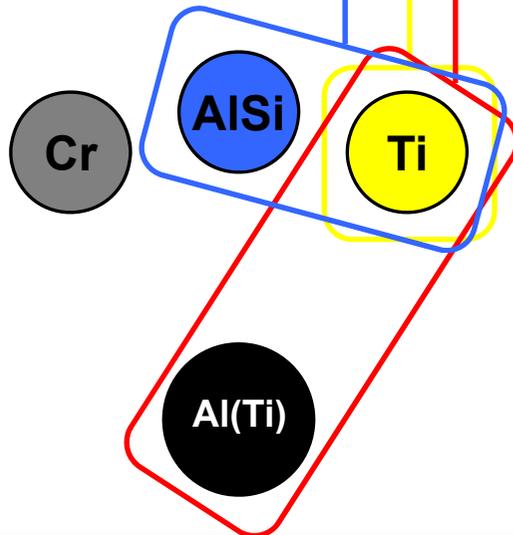
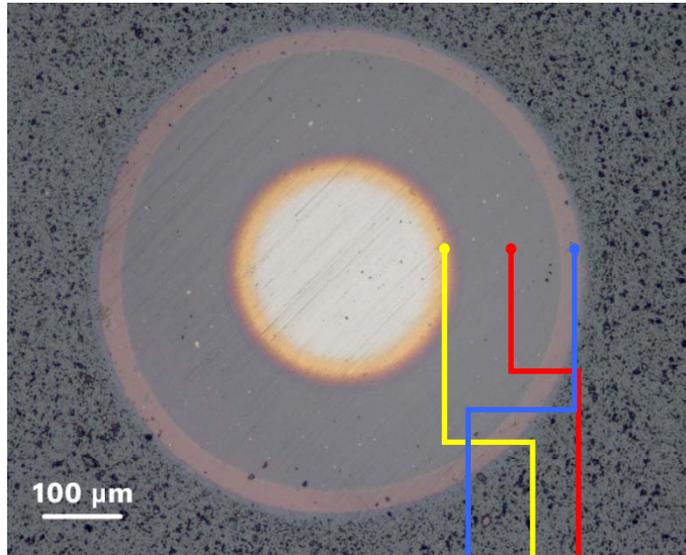
für alle der folgenden Schichten:

- TiN, TiCN, TiCN-MP, Ti₂N, SuperTiN;
- TiAlN (50/50%), AlTiN (60/40, 67/33%);
- TiAlCN (75/25, 80/20%), CrN, CrTiN, AlTiCrN
- nACo, nACRo, nATCRo,
- alle Triple-Schichten
- alle Schichten auch mit DLC-Top-Schicht



TripelCoatings[®] : nACo³[®]

Kombination von konventionellen und Nanocomposite-Schichten
 Wichtigste Anwendung: universell
 Aber besonders zur Zerspanung von harten Werkstoffen



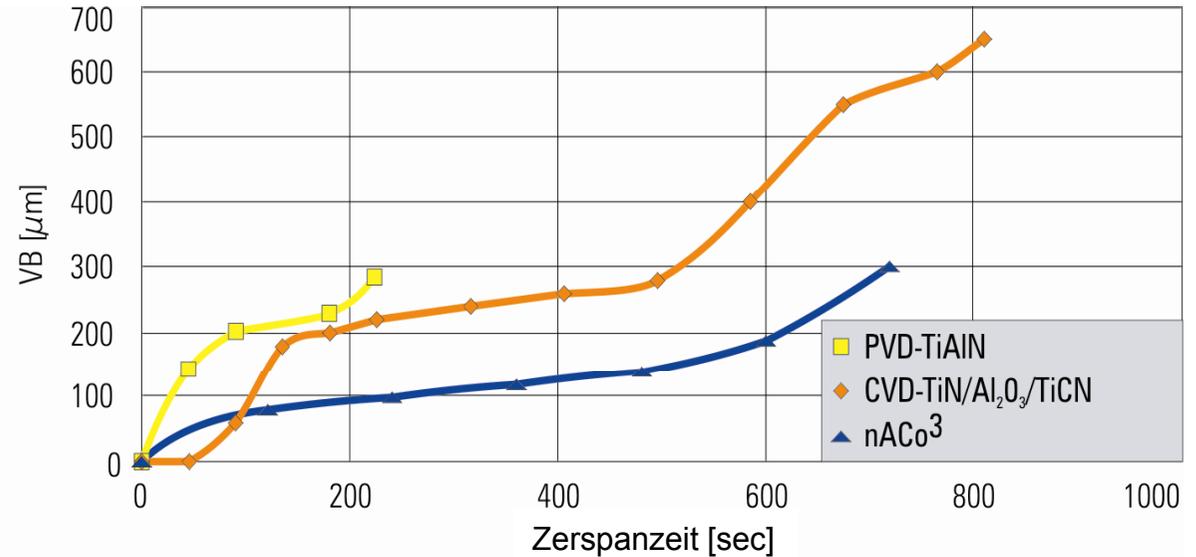
nACo³[®]



- **TiN:**
 - Haftlayer
 - Weicher Übergang,
 - ähnlicher E-Modul
 - zwischen Substrat -> Schicht
- **AlTiN:**
 - Kernlayer
 - guter Verschleisswiderstand
 - niedrige interne Spannung
 - gute Härte
- **nACo:**
 - Toplayer
 - Sehr gute thermische Isolierung
 - Hohe Härte
 - Hoher Widerstand gegen abrasiven Verschleiss



Trockenes Drehen mit TripleCoating nACo³® gegen CVD-Aluminiumoxid-Schicht

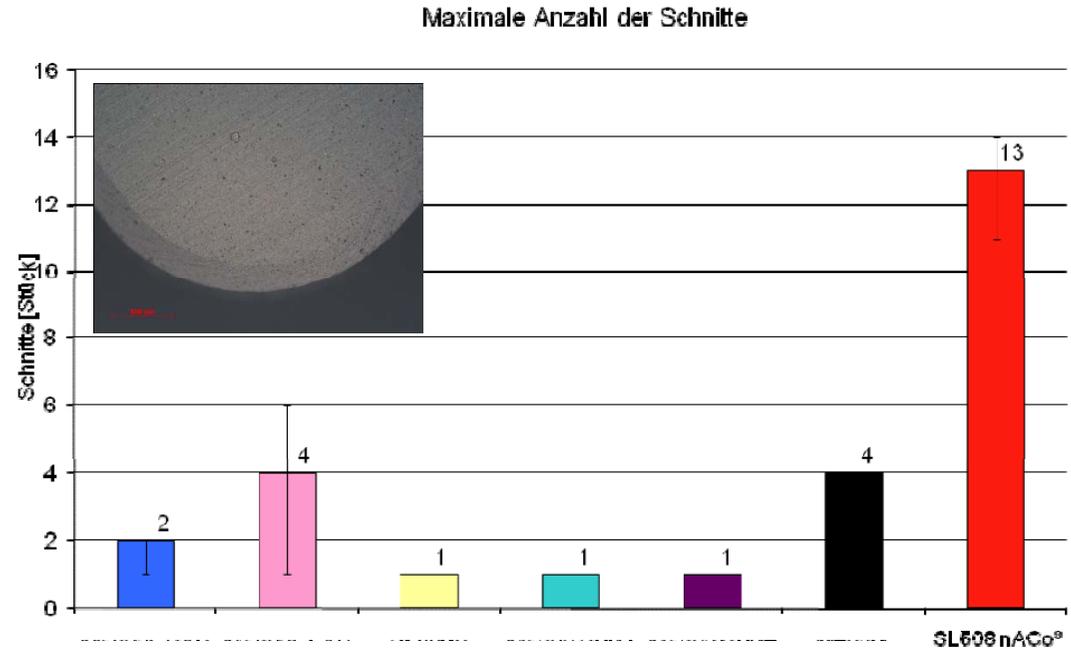


Mat.: rostfreier Stahl AISI 316L – WSP.: Sandvik CNMG 120408
 $v_c=290$ m/min – $a_p=0.8$ mm – $f=0.24$ mm/U – trocken
 Standzeitkriterium: $VB_{max} < 300$ µm – N8 – Gemessen an der EIG, Genf (CH)



TripleCoating nACo³® für universelle Anwendbarkeit auch zur Beschichtung von "exotischen" Schneidstoffen

Drehen von ADI 900 mit beschichteter Keramik

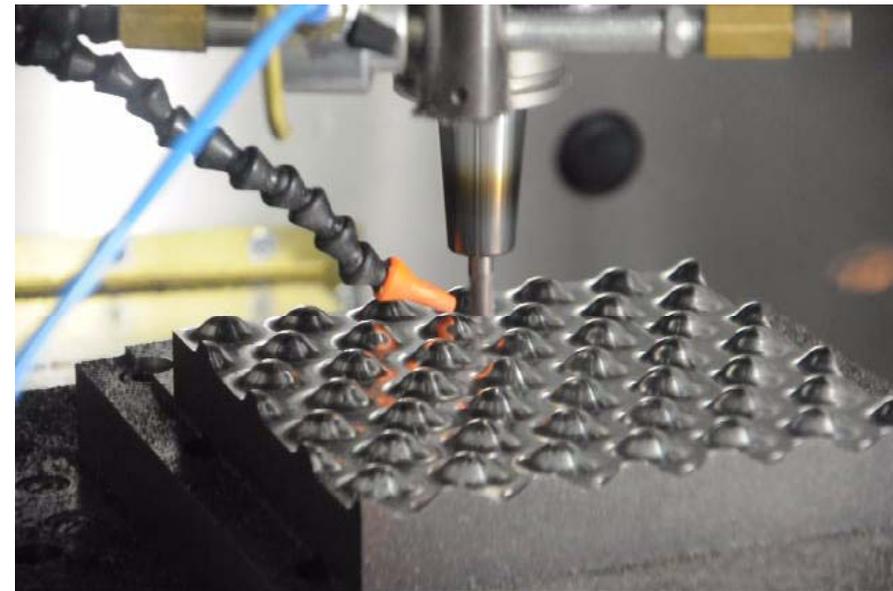


Maschine: MONFORTS VNC 600
 Bauteil: Rohr $D_a=198\text{mm}$, $D_i=142\text{mm}$
 Werkstoff: ADI 900, $\approx 325\text{ HBWT}_{2,5/187,5}$
 Bearbeitung: Plandrehen im unterbr. Schnitt
 Plattenform: CNGX 120716 Keramik
 mit div. CVD, PVD-Schichten
 Parameter: $v_c=270\text{ m/min}$, $f = 0.4\text{mm}$
 $a_p=2\text{mm}$, trocken

- Standzeitvorgabe von ≥ 10 Schnitten nur mit nACo³-Beschichtung erreicht
- Geringe Streuung von Schneide zu Schneide

TripleCoating nACo³® für Hartzerspanung

Trockenes Hartfräsen in 60.5 HRc mit nACo³®

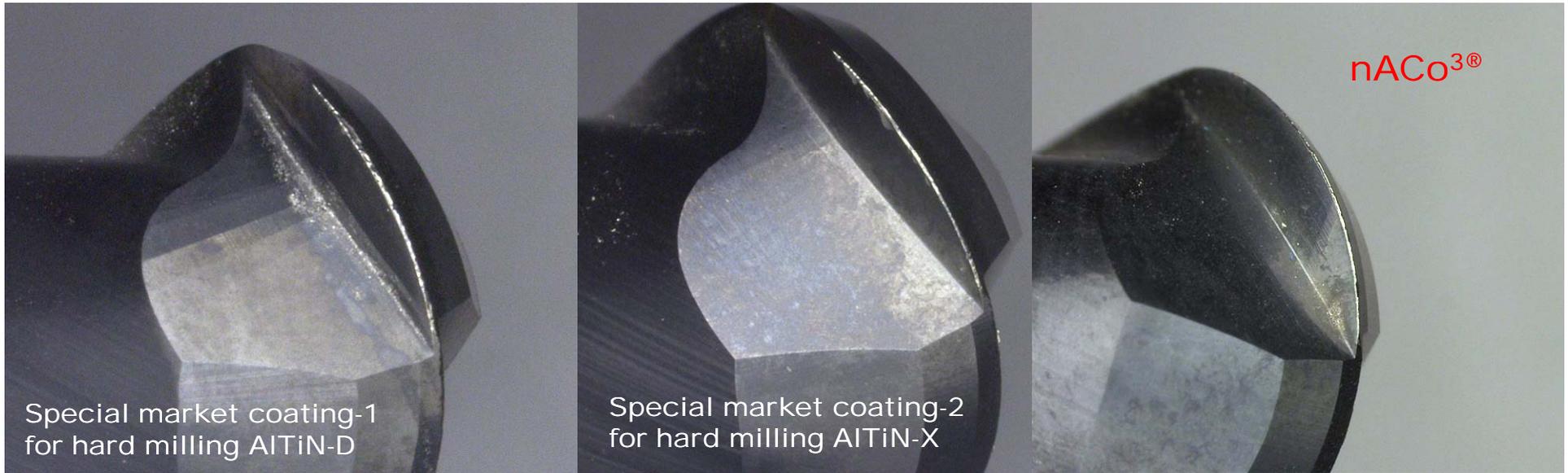


Material: 1.2080 - X210Cr12 (Härte = 60,5 HRC)

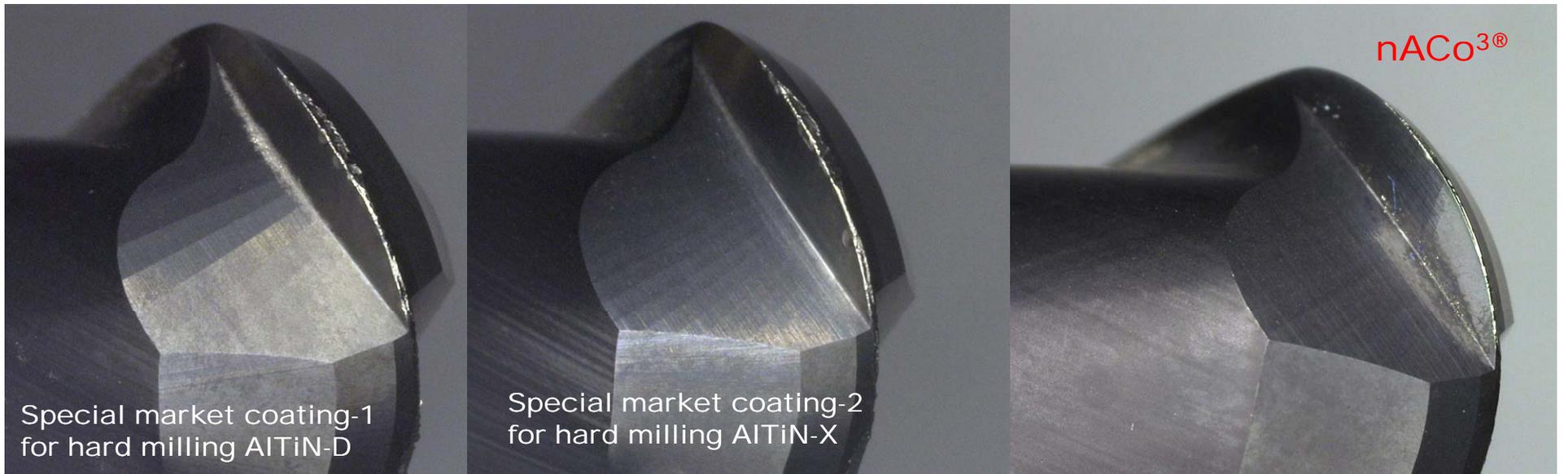
Wz: Vollhartmetall-Kugelpkopfräser - d=10 mm – z=2

$n = 10445 \text{ min}^{-1}$, $vc=0-328 \text{ m/min}$ - $a_p = 0.14\text{mm}$, $a_e = 0.1\text{mm}$, $f_z = 0.1\text{mm}$ - externe, trockene Luftkühlung





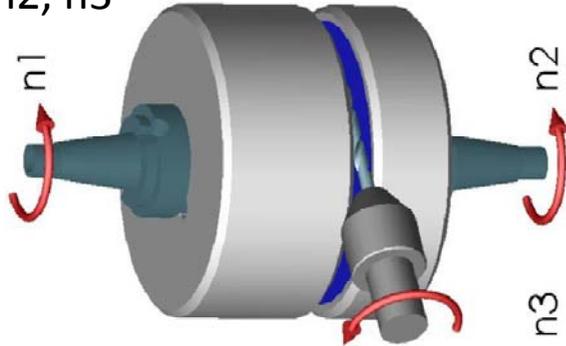
Nach dem Fräsweg von $L_f = 444 \text{ m} = 3.5 \text{ Stunden}$



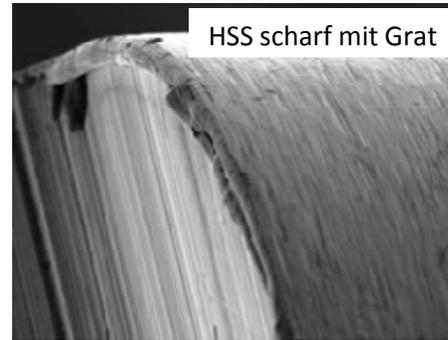
Nach dem Fräsweg von $L_f = 888 \text{ m} = 7 \text{ Stunden}$



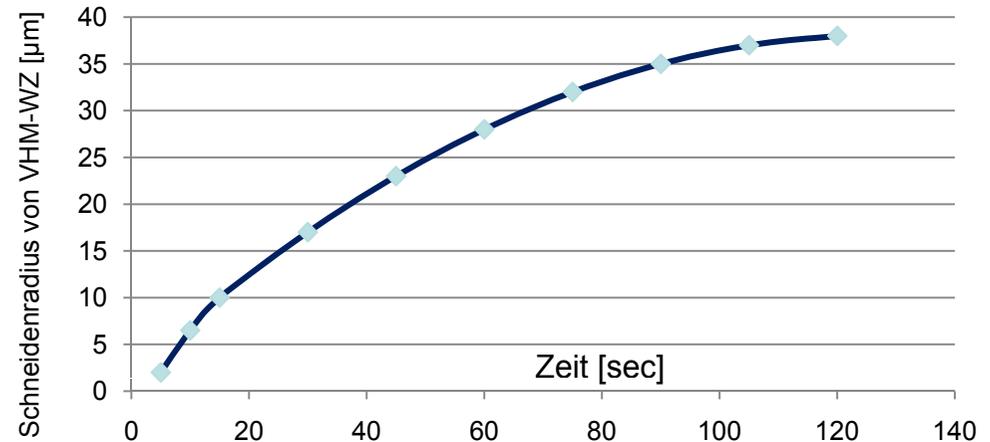
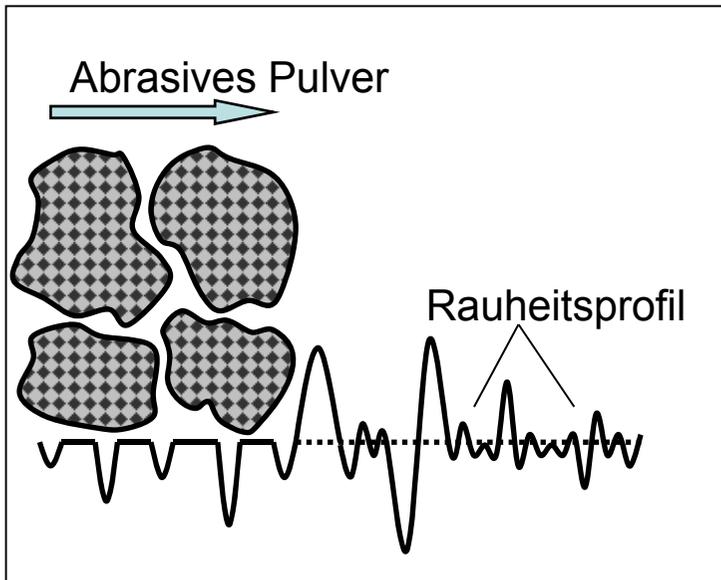
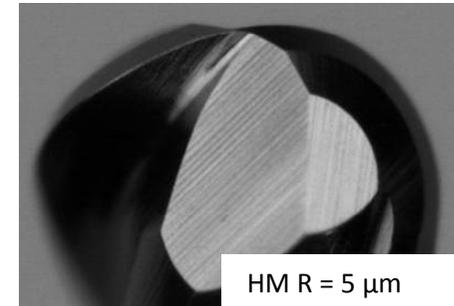
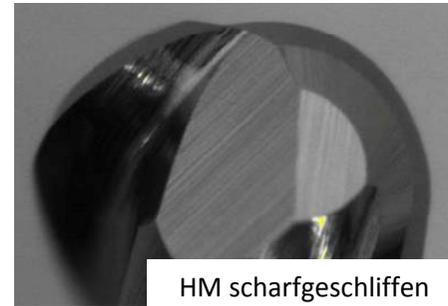
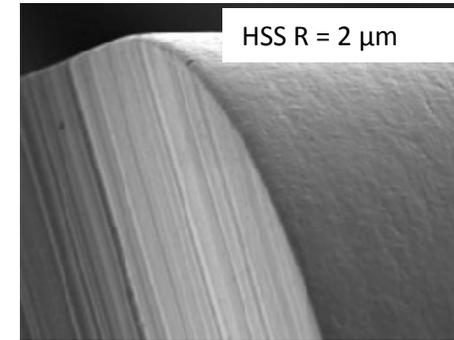
$n1 \gg n2, n3$



Vor



nach Magnetfinish

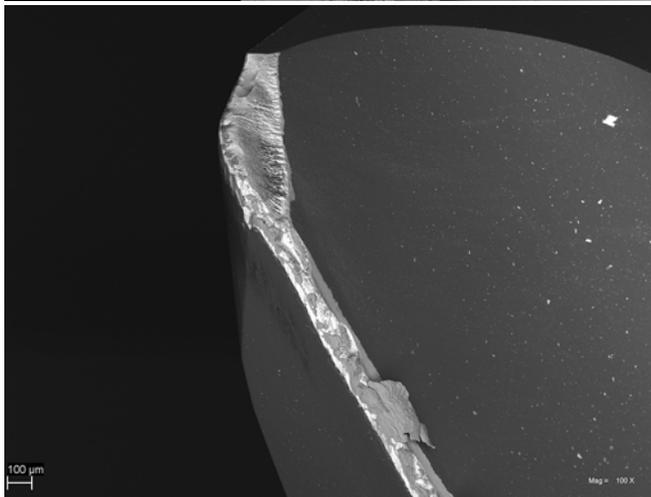
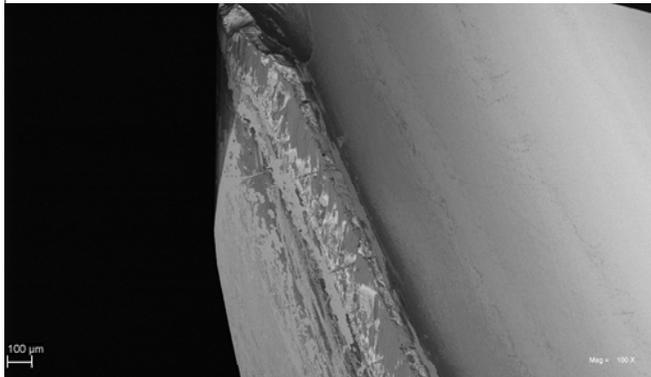


SiX³®-Familie: TripleCoatings[®] : TiXCo³®

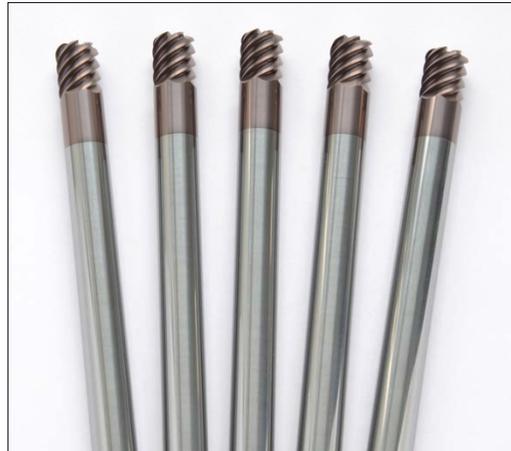
Fräsen von RENE80 Turbinenteilen



Zustand nach 13 Durchgängen



- Nickelbasislegierung bei hoher Schnitt-geschwindigkeit und hohem Vorschub, Schicht: TiXCo³ (TiN/nACo/TiSiXN)
- Sehr kleine, konstante Kantenverrundung sehr wichtig, speziell zähes Hartmetall mit guter Verschleissbeständigkeit
- Aufschmierungen reduziert, aber Ausbrüche kritisch



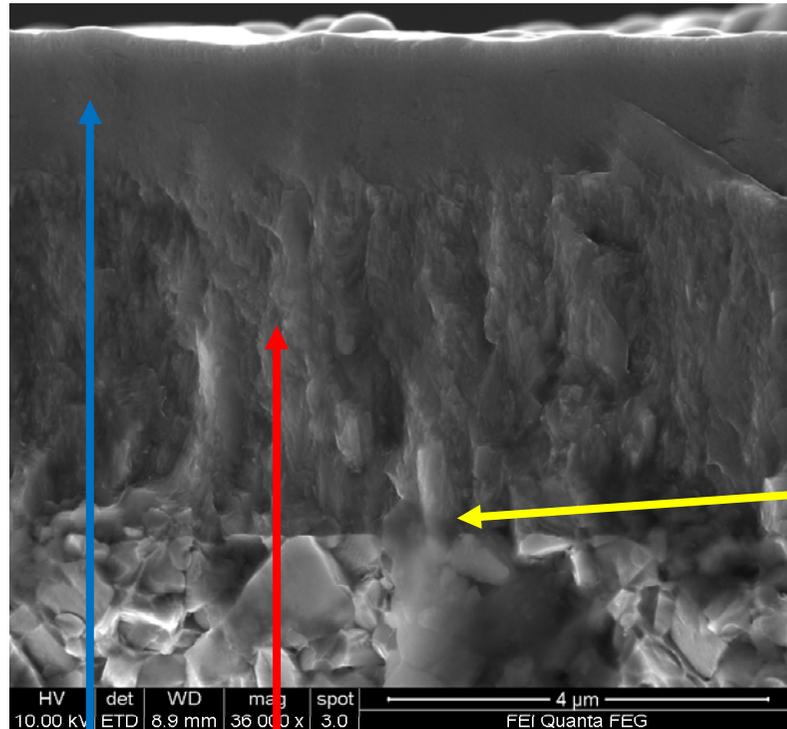
Torischer Hartmetall-Fräser Ø10 mm z=6

a_e =variabel, a_p =0.2 mm, v_c =88m/min, f_z =0.1 mm/z, Emulsion

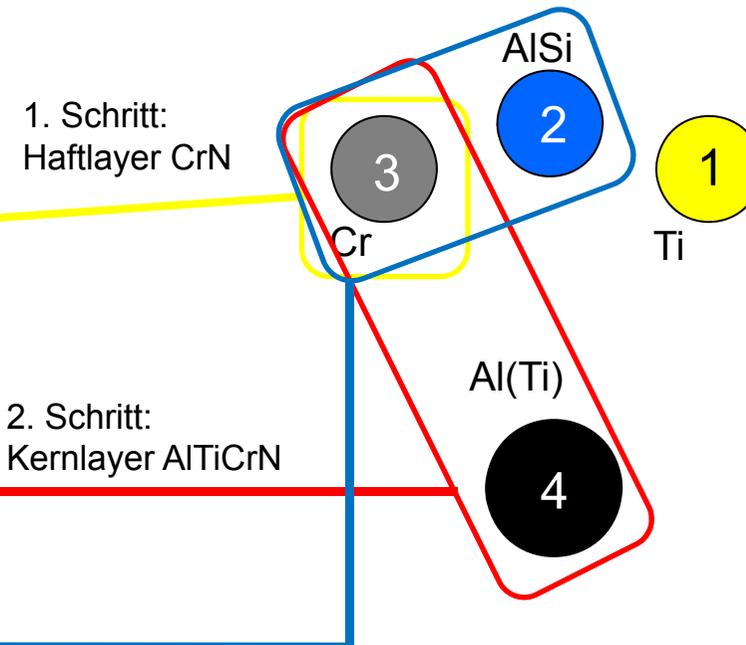


TripleCoatings® : nACRo³®

Kombination von konventionellen und Nanocomposite-Schichten
 Wichtigste Anwendung: Universell
 aber besonders zur Zerspanung von zähen Werkstoffen,
 für "tough"-Anwendungen (Zerspanung von Superlegierungen)



nACRo³®



TripleCoatings® : nACRo³®



Kombination von konventionellen und Nanocomposite-Schichten
 Wichtigste Anwendung: Universell
 aber besonders zur Zerspanung von zähen Werkstoffen,
 für "tough"-Anwendungen (Zerspanung von Superlegierungen)

nACRo (AlCrN/SiN):

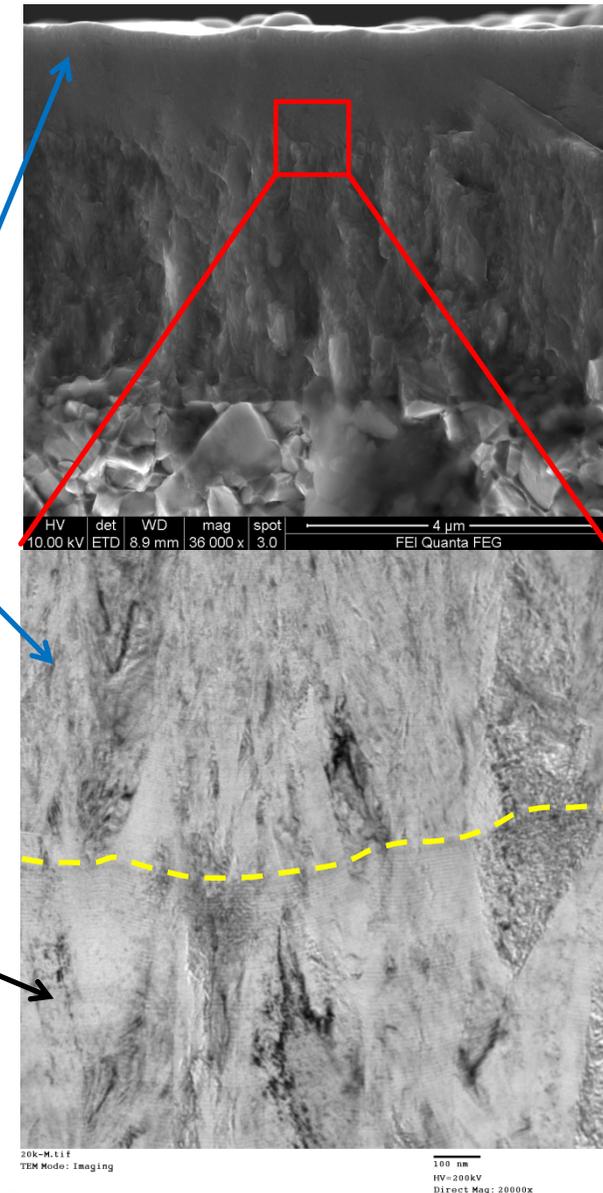
- Topschicht, Nanocomposite
- Hohe Warmhärte
- Hohe Beständigkeit gegen abrasiven + oxidativen Verschleiss

AlTiCrN:

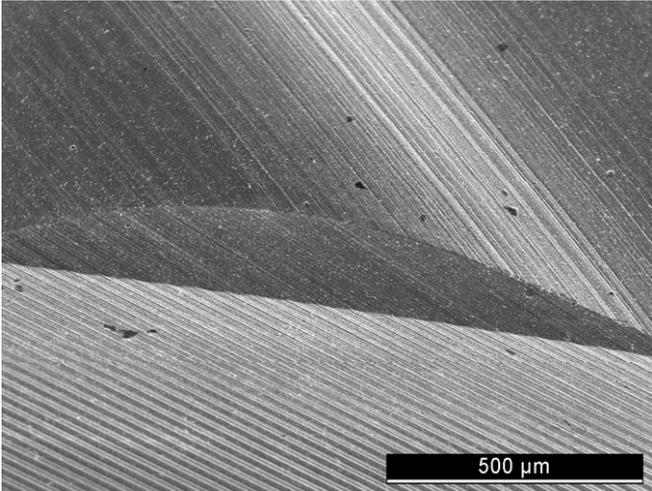
- Kernschicht, mikrokristallin
- Gute Verschleissfestigkeit & Schlagzähigkeit
- Niedrige Eigenspannung
- Gute Wärmedämmung

CrN:

- Haftung
- Gleitender Übergang des E-Moduls vom Substrat zur Schicht



Vergleich der Verschleissbeständigkeit beim HPC-Schruppen von TiAl6V4

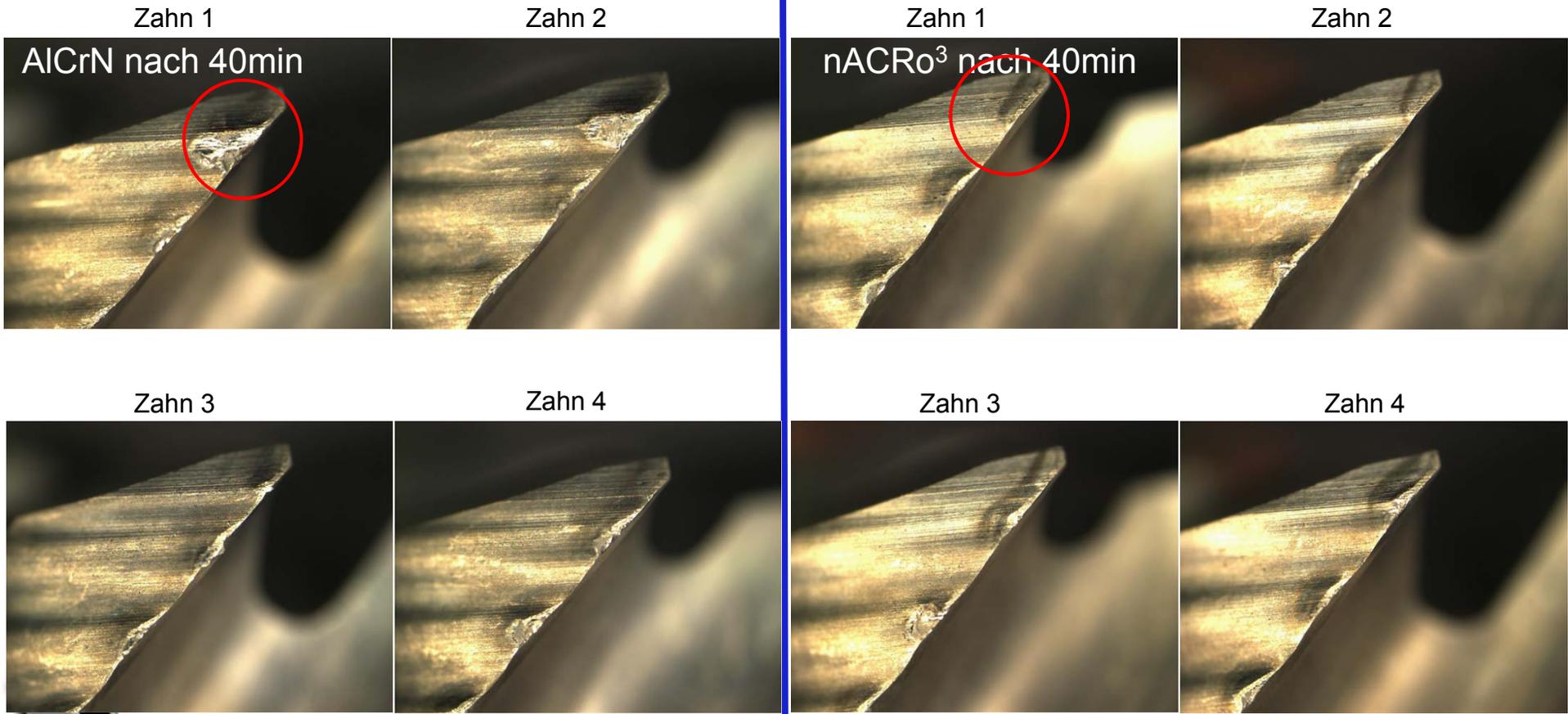


v_c [m/min]	f_z [mm]	n [min ⁻¹]	v_f [mm/min]	a_p [mm]	a_e [mm]	Q [cm ³ /min]	Kühlung
50	0.045	1590	285	10	6	17.1	Emulsion

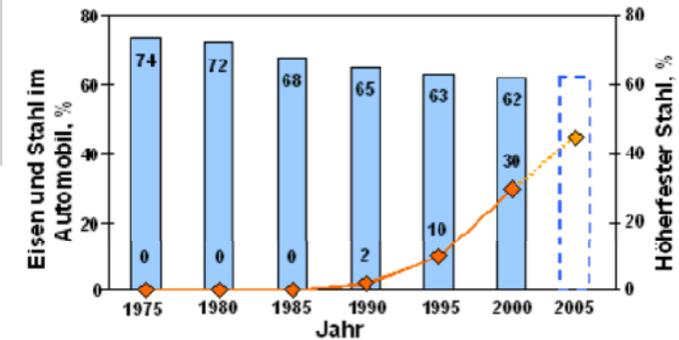
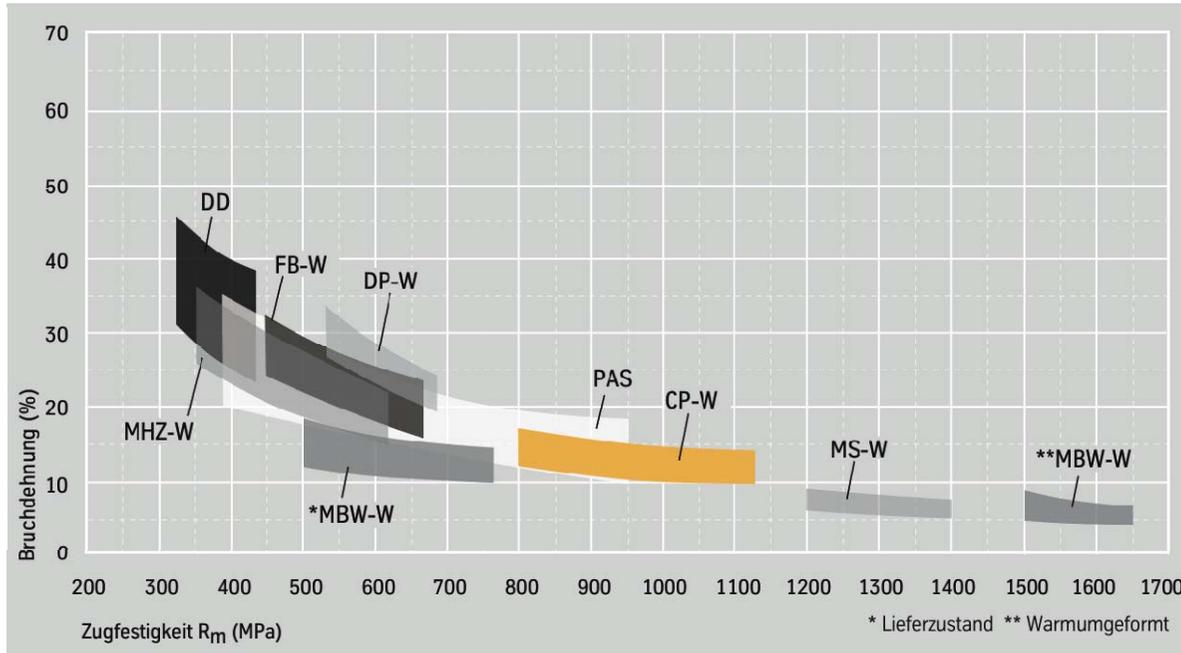
NX-FP 5379, Ø10 mm



HPC: Erhöhung der Zerspanleistung um 110%



Hochfeste „Trendmaterialien“: CP-Stähle



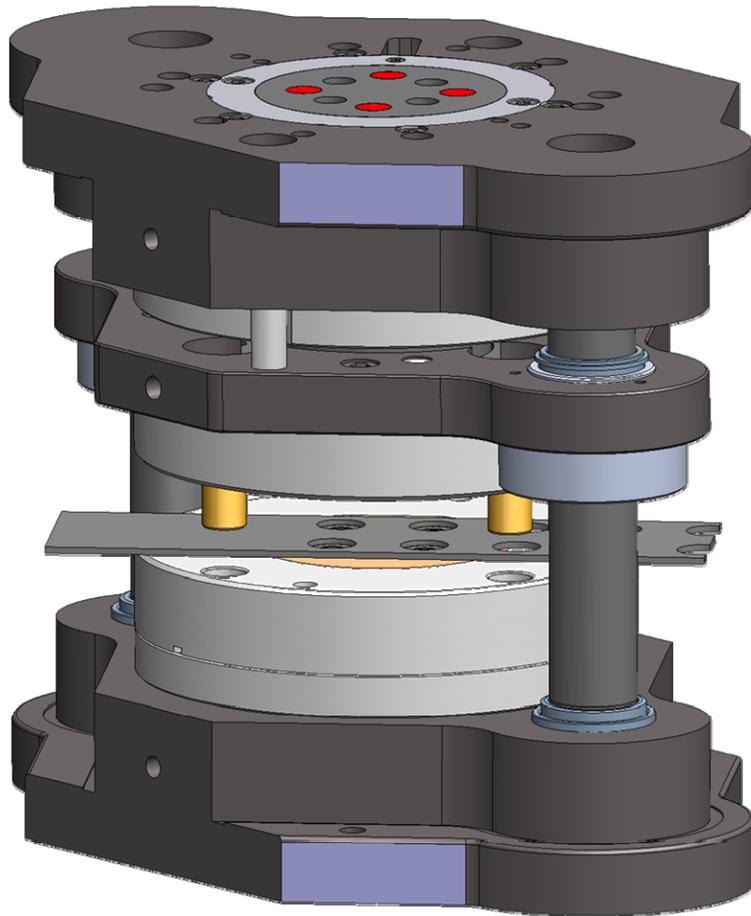
Komplexphasenstähle

- Bänder, Bleche für Form-, Biegeteile z.B. durch Feinschneiden
- Gewichtssparende Herstellung hochfester (800...1100 N/mm²) und deformationsresistenter Bau- und Verstärkungsteile, z.B. Fahrzeugbau
- Extrem feine Mikrostruktur mit Gefügeanteilen von Ferrit, Bainit, Martensit, Ausscheidungshärtung

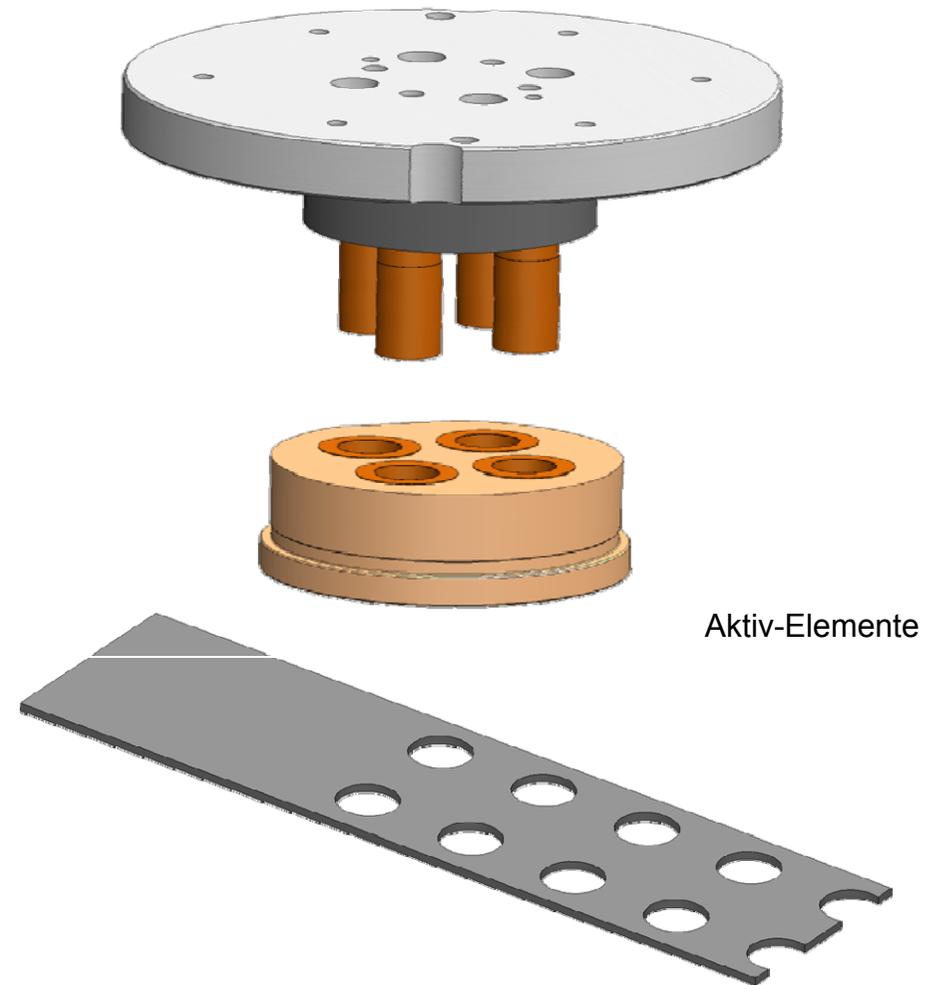


Quellen: ThyssenKrupp Steel Europe, Volkswagen AG, Salzgitter AG

Versuchswerkzeug



Feinschneid- Werkzeug



Aktiv-Elemente

Streifenbild

Quelle: Feintool, Liss, CH



Feinstanzen mit nACRo³®

Schneidkantenpräparation des Stempels

- Ziel: Entgratung + Verrundung
- Schleppscheifen im Walnussgranulat
- Anstellwinkel wichtig für die Behandlung der Stempel-Stirnseite

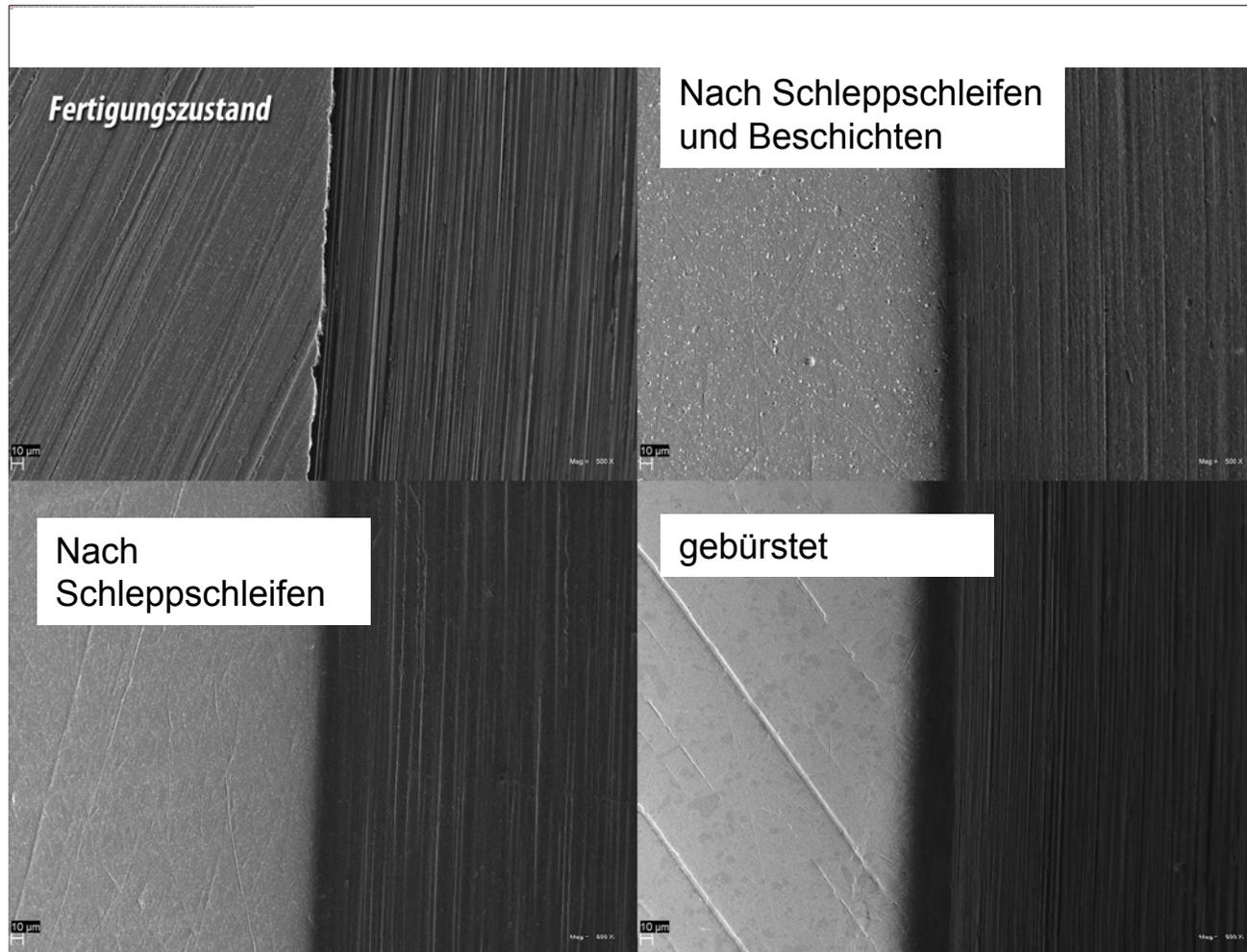


Schneidenpräparation: GFE, Schmalkalden



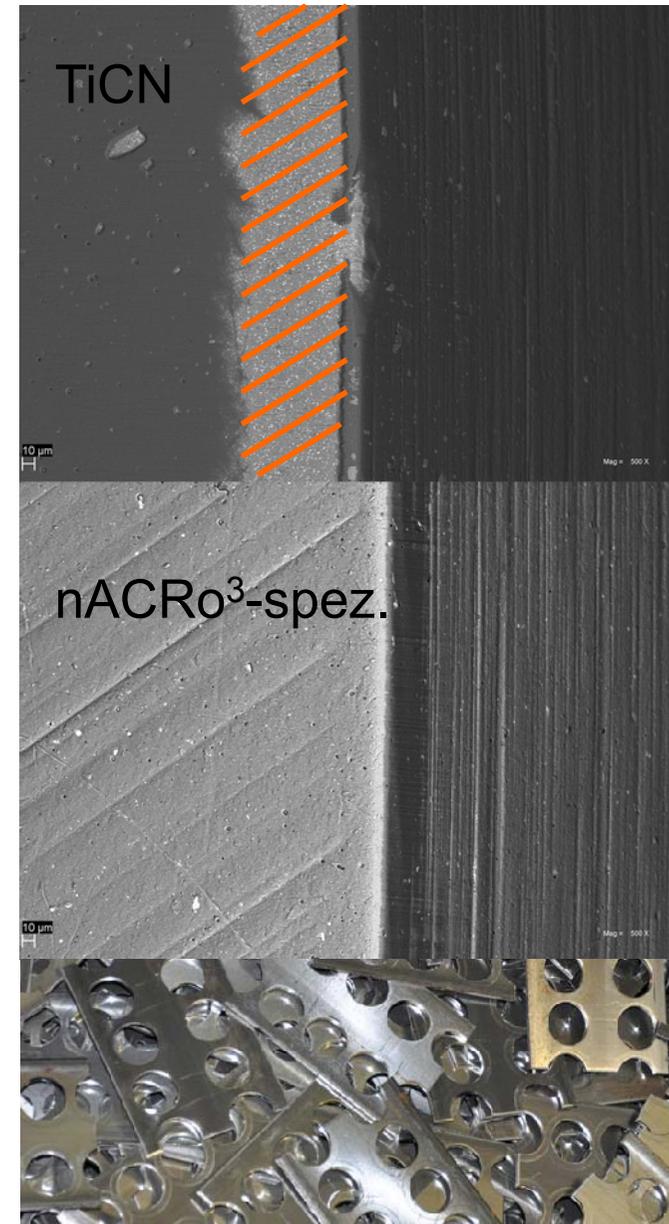
Feinstanzen mit nACRo³[®]

Zustand Stempel vor/nach Vorbehandlung

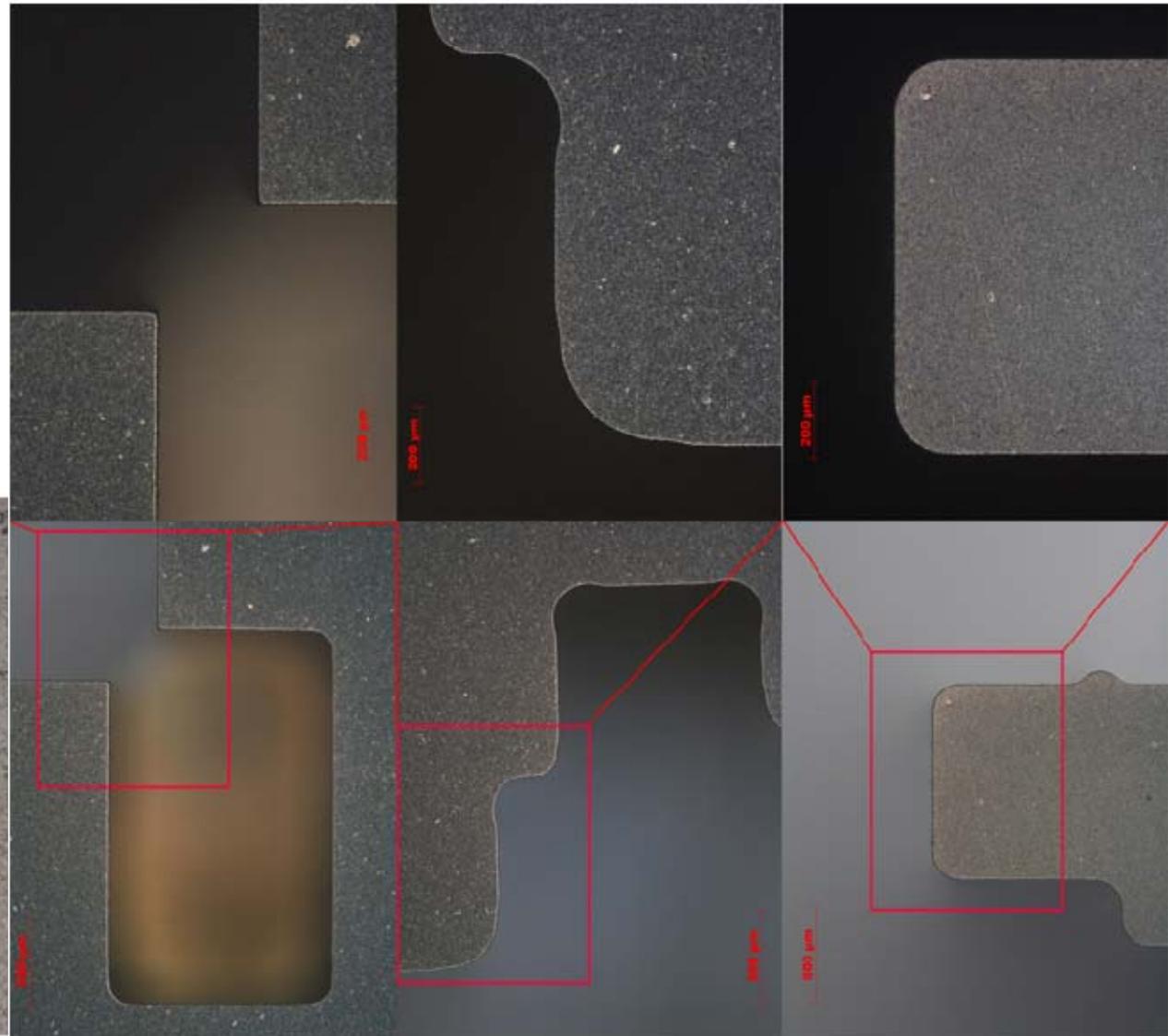
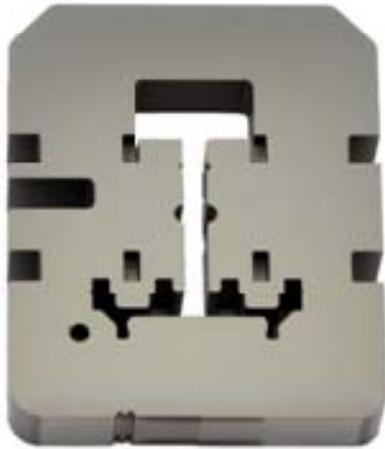


Feinstanzen mit nACRo³®

- PM-HSS-Werkzeugpaar
CPW-800-Stahlband 27 HRC,
d=2.9 mm, Schmierung mit MMS
 - Schlagzähe Beschichtung erforderlich
 - Alter Standard: TiCN-Schicht
 - Durch die höhere thermische Belastung beim Schneiden von hochfestem Stahl wird diese Schicht oxidativ angegriffen
 - Ersatz: Anwendungsoptimierte nACRo-Triple-Schicht widersteht Abrasion und Oxidation gleichermassen
 - Stabile Schneiden bei enger Toleranz
→ Spezielle Kantenvorbehandlung



Feinstanzen mit nACRo³[®]



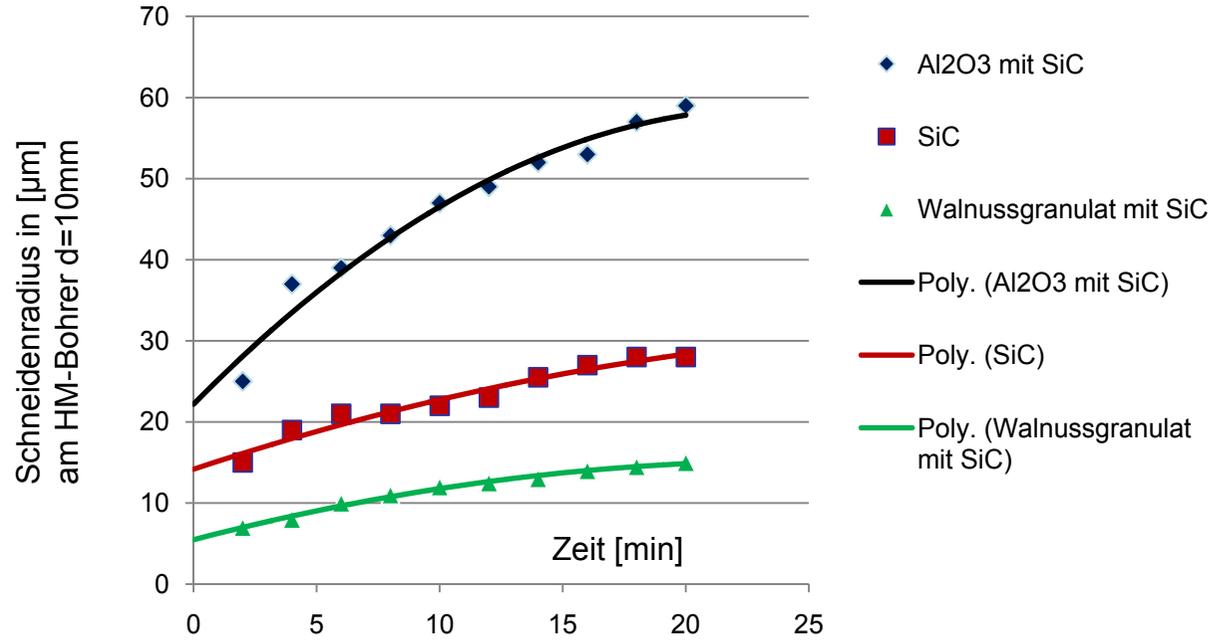
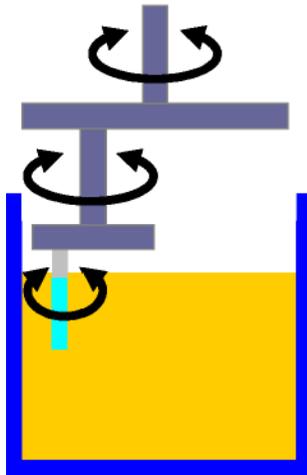
Standmengen: Mit konventioneller PVD-Schicht 2 Millionen Teile (C100)– nACRo³[®]: 20 Millionen Teile

Quelle: Stepper, Pforzheim

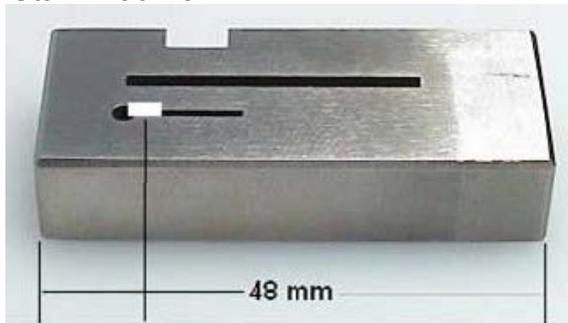


Schleppschleifen zur Herstellung von kleinen und mittleren Schneidkantenverrundungen

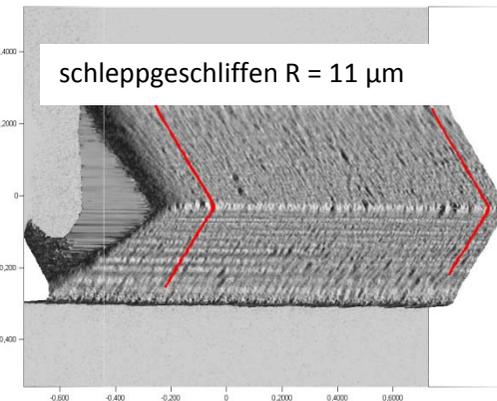
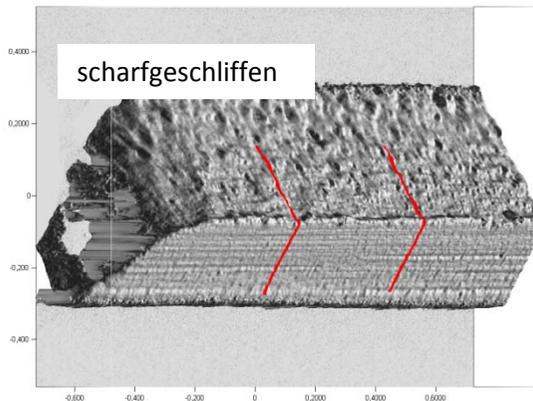
2- oder 3-fach Rotation der Substrate



Stanzmatrize



Meßpunkt

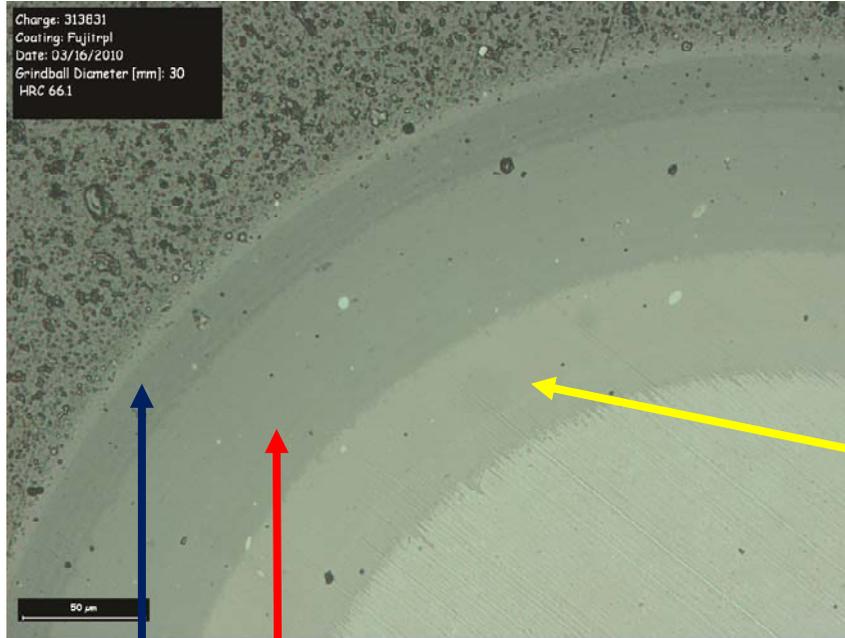


Quelle: OTEC, Straubenhardt, D



AIXN³[®]-Familie: TripleCoatings[®] : AlTiCrN³[®]

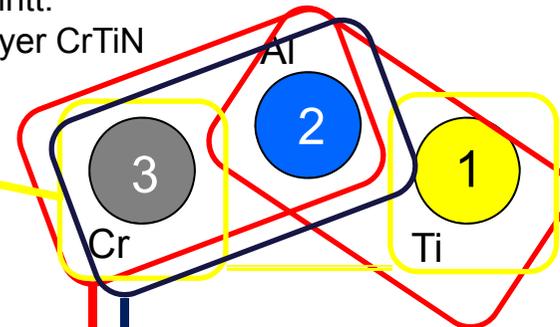
Kombination von konventionellen und Gradient-Schichten
Wichtigste Anwendung: Stanzen, Abwälzfräsen, Sägen



AlTiCrN³[®]



1. Schritt:
Haftlayer CrTiN

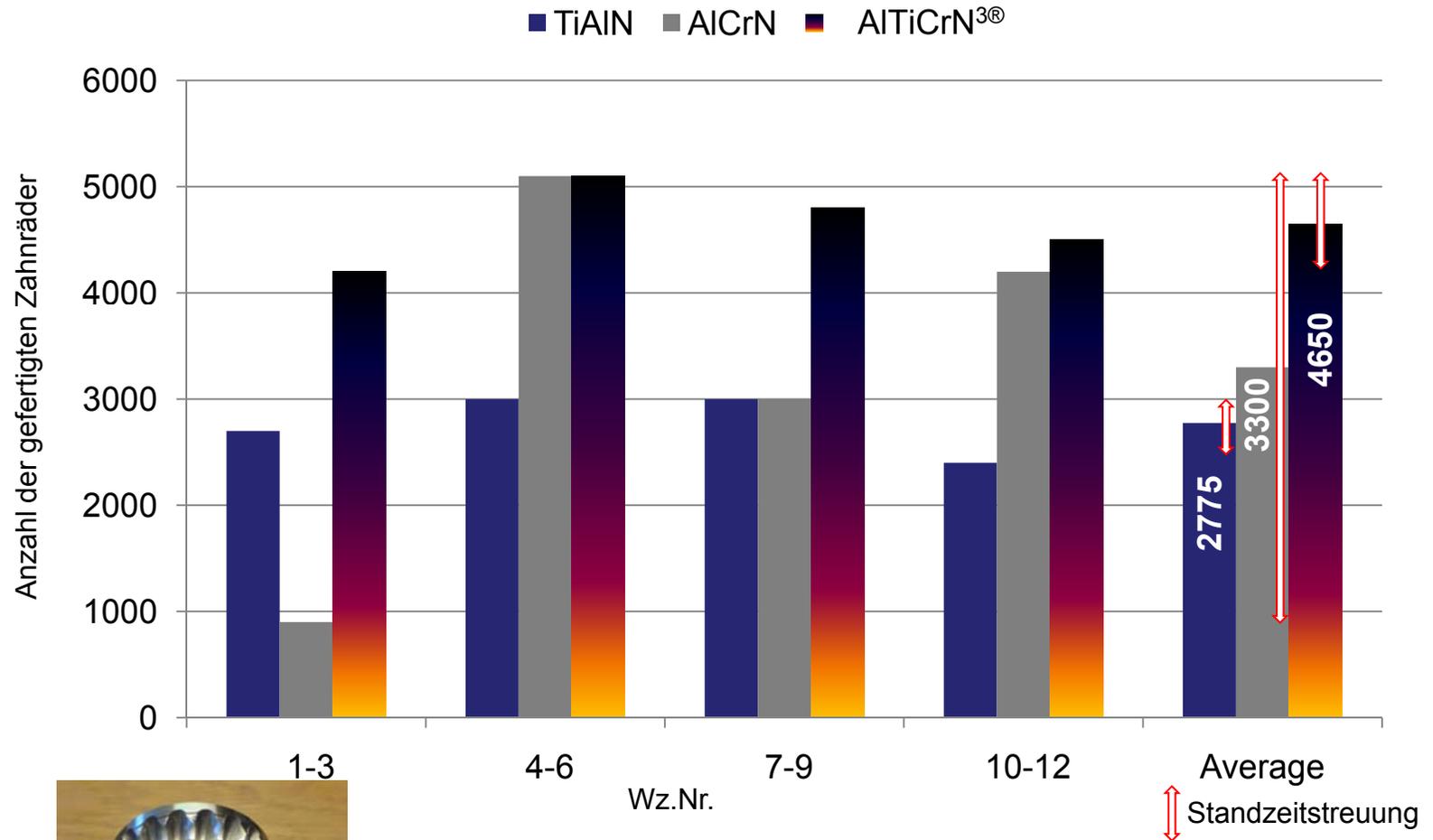


2. Schritt:
Kernlayer AlTiCrN

3. Schritt:
Toplayer AlCrN



Abwälzfräser mit All-in-One-Schicht

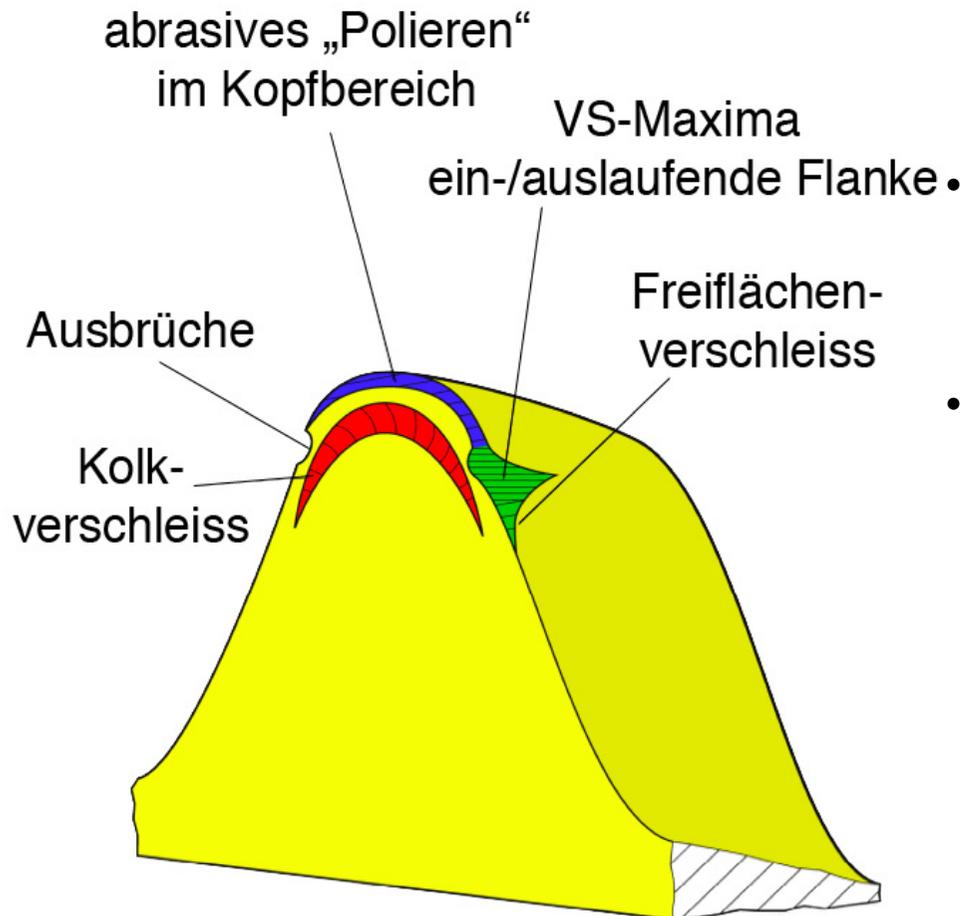


Material: 34CrNiMo6 (1.6582)
 vc=45 m/min, fn=0.12 mm/U, n=500 1/min
 Ölkühlung – Quelle: Unimerco, Sund, DK



Die schwierigste Schneidenpräparation ist für Abwälzfräser

Verschiedene Verschleissarten



- Alle Verschleissarten können durch entsprechende Präparation positiv beeinflusst (reduziert) werden
- Wegen der komplizierten Geometrie ist Mikrostrahlen die einzige praktizierbare Alternative
- ~100% aller Abwälzfräser sollten vor und/oder nach dem Beschichten mikrogestrahlt werden

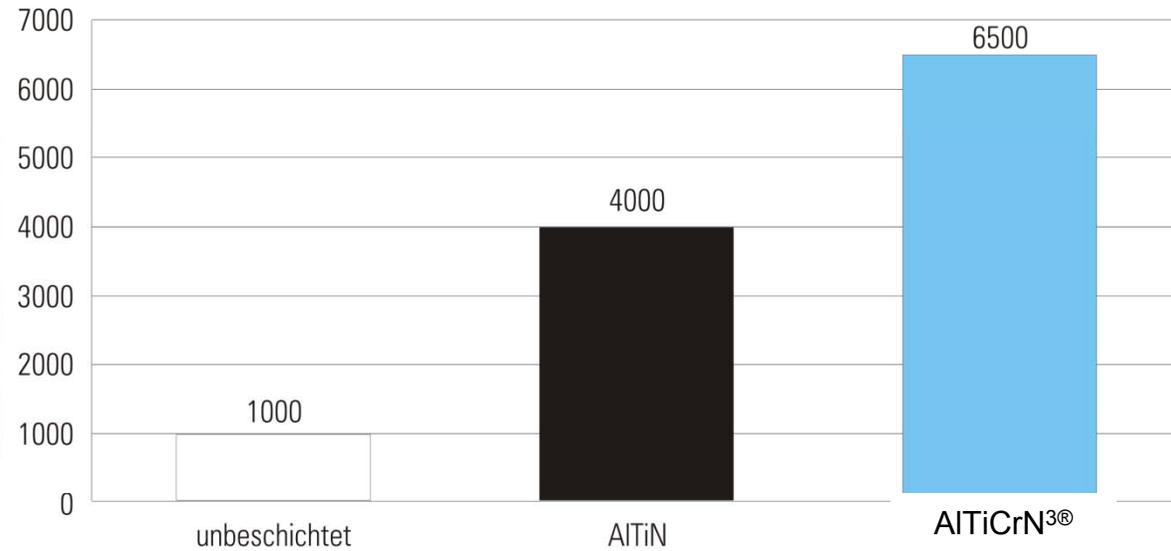
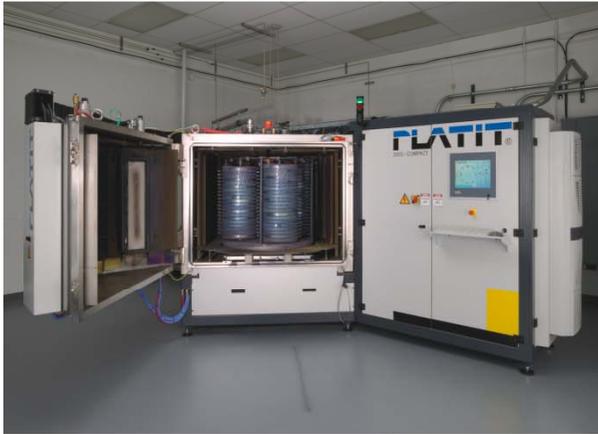


Verbesserung der Oberflächenstruktur durch Mikrostrahlen Trocken- oder Nassstrahlen?

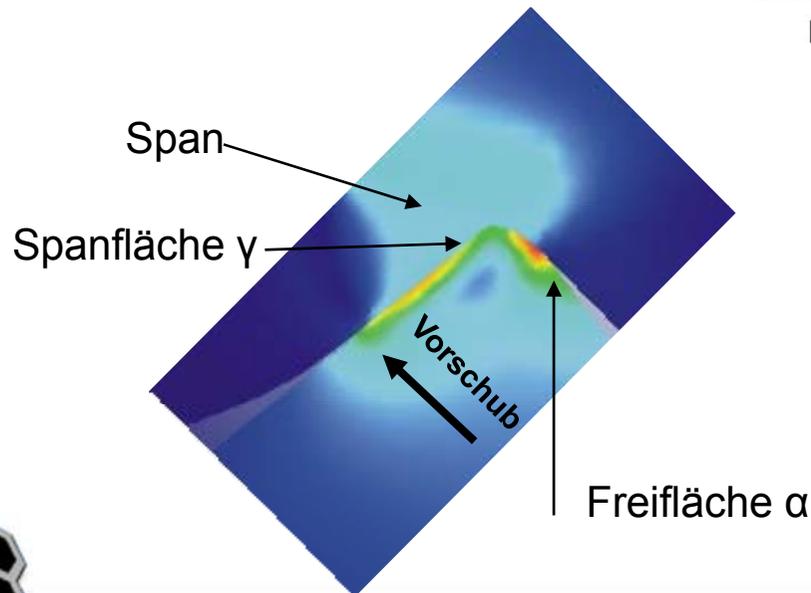
Al ₂ O ₃ , 2 bar 320Mesh, 44 um grain size	Trocken	Nass
Energieträger	Luft, weniger effektiv	Wasser, sehr effektiv
Rauheit	Sa=0.11 um Sz=1.14 um	Sa=0.05 um Sz=0.32 um
Restmaterial nach Strahlen	Verschmierungen	Gefahr von Kobalt-Leaching durch Wasser
Haftungsklasse	HF1	HF1
Schneidenradius	Schwierige Einstellung	Bessere Einstellbarkeit
Trocknung	- Keine Trocknung notwendig	- Trocknung notwendig
Handhabung	- einfache Handhabung bei nicht kontinuierlichem Betrieb	schwierige Handhabung bei nicht kontinuierlichem Betrieb
Kosten	- Niedrigerer Preis - Niedrigere (aber doch wichtige) Kosten für Luftversorgung	- Höherer Preis - höhere Kosten für Luftversorgung



Sägewerkzeuge mit AlTiCrN³[®]-Schicht



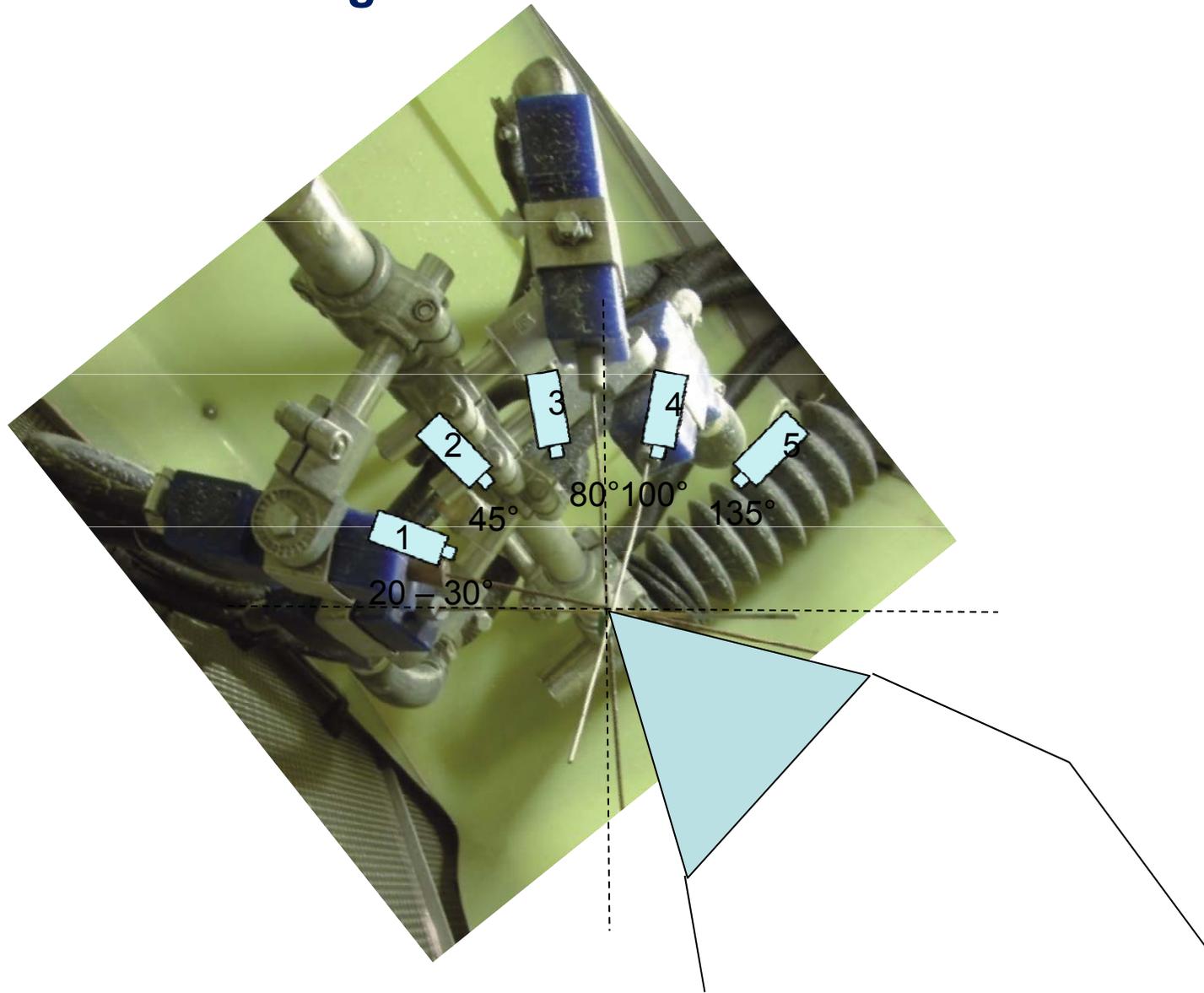
Material: 4140, H13, S7, D2, A2, Stahlteller - Wkz.: Sägeblätter, HM-Wkz. 22" x 70"
 RPM=42; SFPM=242 Kühlung: Emulsion; Quelle: Tru-Cut, Cleveland, USA



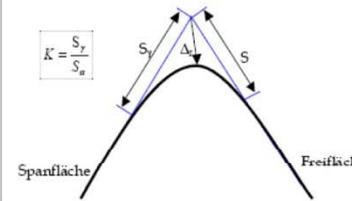
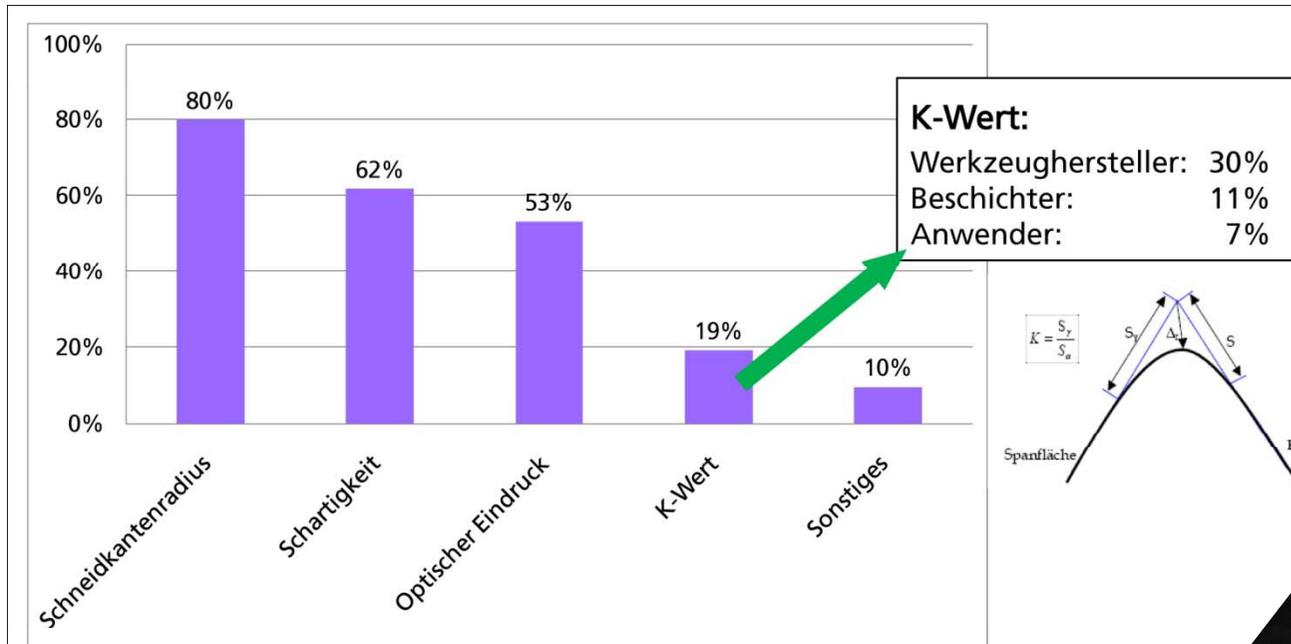
Bei Sägewerkzeugen ist die Gestaltung der Schneidkanten (vor allem der K-Faktor) wegen der extrem kleinen Spanquerschnitten enorm wichtig!



Steuerung des K-Faktors bei Mikrostrahlen

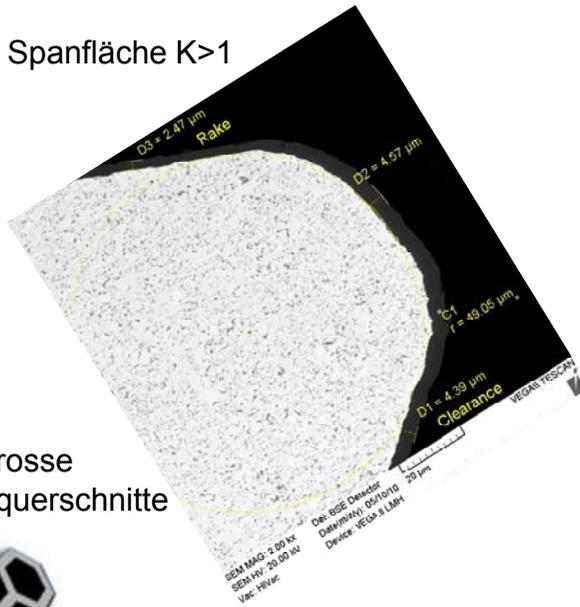


Welche Geometriegrößen werden bei der Schneidenpräparation bewertet?



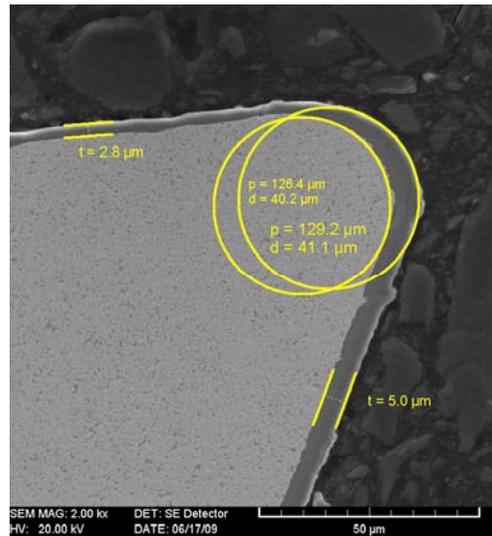
Quelle der Statistik:
IWF, Berlin

Zur Spanfläche K>1

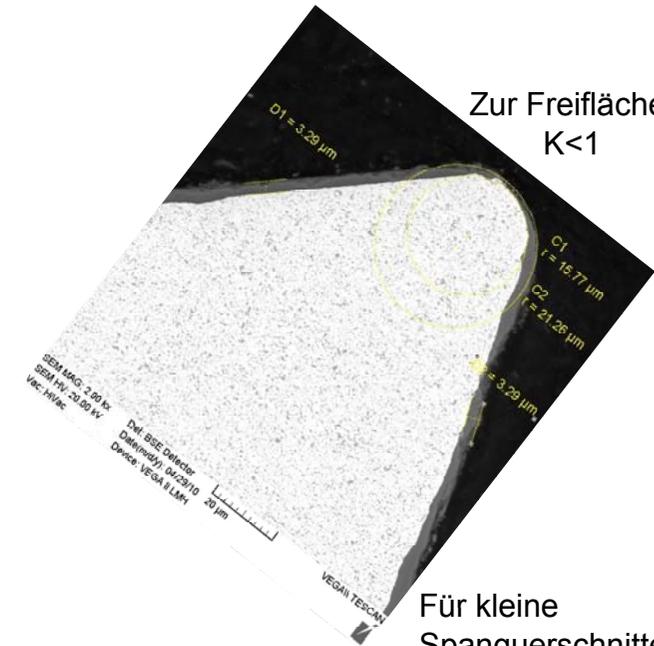


Für grosse Spanquerschnitte

Symmetrisch k=1



Zur Freifläche K<1

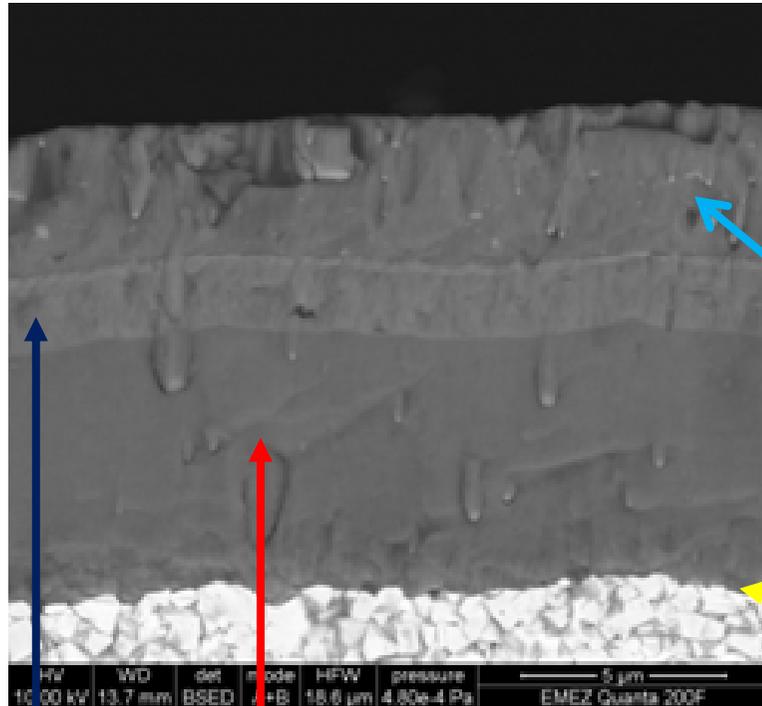


Für kleine Spanquerschnitte



SiX³[®]-Familie: TripleCoatings[®] : nACoX³[®]

Kombination von konventionellen, Nanocomposite- und oxinitridischen-Schichten
 Wichtigste Anwendung: Trockendrehen



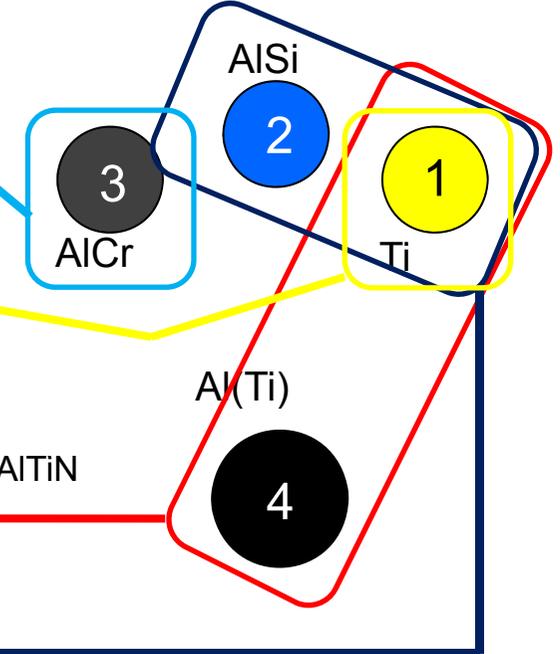
nACoX³[®]



1. Schritt:
Haftlayer TiN

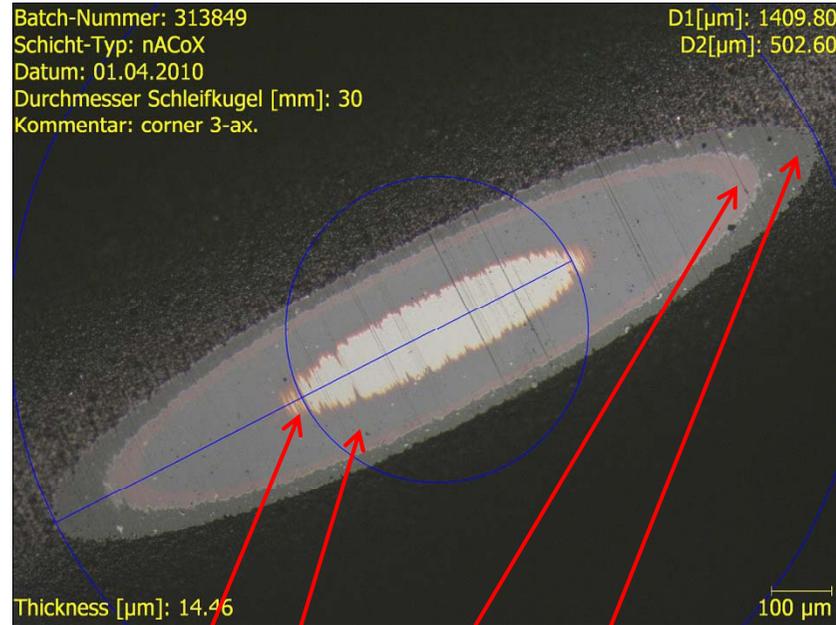
2. Schritt:
Kernlayer AlTiN

3. Schritt:
Toplayer nATCRO[®]



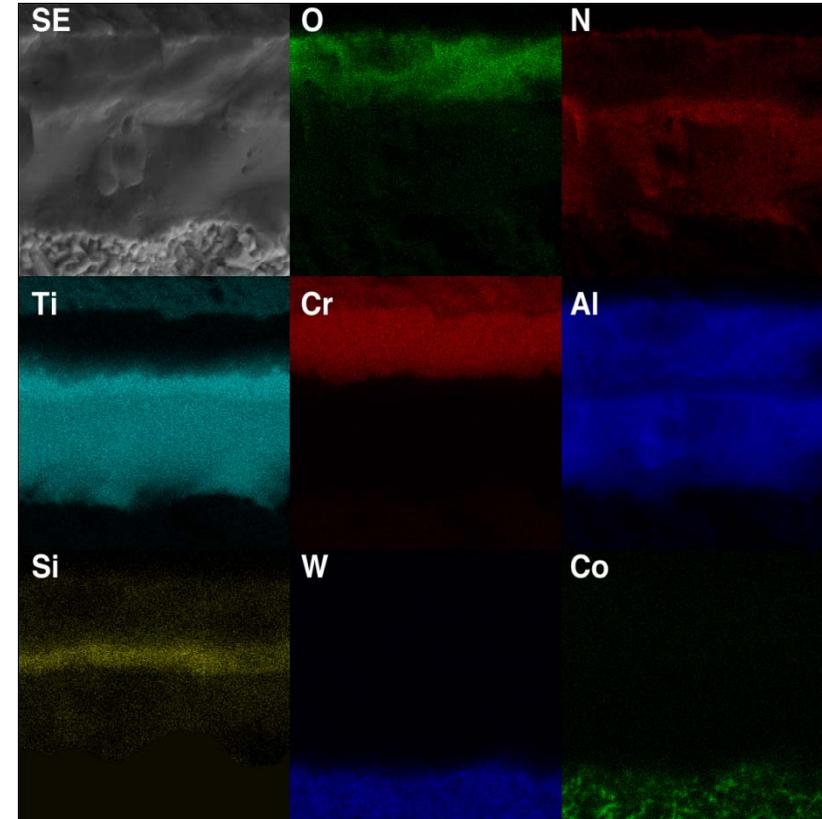
SiX³®-Familie: TripleCoatings[®] : nACoX³®

Kombination von konventionellen, Nanocomposite- und oxinitridischen-Schichten
 Wichtigste Anwendung: Trockendrehen



TiN = Haftlayer
 AlTiN
 nACo= TiAlN/SiN
 AlCrON

EDX-Map



Verhältnis von Stickstoff zu Sauerstoff: N/O: 50/50% – 80/20%

Typische Schichtdicke an Drehplatten: 7 - 18 μm

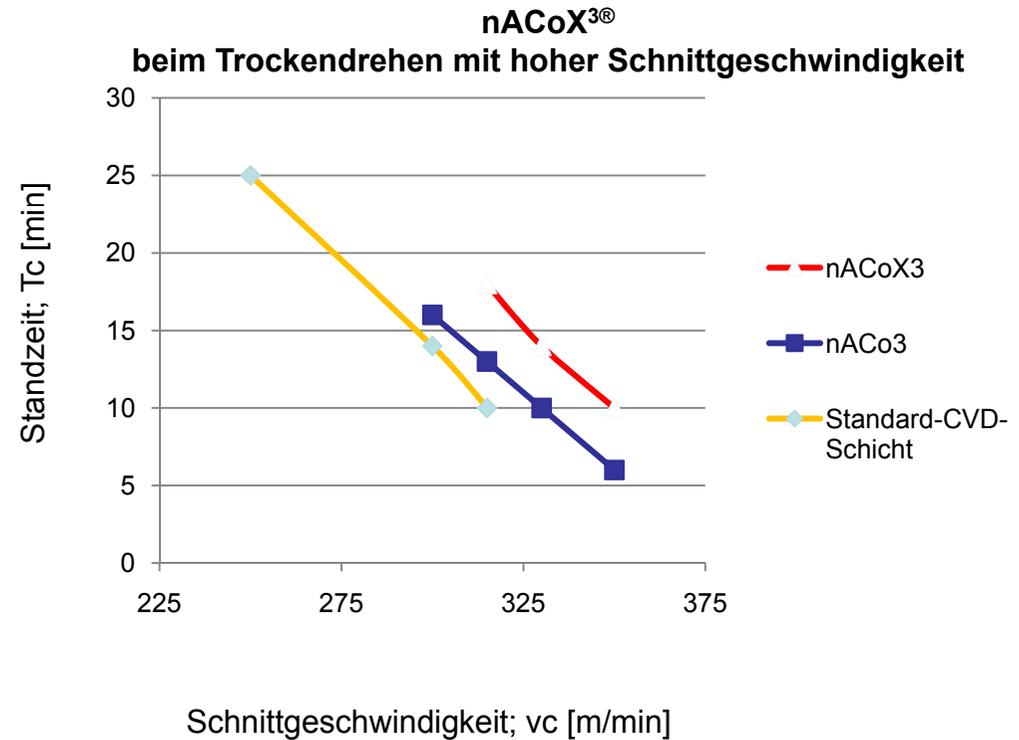
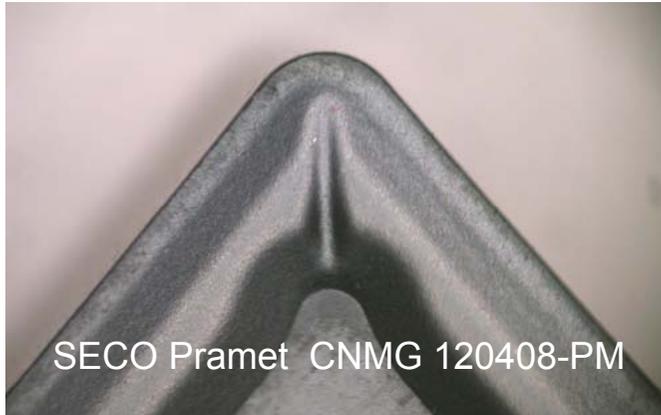
Typische Gesamthärte: 30 GPa

Typisches E-Modul: ~400 GPa



SiX³[®]-Familie: TripleCoatings[®] : nACoX³[®]

Hauptanwendungsgebiet oxidischer und Oxinitrid-Schichten – Trockenes HPC-Drehen

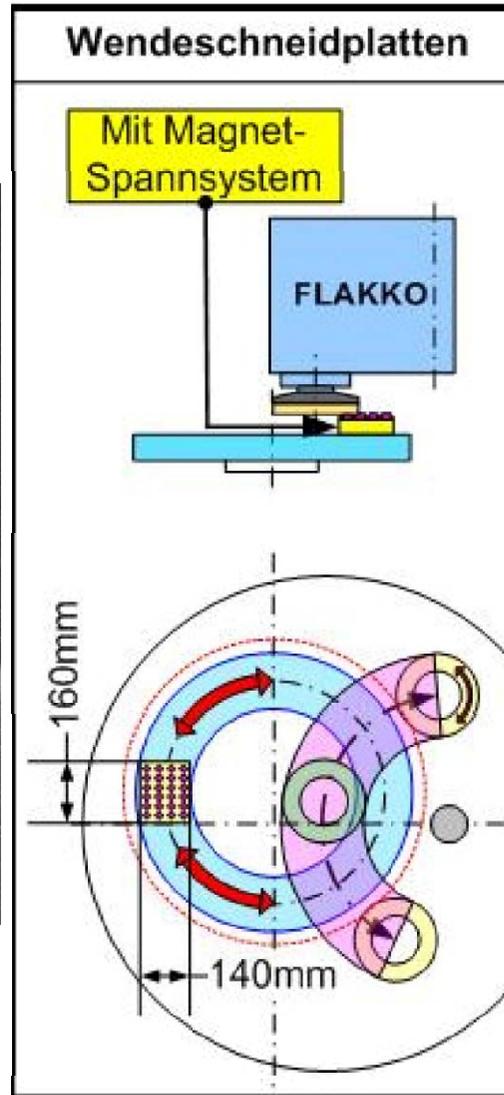
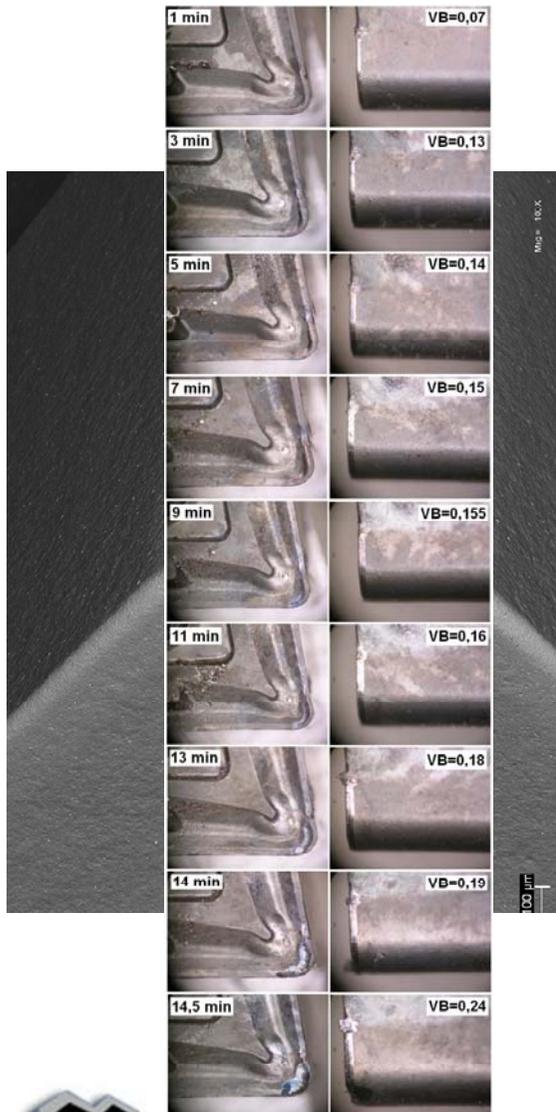


$v_c = 250 \dots 350$ m/min, $f = 0.25$ mm/U, $a = 1.5$ mm - Material: C60 (1.1221), HB225
Standzeitkriterium: $VB_{max} \leq 200$ μ m - Gemessen an der TH Budapest



SiX³[®]-Familie: TripleCoatings[®] : nACoX³[®]

Bürsten (Flakottieren) der WSP mit nACoX³[®]



Quelle: Profin, Kriens, CH

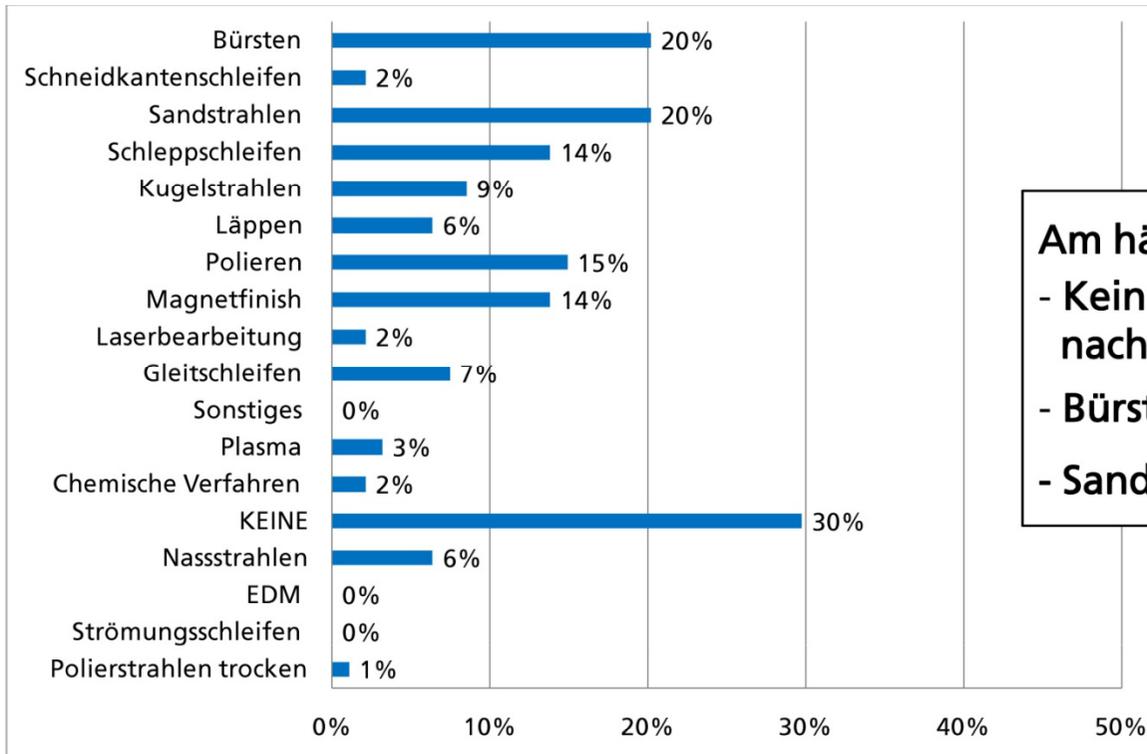


INHALT

1. Die Bedeutung der dedicated Schichten
2. Die Bedeutung der Schneidkantenpräparation
3. Kombination und Anwendung von dedicated Nanoschichten, TripleCoatings^{3®} und von dedicated Schneidkantenpräparationen
 - 3.1 Die „klassischen“ Standard-TripleCoatings^{3®} zur universellen Anwendbarkeit
 1. nACo^{3®}
 2. nACRo^{3®}
 3. nATCRo^{3®}
 - 3.2 Die TripleCoatings^{3®} ohne Silizium
 1. AlCrN^{3®} zum Mikro-Abwälzfräsen
 2. AlTiCrN^{3®} zum Feinstanzen
 3. AlTiN^{3®}
 - 3.3 Die „getunten“ TripleCoatings mit Silizium
 1. TiXCo^{3®} zum Superhartfräsen
 2. nACoX^{3®} zum trockenen Drehen
 3. UserTriple³ zum ...
4. **Freisetzen der beschichteten Schneiden**
5. Zusammenfassung



Welche Bearbeitungsverfahren setzen Sie für Zerspanwerkzeuge nach der Beschichtung ein?



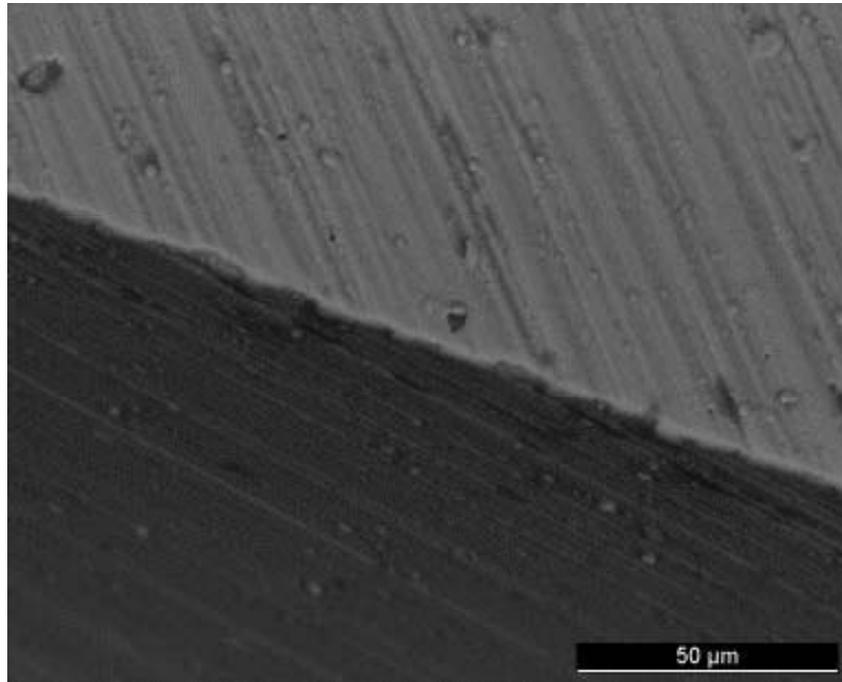
Am häufigsten:

- Keine Bearbeitung nach Beschichtung
- Bürsten
- Sandstrahlen

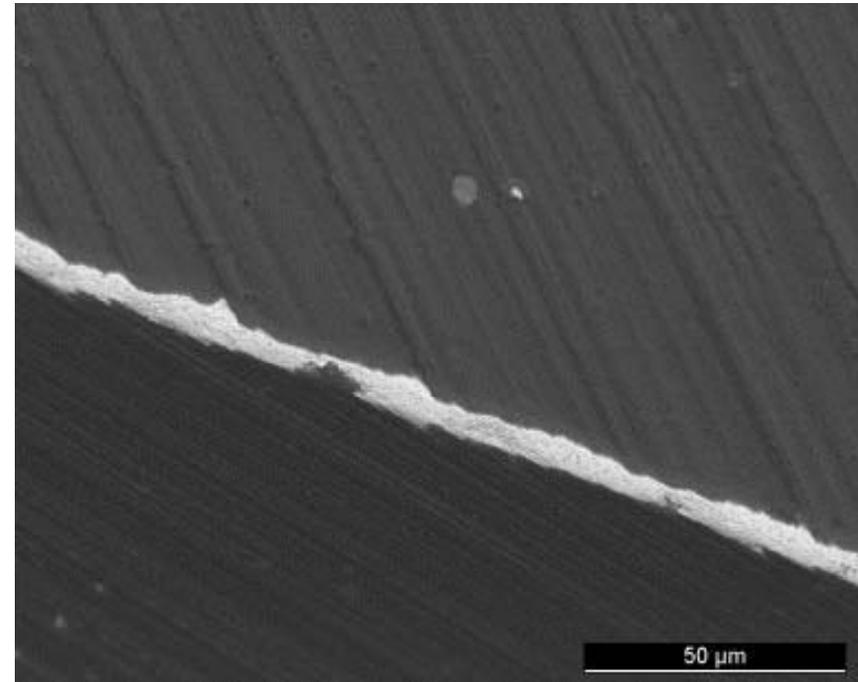


Schneidenpräparation nach der Beschichtung

Beschichtete Schneide



“Freigesetzte” Schneide



- Die Schneide wird nach der Beschichtung “verrundet“ :

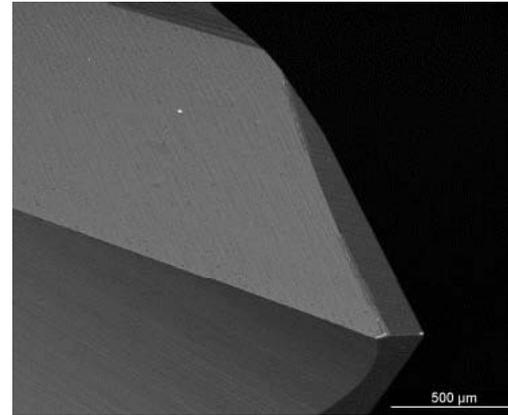


Schneidenpräparation nach der Beschichtung

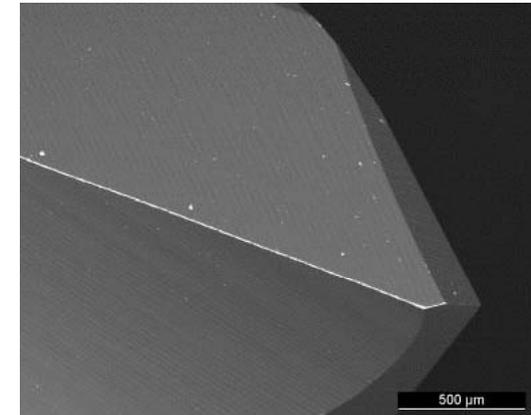
NACHTEILE:

- Unterbrechung der Schichtstruktur an einer langen Linie
Direkter Kontakt von HM und Werkstoff
Schlechtere chemische und Wärmeisolierung
- Niedrige Schichtdicke in der Nähe der Schneide
Schnellerer Werkzeugverschleiss
- Eindruck einer schlechten Beschichtung

Nach Beschichten

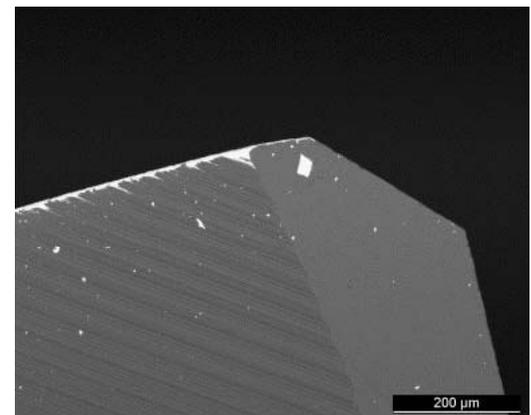
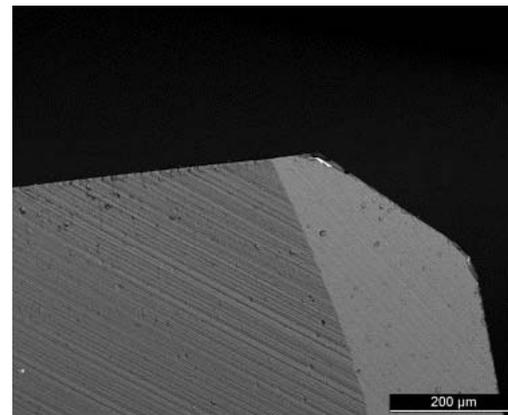


Schneidenpräparation nach dem Beschichten



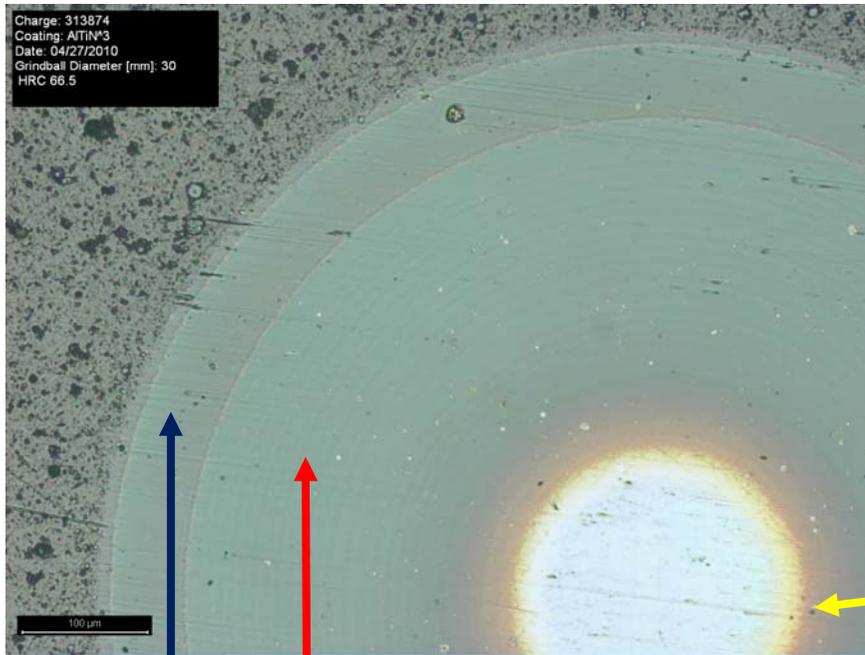
VORTEILE:

- Schneidkantenverrundung & Dropletentfernung in einem Schritt
- Vermeidung von grossen zusammenhängenden Ausbrüchen von HM+Schicht
- Ausgleich des Antenneneffektes (z.T.)



AIXN³[®] -Familie: TripleCoatings[®] : AlTiN³[®]

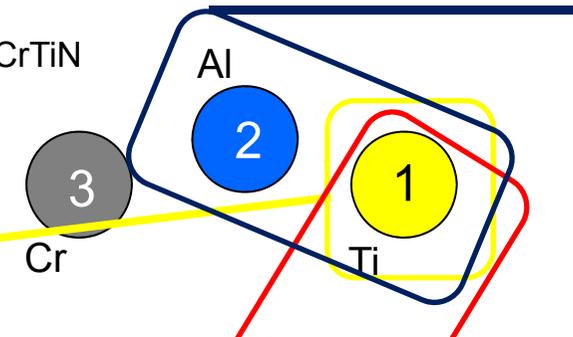
Kombination von konventionellen und Nanolayer-Schichten
Wichtigste Anwendung: Bohren



AlTiN³[®]



1. Schritt:
Haftlayer CrTiN

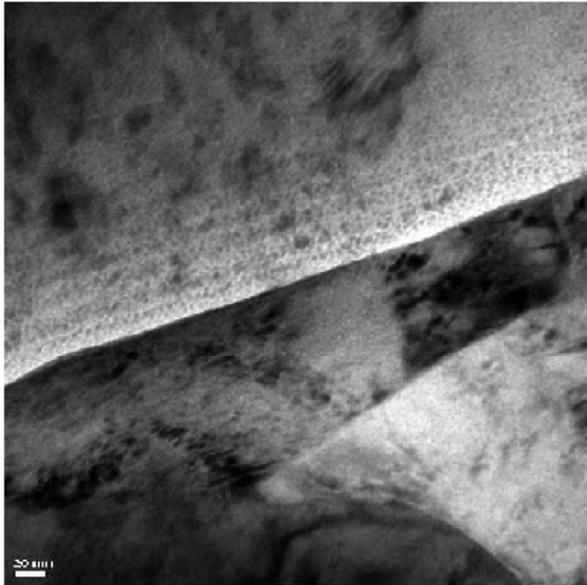


2. Schritt:
Kernlayer AlTiN-ML

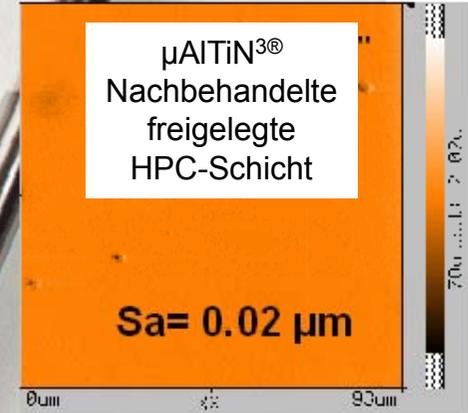
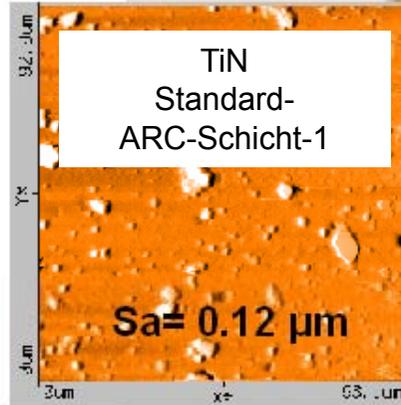
3. Schritt:
Toplayer AlTiN-NL[®]



Optimierung von Schichten und Zerspanparameter für HSS-Reibahlen



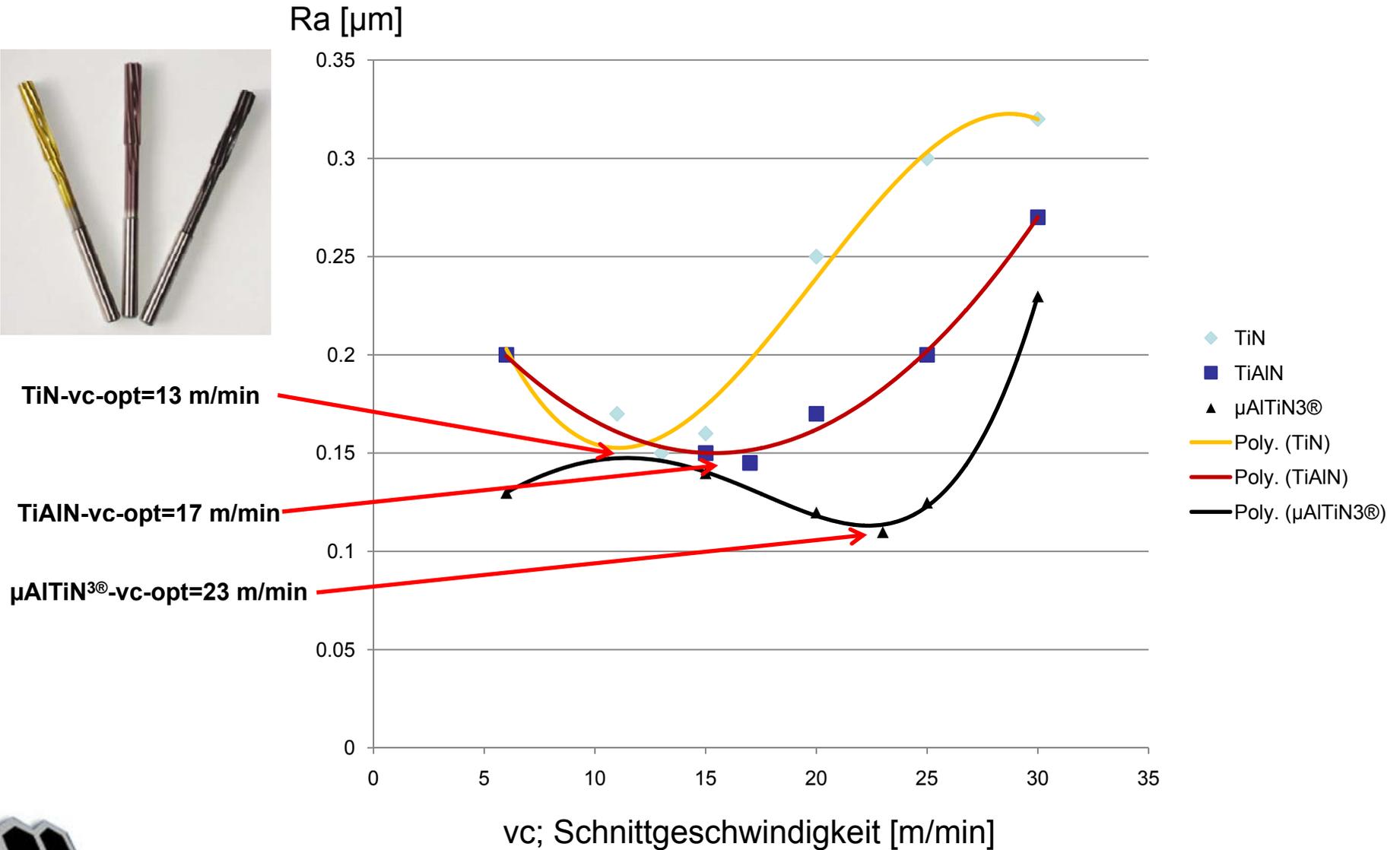
Dedicated extrem dünne Schicht
(0.7 – 1 μm) für Reiben
Nanolayer-Periode: 9 nm



Sa : Durchschnittsrauheit gemessen über die Oberfläche mit AFM



Optimierung der Schnittgeschwindigkeit

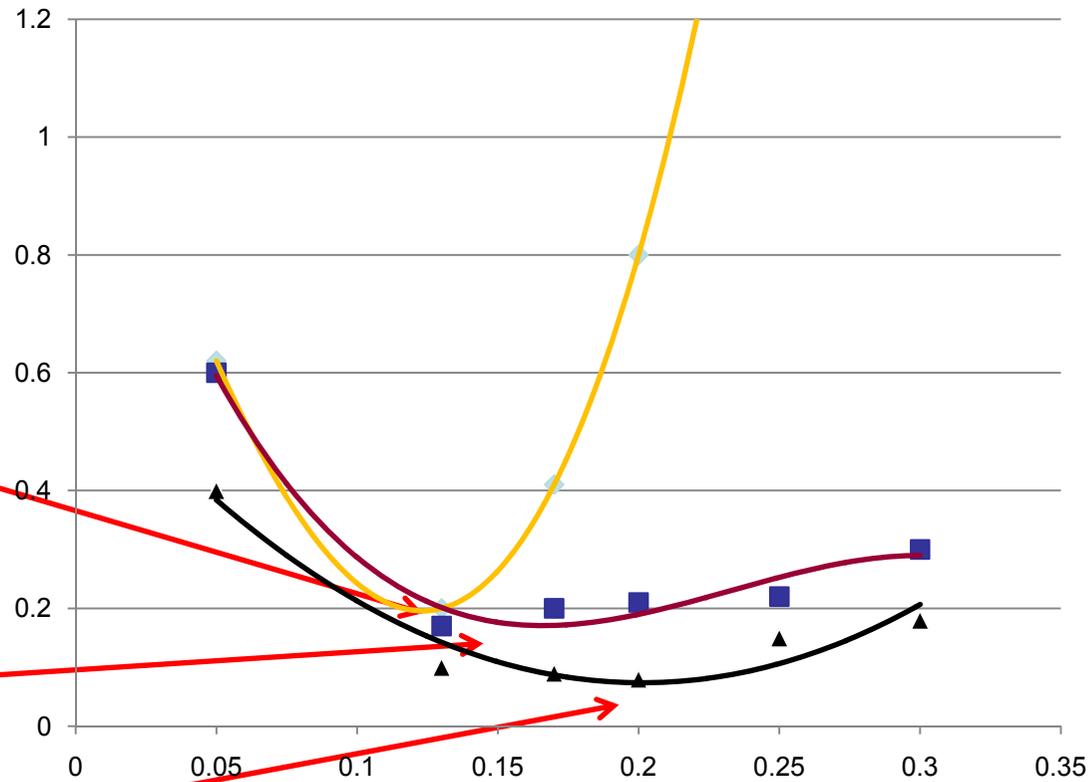


Optimierung von Schichten und Zerspanparameter für HSS-Reibahlen

Optimierung des Vorschubes



Ra [μm]



- ◆ TiN
- TiAlN
- ▲ $\mu\text{AlTiN3}^{\text{®}}$
- Poly. (TiN)
- Poly. (TiAlN)
- Poly. ($\mu\text{AlTiN3}^{\text{®}}$)

TiN-f-opt=0.128 mm/U
Mit vc-opt=13 m/min

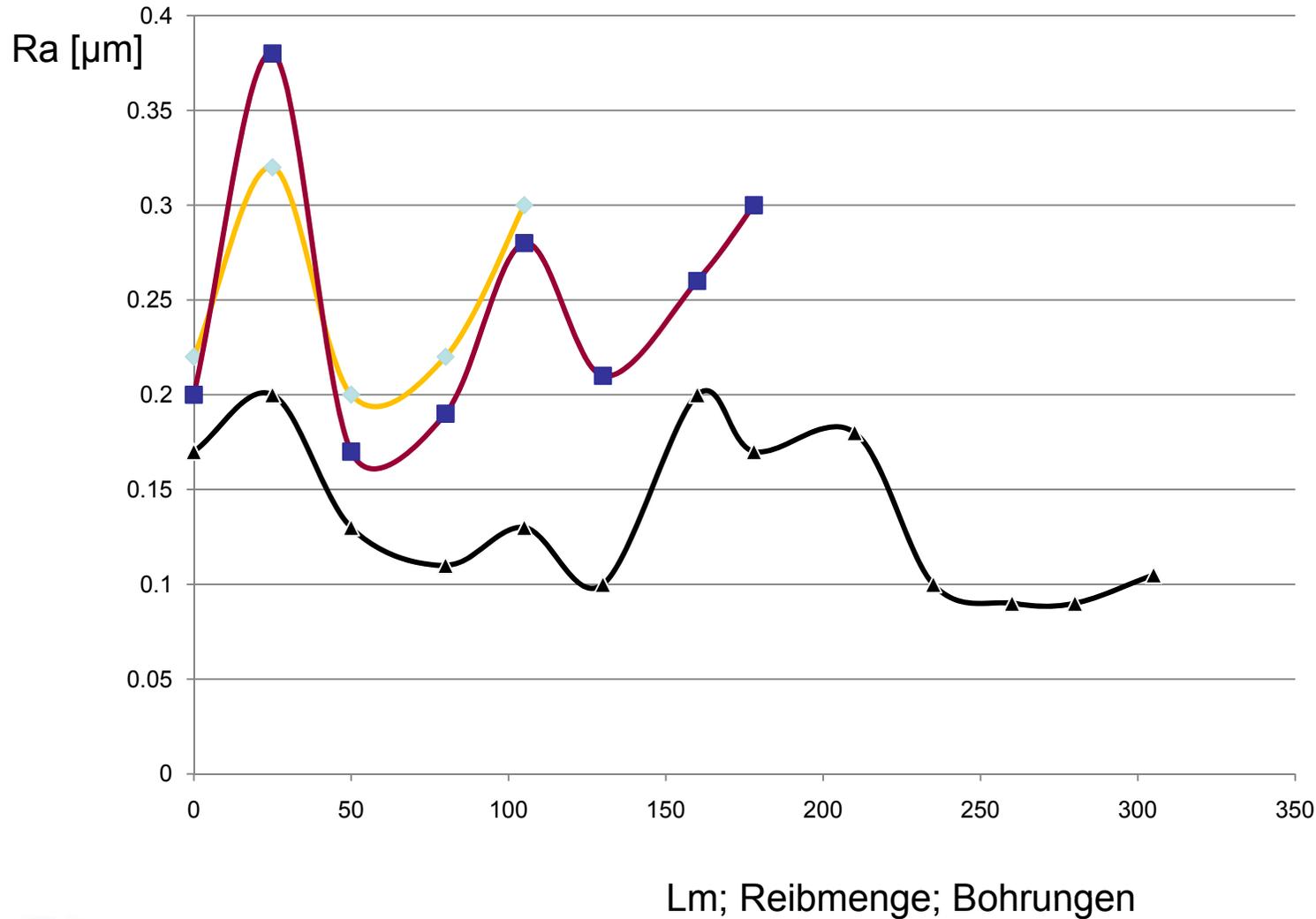
TiAlN-f-opt=0.14 mm/U
Mit vc-opt=17 m/min

$\mu\text{AlTiN3}^{\text{®}}$ -f-opt=0.2 mm/U
Mit vc-opt=23 m/min

f; Vorschub [mm/U]



Optimierung von Schichten und Zerspanparameter für HSS-Reibahlen



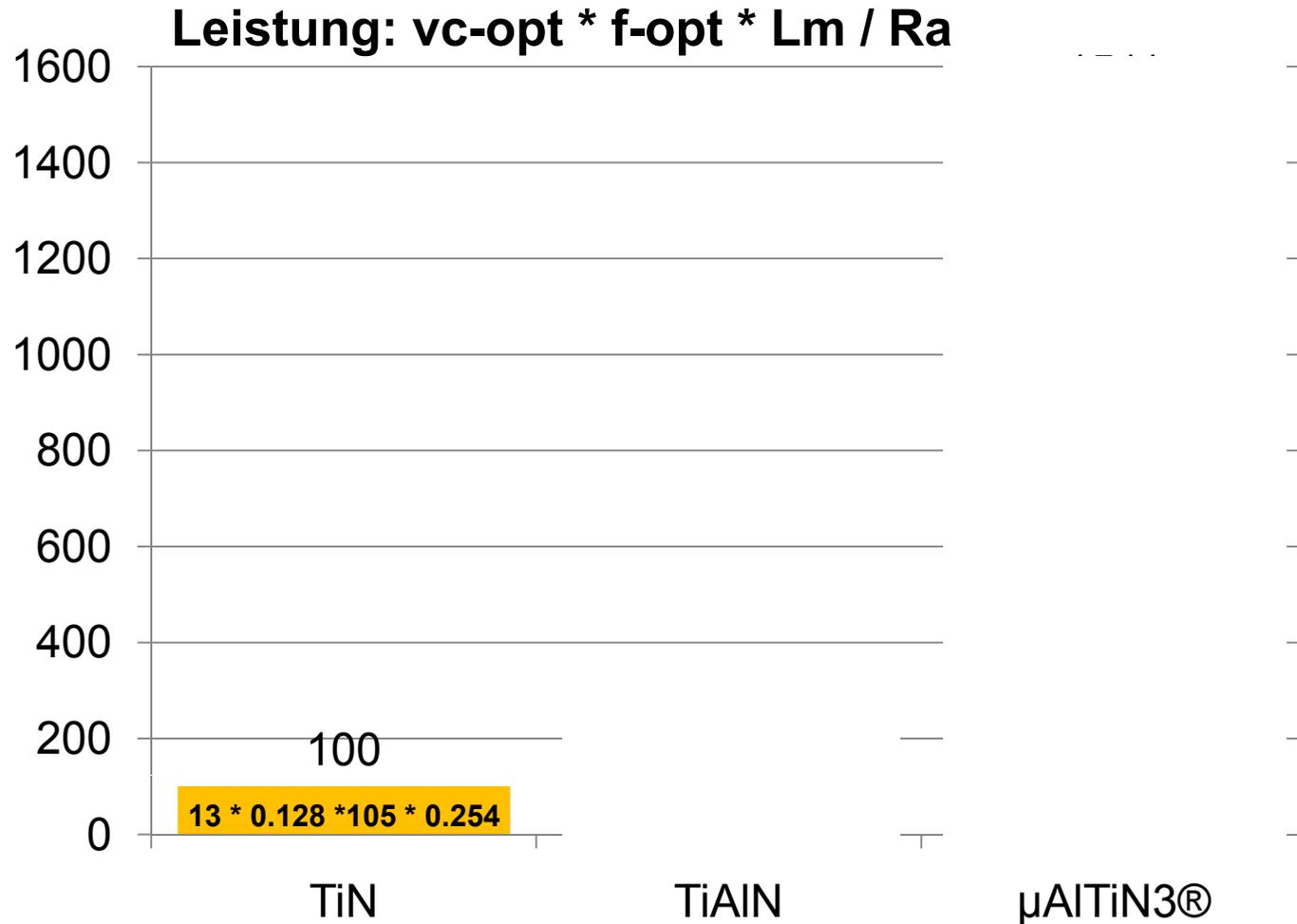
- ◆ TiN
- TiAlN
- ▲ μAlTiN3®

Bei
vc-opt
f-opt
der jeweiligen
Schichten





HPC - Leistungsvergleich



Mat.: X155CrVMo12-1 – Kaltarbeitsstahl – DIN 1.2379
 Wz.: d=6.2 mm – Reibübermass: 0.2 mm – ap=12mm – Kühlung Emulsion 7%



Zusammenfassung

- 1. Dedicated Schichten ermöglichen wichtige Leistungserhöhungen**
- 2. Schneidkantenpräparation ist heute ein Muss**
- 3. Freisetzen der beschichteten Schneiden für Schlichtoperationen eine wichtige Alternative**
- 4. Kombination und Anwendung von dedicated Nanoschichten sowie dedicated Schneidkantenpräparationen ist die Kunst!**

T. Cselle, M. Morstein, A. Luemkemann,
PLATIT AG, Selzach, Schweiz



Zusammenfassung

