

Kompendium

61. Ausgabe

PLATTIT KOMPENDIUM dv61



	Page
PLATIT's 10 Gebote	3
Geschichte	
Meilensteine in PLATIT's Geschichte	4
Beschichtungssysteme in 39 Ländern der Welt	12
Grundlagen	
Schichtvorteile - Anwendungsgebiete - Flexible Beschichtung - Integrierte Beschichtung	14
Beschichtungsanlagen	
MoDeC® Modular Dedicated Coating	18
<i>TC PLUS</i> - Die <i>TC</i> Vorteile - Virtual Shutter - Tube Shutter	20
LGD®: Lateral Glow Discharge	22
<i>TC PLUS</i>	24
<i>PL 211</i>	28
<i>PL 1011</i>	30
<i>TC 1511</i>	32
Karusselle und Substrathalterungen	36
Ladekapazitäten	40
Individuelle Anlagen	42
Schlüsselfertige Beschichtungssysteme	
Schlüsselfertige Beschichtungssysteme	48
Entschichtung	51
Reinigungsanlagen	54
CleX®: Modulares Halterungssystem für Reinigung und Entschichtung	56
Mikrostrukturierung - Schneidkantenpräparation	58
<i>Bürsten - Mikrostrahlen - Schleppscheifen - Gleitscheifen - Magnetfinischen</i>	62
<i>Schneidenform und ihre Messung</i>	67
Qualitätskontrolle - PQCS	69
Equipment für Spezialbehandlung - Handhabungsgeräte	72
Systemlayout - Anschlussdaten	74
Schichten	
Generationen, Strukturen, Hauptschichten	76
Schichteigenschaften - Hauptanwendungsfelder	80
Schichtkompass - Schichtspektrum	82
Schichttypen	84
Standarddaten und Schichteigenschaften	90
Anwendungen der Schichten	
<i>Konventionelle Schichten</i>	94
<i>Nanocomposites</i>	96
<i>TripleCoatings^{3®}</i>	100
<i>QUADCoatings^{4®}</i>	106
<i>Oxide and Oxinitride</i>	110
<i>SCIL® - Sputtered Coating Induced by LGD® - Hochleistungssputtern</i>	112
<i>LACS® - Lateral ARC und Central Sputtering - Hybrid-Beschichtung</i>	114
<i>Dedicated Schichten</i>	118
<i>DLC - Diamond Like Coatings</i>	122
Wieso integrierte Beschichtung in KMUs integrieren?	130
Weltweiter Service	
Servicekonzept & Pakete	132
PLATIT Augmented Reality Support - "Erweiterte Realität"-Service	134
Kathodenaustauschzentren	136
Trainingsprogramme	138
PLATIT weltweit	139

PLATIT und unsere 10 Gebote

**60 Jahre Erfahrung im Beschichtungsgeschäft
gibt uns die Kompetenz schlüsselfertige Beschichtungssysteme
professionell zu entwickeln, zu produzieren und zu installieren.**

Das PLATIT Support-Zentrum in Selzach / SO, Schweiz
Operativer Hauptsitz & Projekt-Engineering &
F&E & Testzentrum & Logistik & Marketing

PLATIT AG

Eichholzstrasse 9
CH-2545 Selzach / SO
Schweiz

Phone: +41 (32) 544 62 00
Fax: +41 (32) 544 62 20
E-Mail: info@platit.com
Web: www.platit.com



PLATIT CCS Gebäude Vaulruz / FR, Schweiz
Individuelle Beschichtungssysteme nach Spezialanforderungen



PLATIT a.s. Gebäude in Sumperk, Tschechien
Standardmaschinen der Serie 77

Die 10 Gebote für PLATIT

Kernkompetenz: Entwicklung und
Produktion von high-tech PVD-
Beschichtungsausrüstung & -Schichten

- 1. Unabhängigkeit von Konzernen**
Hauptkunden: KMUs
- 2. Headquarters in der Schweiz**
Tradition, Image, Infrastruktur,
Finanzen und Steuersystem
- 3. Weltweit verteilte Intelligenz**
Globale Kooperation mit Instituten,
Beschichtern und Anwendern

- 4. Ausgewogene Vermarktung**
über Länder und Kontinente, mehr
als 500 Installationen in 39 Ländern
- 5. Flache, schlanke Firmenstruktur**
Keine Hierarchie, Schwerpunkt auf
Entwicklung, nicht auf Logistik
- 6. Teamgeist**
Innovation und Leistung zählt,
nicht Herkunft und Krawatte

- 7. Blauer Ozean Strategie**
Produkte und Märkte
vor und ohne Konkurrenz
 - min. 1 neue Schicht jedes Jahr
 - neue Anlage jedes 2. Jahr
- 8. Win-Win mit Kunden**
Nicht Rabatt, sondern Preis/Leistung
entscheidet über Wettbewerbsfähigkeit
- 9. Keine Lohnbeschichtung**
Vermeidung von Konkurrenz
zwischen Kunden und PLATIT
- 10. Schlüsselfertige Systeme**
zur Integration in die Fertigung

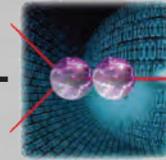
Meilensteine in PLATIT's Geschichte

PLATIT wurde 1992 von der W. Blösch AG gegründet. Die Blösch AG ist Mitglied der BCI Blösch Gruppe, gegründet 1947 als Zulieferer für die Schweizer Uhrenindustrie. Es ist jetzt ein Powerhouse für funktionelle und dekorative high-tech Beschichtungen.



Walter Blösch
Gründer der W. Blösch AG

2002



Akquisition der Vilab AG. Vilab PCT (Profitcenter Technology) entwickelt spezielle Schichten für die Optik- und Uhrenindustrie.



1995

BCI: Innovative Schichten für die Uhrenindustrie:

Antireflektive Hartschicht auf saphirblauem Uhrglas

Farbschicht des Ziffernblattes

Spezielle Effekte auf der Mondphasenscheibe

Anti-allergische Hartschicht auf Uhrenteil aus Edelstahl



1987 — **PLATIT**® — Projektstart PLATIT.

1985



Vierte Bauetappe mit Produktionsräumen für die Hartstoffbeschichtung.

2001

2000



L i S S.

1957

Gründung der Liss AG für die Produktion von Zifferblättern und Schmuck. Bau der ersten Fabrik für Edelmetallgalvanik.



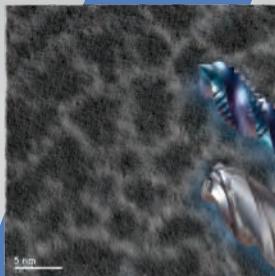
B L Ö S C H

1947

Walter Blösch gründet die W. Blösch AG für die Schwervergoldung von Uhregehäusen und Schmuck.

1993





nACo® - nACRo®

Erste Nanocomposite Schichten aus industrieller Produktion.

2003

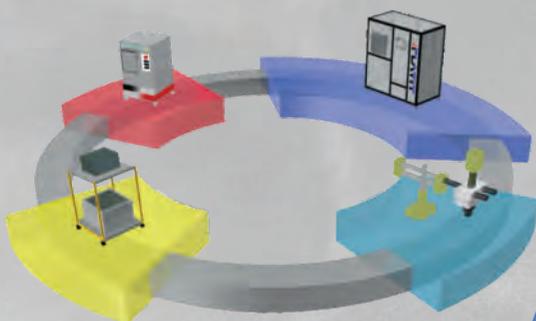
π⁸⁰

Forschung in nanostrukturierten Schichten führt zur Vorstellung der revolutionären π⁸⁰ - Anlage mit LARC® - Technologie.



PIVOT

PLATIT gründet PIVOT in einem Joint Venture mit SHM in der Tschechischen Republik.



Entwicklung schlüsselfertiger Systeme für flexible Beschichtung, basierend auf der iPL50-Anlage.

Gründung PLATIT AG.
Bau der ersten PLATIT Hartstoff-Beschichtungsanlage.

2004

100

100. PLATIT-Maschine installiert.



PL1001 COMPACT

Vorstellung des plug & play "Zugferdes" für konventionelle Schichten.

2006

nACVlc®

1. Generation von DLC-Schichten basierend auf Nanocomposites.

π³⁰⁰

2005

Die Kombination aus LARC®- und CERC®-Technologie ermöglicht enorm hohe Produktivität und Flexibilität.



2007

200

200. PLATIT-Maschine installiert.

TripleCoatings³®

2008 - **π⁸⁰⁺**



Entwicklungen

LARC GD®

320

320. PLATIT Installation.



Nanosphere

Dedicated Schicht fürs Abwälzfräsen
(LMT-PLATIT Patent)

2011



PL1401-HUT

Dedicated für Räumnadeln

π 311+OXI

π 311+DLC

π 311



2010

OXI

π 111+DLC

π 111



DLC²

2009



TripleCoatings³®



FLATIT[®]
openSource

AlCrN³®

UserTriples³®

nACo³®

nACRo³®

AlTiCrN³®

TiXCo³®

nACoX⁴®

380

380. PLATIT
Installation.

Bildung von **PLATIT a.s.** Sumperk, CZ
durch Vollintegration **PIVOT** in **PLATITE®**

Dank der möglichen Upgrades für alle Standard-
maschinen können alle Benutzer von den
Vorteilen der neuen Technologien profitieren.
Z.B. LARC-GD-, OXI- und DLC²-Upgrades.

π²¹¹

Für DLC³-Schichten



2013

SCIL®

Sputtered Coatings Induced by
LARC GD®



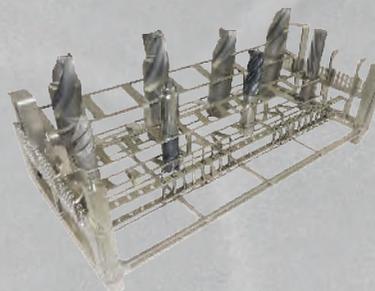
π⁴¹¹



2012

CleX®

Modulares Halterungssystem
für Reinigung und Entschichtung



Entwicklungen

FeinAl

Dedicated Coating für Feinstanzen
Partner: Feintool, Lyss, CH



2015



ALL⁴:
AlCrTiN⁴ +
CrCN optional

2014

420

420. PLATIT
Installation



CT 40

ultraschnelles Entschichtungssystem





520

520. PLATIT Installation

2018

LACS® Lateral ARC & Central Sputtering
BorAC®

π411 PLUS



2017

Integration von **PLANAR S.A.** in **PLATIT®**

PL1011



ALL4®eco

2016

π111 PLUS



Entwicklungen

550

500. PLATIT
Installation

Neuer PLATIT Standort
in Vaulruz, FR, Schweiz
für die Herstellung
von dedicated
Beschichtungsanlagen



ta:C



PL 711

BorCo®

2019



CT 20

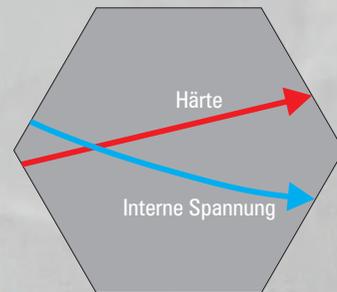
ultraschnelles Entschichtungssystem

PLATIT's Schichtmeilensteine



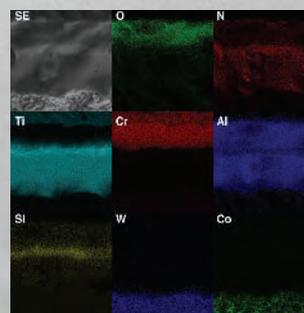
BorCO[®]
BorAC[®]

2019
2017



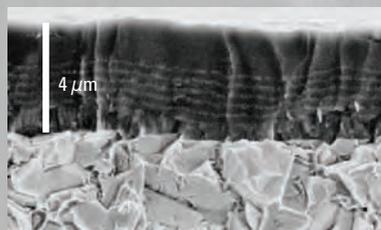
ALL⁴-Tribo
nACoX⁴

2012



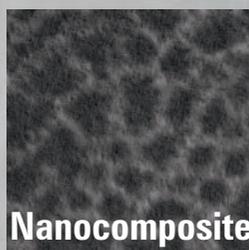
TiXCo³
nACo³

2007



nACo[®]
nACRo[®]

2003



UniversAl[®]
UniCut[®]

1994



PLATIT Beschichtungssysteme in 39 Ländern der Welt



Europa

- Bulgarien
- Dänemark
- Deutschland
- Estland
- Finnland
- Frankreich
- Italien
- Niederlande
- Norwegen
- Österreich
- Polen
- Rumänien
- Russland
- Schweden
- Schweiz
- Slowakei
- Slowenien
- Spanien
- Tschechische Republik
- Ungarn
- Vereinigtes Königreich
- Weissrussland

Asien

- China
- Hong Kong
- Indien
- Israel
- Japan
- Pakistan
- Philippinen
- Singapur
- Südkorea
- Taiwan
- Thailand
- Türkei
- Vereinigte Arabische Emirate

Amerika

- Brasilien
- Kanada
- Mexico
- USA



Schichtvorteile

PLATIT entwickelt und produziert PVD-Beschichtungsanlagen (Physical Vapor Deposition).

Unsere Produkte arbeiten auf der Basis:

- der konventionellen kathodischen ARC-Technologie **PL¹⁰¹¹**, **π¹⁵¹¹**
- der revolutionären LARC[®]-Technologie (LAteral Rotating Cathodes) **π¹¹¹**, **π¹⁵¹¹**
- der revolutionären LARC[®] und CERC[®] (CEntral Rotating Cathodes) Technologien **π⁴¹¹**
- Hochleistungs-Sputtertechnologien
 - **π⁴¹¹** SCIL[®]: Sputtering induced by LGD[®] (LAteral Glow Discharge)
 - **PL¹¹¹** HIPIMS: High Performance Impuls Magnetron Sputtering
- LACS[®]: Hybrid-Technologie **π⁴¹¹** (LAteral Arcing with Central Sputtering)

Wir halten eine signifikante Anzahl Patente bezüglich Schichten, Schichttechnologien und Prozessen.

PLATIT-Schichten bieten den höchsten Standard moderner Schichttechnologie für Werkzeugstähle (kalte / heisse Werkstähle, Hochgeschwindigkeitsstahl; HSS, HSCO, M42...) und Hartmetallen (WC). Alle Werkstücke können mit programmierbaren Schichtdicken zwischen 1-18 µm beschichtet werden. Zwischen den einzelnen Chargen ist eine absolute Gleichmässigkeit und Wiederholbarkeit der Schichtqualität gewährleistet.

Zerspanung

Die PLATIT-Hartstoffbeschichtungen reduzieren den Abrasiv- und Kolkverschleiss an den Werkzeugen für konventionelle Nass- sowie für Trocken- und HSC-Bearbeitung. Die neuartige Technologie reduziert die ARC-Droplets und damit die Reibung zwischen Span und Werkzeug.

Alle HM-bestückten Fertigungsmittel müssen mit Lötmitteln hergestellt werden, welche weder Kadmium noch Zink enthalten. Kadmium und Zink sind bei Hochvakuum mit Beschichtungsprozessstemperaturen instabil. Lötausgasung ruiniert die Dichtheit der Anschlüsse und kontaminiert die Werkzeugoberfläche sowie die Vakuumkammer.

Punching, Feinstanzen

PLATIT-Technologie garantiert die Erhöhung der Standzeiten durch Verminderung des Verschleisses auf Stanzen, Stempeln und Matrizen.

Umformen

Bei Umformverfahren wie Fliesspressen, Ziehen, Prägen, Biegen und Stauchen, vermindern die PLATIT-Hartstoffbeschichtungen Reibung, Verschleiss, Kaltschweisneigung und die Riefenbildung. Das Aufglänzen und Aufpolieren der Aktivelemente wird empfohlen.

Die homogenen PLATIT-Hartstoffschichten steigern die Produktivität für Kunststoffformen und Formenbauteile durch bessere Entformbarkeit und geringeren Verschleiss. Niedrige Rauheit und exzellente Oberflächenstruktur reduzieren die Entformungskräfte und erlauben kürzere Zykluszeiten, wobei für spiegelnde Oberflächen ein Nachpolieren empfehlenswert ist. Aus physikalischen Gründen sind tiefere Bohrungen und Schlitze nur bedingt beschichtbar.

Tribologie

PLATIT-Hartstoffschichten lösen viele tribologische Probleme für Bauteile, welche bei Temperaturen von 200-600°C beschichtet werden können. Die Schichten mit der hohen Härte (bis zu 45 GPa) bilden eine optimale tribologische Basis und reduzieren den adhäsiven Verschleiss. Dadurch entsteht erhöhte Funktions- und Betriebssicherheit bei Trockenlauf, zudem erübrigen sich umweltbelastende Schmierstoffe.

Grundsätzliche Anwendungsgebiete

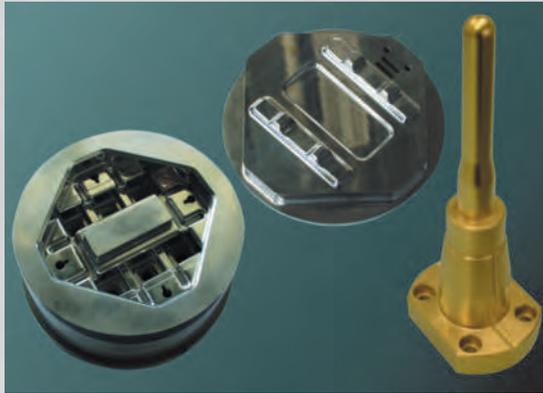
Zerspanung



Stanzen / Feinstanzen



Kunststoffformen



Umformen



Tribologie



Flexible Beschichtung

Anwendungsorientiert

Verschiedene Objekte (z.B. Werkzeuge) werden nicht zusammen mit einer Universalschicht, sondern entsprechend ihren spezifischen Anwendungen mit der jeweils optimalen Schicht in verschiedenen Chargen beschichtet.

Anwenderorientiert

Kleine und grosse Gruppen von Objekten können immer zusammen - in sogenannten Kundenchargen - beschichtet werden. Zusätzlich ist es möglich, eigene Schichten und Schichtmarken zu entwickeln, um höchste Leistungen und neue Marketinggrundlagen zu schaffen.

Hohe Wiederholqualität

Die kundenspezifischen ("dedicated") Chargen können immer mit den gleichen Parametern unter den gleichen Bedingungen ablaufen.

Schnell

Die Sammlung ähnlicher Teile ist nicht notwendig. Wartezeiten entfallen.

Wirtschaftlich

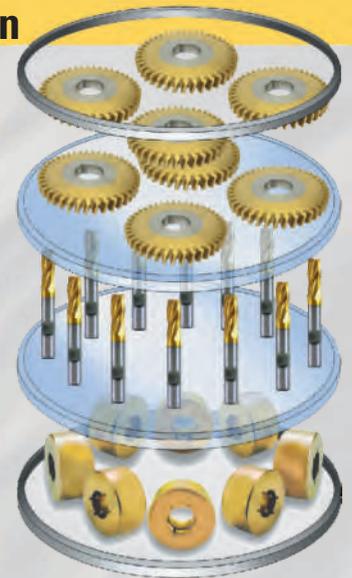
Die Kapazitätsauslastung der Anlagen ist schon bei kleinen und wenigen Chargen gewährleistet.

Beschichtung grosser Mengen

Gleiche Schicht für alle Teile

In der industriellen Massenbeschichtung werden verschiedenste Objekte oft gemeinsam beschichtet. Obwohl grosse Mengen die Wirtschaftlichkeit verbessern, leidet oft die Schichtleistung für die einzelnen speziellen Anwendungen. Zusätzlich sind die Prozesszeiten üblicherweise wesentlich länger als bei kleinen Mengen.

Die *PL⁷¹¹*, *PL¹⁰¹¹* und *π¹⁵¹¹* Anlagen machen die traditionelle Beschichtung hoher Volumina flexibel. Sie bieten hochqualitative Schichten und kurze Beschichtungszeiten. Verschiedene Arten von Objekten können zusammen beschichtet werden, ohne dass die Schichtqualität beeinträchtigt wird.



Dedicated Coating

Die *π¹¹¹*, *π⁴¹¹* Anlagen ermöglichen speziell entwickelte Schichten und sind sogar für kleine und mittelgrosse Chargen ökonomisch.



Dedicated TiN

für Schneidräder



Dedicated TiAlN

für Schaftfräser



Dedicated TiCN

für Stanzgesenke



Lohnbeschichtung in grossen Mengen von unterschiedlich gemischten Substraten



Kleine Charge mit dedicated Schicht

Integrierte Beschichtung

Die PLATIT-Beschichtungsanlagen eignen sich zur Integration in die verschiedensten Herstellungsprozesse. Das ermöglicht:

- Entwicklung neuer Schichten (wie Nanocomposites)
- Einführung von Eigenmarken
- Reduzierung der Logistik-, Transport- und Lagerkosten
- Arbeit mit eigenen Vorbehandlungen, Werkzeuggeometrien unter Geheimhaltung
- Qualität und Lieferzeit in eigener Hand
- Gewinn durch die Beschichtung bleibt im Unternehmen

Die eigene In-House-Beschichtung benötigt nicht mehr Mitarbeiter als heute zur Abwicklung der logistischen Aufgaben mit dem Lohnbeschichter notwendig sind. Der Break-Even von PLATIT-Beschichtungssystemen wird üblicherweise in weniger als 2 Jahren erreicht.

Mit der hohen Flexibilität der PLATIT-Anlagen können die Beschichtungen angewandt werden:

- für Zerspan- und Formwerkzeuge, verwendet in Produktion und
- für eigene Produkte, inkl. Maschinenteile

Das untere Beispiel stammt von Madern B.V., Vlaardingen, NL (Madern baute das System auf, mit dem Vorgängern von π^{m} , mit π^{80})

Endprodukt:
Karton Schachteln



Zylinder zum Stanzen und Falten mit beschichteten Segmenten

Stanz- und
Faltmaschine

Beschichtetes Stanz-
und Faltsegment

Hartbohren
von Segmenten
mit beschichteten
HM-Werkzeugen

Hartfräsen von Segmenten
mit beschichteten HM-Werkzeugen

MoDeC[®] Innovationen

PLATIT's Beschichtungskonzept - Modular Dedicated Coating - erlaubt eine Vielzahl von Konfigurationen der Kathoden (Arten und Positionen), entsprechend dem Beschichtungsauftrag. MoDeC[®] ist die treibende Kraft hinter PLATIT-Innovationen. Neue Schichten und Anlagen werden nach diesem Grundsatz entwickelt.

π 111 PLUS

Kleine Beschichtungsanlage mit 2 LARC[®] + Kathoden
LARC[®]-Technologie: Lateral Rotating Cathodes

- Die neue Generation der ersten industriellen, kompakten Beschichtungsanlage für Nanocomposite-Schichten
- Das Herz der schlüsselfertigen Beschichtungssysteme für KMUs
- Ausgewählte TripleCoatings^{3®}
- Beschichtungsvolumen: $\varnothing 355 \times H420$ mm
- Beladung mit $\varnothing 10$ mm Schaftfräsern: 288 pcs
- 5 Chargen / Tag



Mo



Patentiert

PL111

Kompakte Anlage für Maschinenkomponenten und Werkzeuge

- 2 Planar-(DUO)-Kathoden (Standardgröße der PL1011)
- DC oder HIPIMS Sputtern mit PA3D-Modul
- TiN, CrN mit Sputtern
 - +DLC² (SCILVIC^{2®}) im PECVD-Modus
 - +DLC³ (ta-C)
- Beschichtungsvolumen: $\varnothing 500 \times H450$ mm
- Beladung mit $\varnothing 10$ mm Schaftfräsern: 432 Stück
- Extrem hohe Schichtoberflächenqualität



PL1011

- Hartstoffanlage mit hoher Kapazität
- Das "Arbeitspferd" für Beschichtungszentren
- 4 Planar-Kathoden mit ARC-Technologie
- Konventionelle und ausgewählte TripleCoatings^{3®}
- Beschichtungsvolumen: $\varnothing 600 \times H680$ mm
- Beladung mit $\varnothing 10$ mm Schaftfräsern: 1080 Stück
- 3 Chargen / Tag



Serie 11

PLATIT's gesamte Produktpalette besteht aus "kompakten" Beschichtungsanlagen. Diese Anlagen werden in einem Stück, mit der Beschichtungskammer im selben Gehäuse wie die Elektronik, geliefert. Dies eliminiert eine teure und zeitraubende Installation vor Ort.



π 41 PLUS

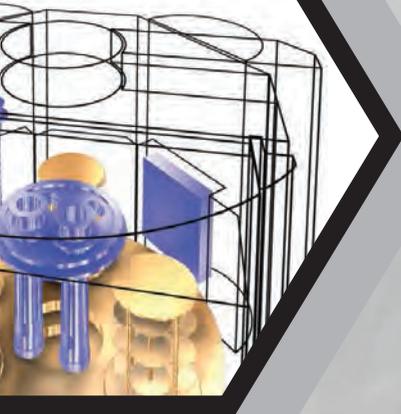
Hochleistungs-Kompaktbeschichtungsanlage

- π 41 eco ist die Basismaschine
- 3 LARC® Kathoden

Modular upgradebar mit Optionen:

- DLC² Option
- π 41 TURBO Option
- 3 LARC® Kathoden + 1 CERC® Kathode
- hohe Produktivität mit CERC® Booster

DeC®



2003

- OXI Option
- SCIL® Option: Hochleistungs-Sputtering
 - 3 LARC® Kathoden + 1 zentrale SCIL® Kathode
- LACS® Option: Simultan Lateral ARCing + CEntral Sputtering
- Für konventionelle und Nanocomposite Coatings
- Alle TripleCoatings³® und QUADCoatings⁴®
- Beschichtungsvolumen: ø500 x H420 mm
- Beladung mit ø10mm Schaftfräsern: 504 Stück
- 5 (bis zu 6) Chargen / Tag

π 1511

Kombination aus LARC® und Planar-ARC-Technologien

- Grossvolumige Kompaktanlage
- 3 LARC®-XL rotierende Kathoden in der Tür
- 2 Planar-Kathoden im hinteren Bereich als Booster
- Alle 5 Kathoden können gleichzeitig beschichten
- Für konventionelle und Nanocomposite Schichten
- Die meisten TripleCoatings³® und QUADCoatings⁴®
- Beschichtungsvolumen: ø600 x H680 mm
- Beladung mit ø10mm Schaftfräsern: 1080 Stück
- 3 Chargen / Tag



Die Startup Maschine

Allgemeine Informationen

- Kompakte Hartstoff-Beschichtungsanlage
- Basierend auf PLATIT-LARC[®]-Technologie (Lateral Rotating Cathodes)
- Schichten auf Werkzeugstählen (TS) über 230 °C, HSS bei 350 - 500 °C und auf Hartmetall (WC) zwischen 350 - 550 °C

Hartstoffschichten

- Monolayers, Multilayers, Nanogradienten, Nanolayers, Nanocomposites und ihre Kombinationen
- Hauptstandardschichten:
AlTiN²-Multilayer, nACo²[®], nACRo²[®], AlCrN³
- Ausgewählte TripleCoatings³[®] verfügbar

Hardware

- Maschinenmaße: B1890 x T1500 x H2120 mm
- Interne Maße der Vakuumkammer:
B450 x T320(460) x H615 mm
- Beladungsvolumen: \varnothing 353 x H494 mm
- Beschichtungsvolumen: \varnothing 353 x H420 mm
- Max. Substratlast: 100 kg
- Turbo-Molekularpumpe
- Revolutionäres rotierendes (tubulares) Kathodensystem mit 2 LARC[®] + Kathoden:
 - LARC[®]-Targetgröße: \varnothing 96 x 510 mm
 - ARC-Führung mit Magnetfeldsteuerung (MACC)
 - Doppelwand, rostfreier Stahl, wassergekühlte Kammer und Kathoden
- Kathodenwechselzeit für geübten Bediener:
ca. 15 min / Kathode
- VIRTUAL SHUTTER[®] und TUBE SHUTTER[®]
- LGD[®]: LARC[®] Glow Discharge
- Ionen-Plasma Reinigung:
 - Ätzen mit Argon (Ar/H₂); Glimmentladung,
 - Metall-Ionenbeschuss (Ti, Cr)
- Gepulster BIAS-Verstärker 30 kHz (optional 350 kHz)
- Klimaanlage für elektronische Einheit
- Bis zu 6 Gaskanäle, 5 MFC gesteuert
- Spezielle Staubfilter für Heizer (10 kW)
- Elektrische Anschlusswerte:
3x400V, 100A externe Sicherung 50-60 Hz, 30 kVA
- Karussell Laufwerk mit hoher Beladbarkeit (> 150 kg)
- Kammervorheizung
- Austauschbare Türblenden
- Gepulste ARC Verstärker mit niedriger Frequenz
- LARC + Kathoden



Elektronik und Software

- Menügeführtes Kontrollsystem mit Touchscreen
- Keine Programmiererfahrung notwendig für Prozesskontrolle
- Datenaufzeichnung und Real-Time-Anzeige der Prozessparameter
- Ferndiagnose und -steuerung
- Bedienungsanleitung auf Innenseite und auf CD-ROM
- Optimierte Betriebssoftware kompatibel zu π ⁴

Zykluszeiten*

- Schaftwerkzeuge (2 μ m): \varnothing 10 x 70 mm, 288 Stück: 4 h
- WSP (3 μ m): \varnothing 20 x 6 mm, 1680 Stück: 4.5 h
- Walzenstirnfräser (4 μ m): \varnothing 80 x 180 mm, 20 Stück: 6 h

- *: Die Chargenzeiten sind unter folgenden Bedingungen erreichbar:
- Vollhartmetall-Werkzeuge (keine Ausgasung notwendig)
 - Hochqualitative Reinigung vor dem Beschichtungsprozess (kurzes Ätzen)
 - kontinuierlicher Betrieb (vorgeheizte Kammer)
 - 2-Kathodenprozesse
 - Verwendung von Schnellkühlung (z.B. mit Helium, Öffnung der Kammer bei 200 °C)
 - 5 Chargen / Tag

π Vorteile mit LARC & LARC+ Technologie

1. LARC Technologie

- Niedrige Target-Kosten durch zylindrische rotierende Kathoden
 - Grosse effektive Target-Oberfläche: $d * \pi * h$
 - Hoch ionisiertes Plasma
 - Target-Leben: ~ 200 Chargen
 - Niedrige Target-Kosten/Werkzeug: ~ 0.07 CHF/Werkzeug



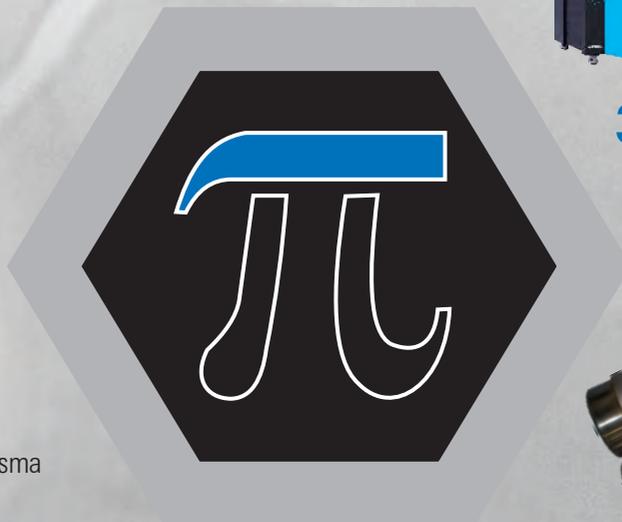
2. LARC+ Technologie

- Zusätzliche Kostenreduktion
 - Neues Magnetfeldsystem (LARC+)
 - Gepulstes ARC mit niedriger Frequenz
 - Erhöhtes Targetleben um $\sim 30\%$
 - Niedrige Target-Kosten/Wkz: ~ 0.05 CHF/Wkz



6. Optimale Schichthaftung

- Mit LGD[®], VIRTUAL SHUTTER[®], und TUBE SHUTTER[®] durch:
 - Brennen mit dem Magnetfeld
 - Abscheidung nach hinten für schnelle Targetreinigung
 - Abscheidung zu den Substraten
 - permanente Präsenz von purem Ti oder Cr Target
 - LARC+ : Verbessertes LGD Plasma Reinigungseffizienz



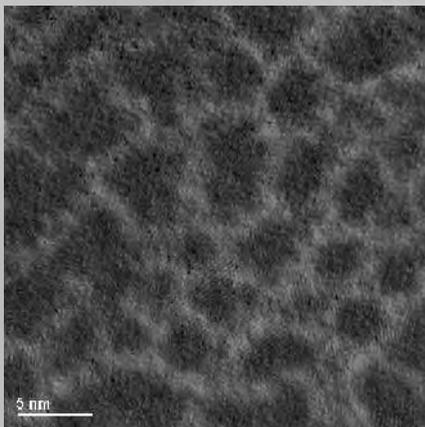
3. LARC+ Sehr konsistente Targeterosion

LARC+ : Targets am Lebensende



5. Programmierbare Stöchiometrie

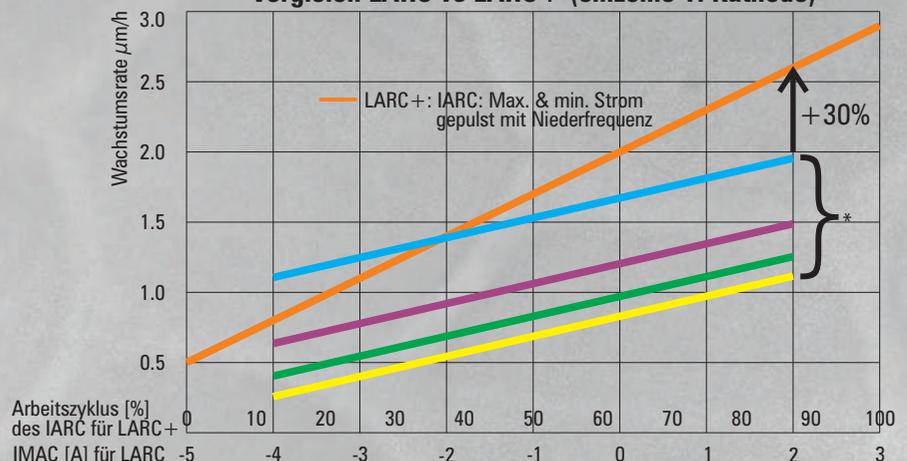
- Durch minimale Distanz zwischen 2 Targets, Abscheidung von:
 - Multi- und Nanolayers, Gradientsschichten
 - ohne Wechsel der unlegierten Targets; Ti, Cr, Al, Al(Si), Zr
 - Nanocomposites:
 - Trennung in 2 Phasen, z.B. (nc-TiAlN)/(a-SiN)



4. Hohe Abscheidungsrate weiter erhöht mit LARC+

- Durch:
- Kammervorheizung mit Wasser
 - Fokussiertes Magnetfeld
 - Erhöhung der Abscheidungsrate um $\sim 30\%$

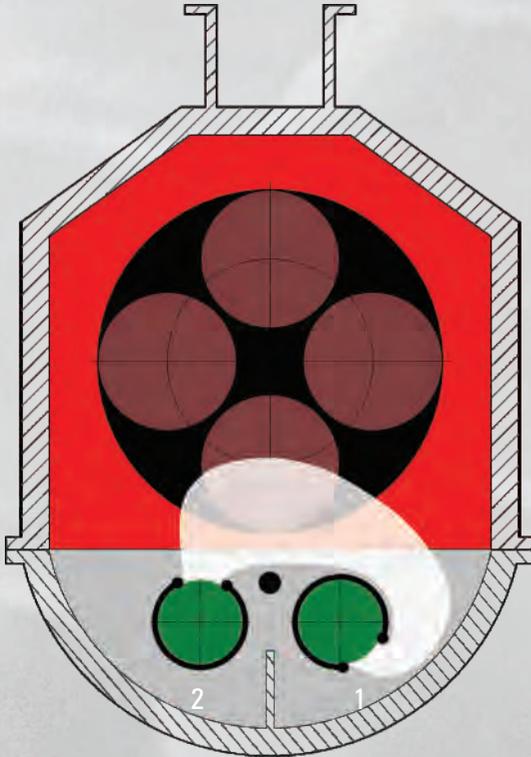
Vergleich LARC vs LARC+ (einzelne Ti Kathode)



*: Verschiedene ARC Ströme für die LARC Kathode

LGD[®] und Doppel-Shuttering

LARC GD[®] LARC[®] Glow Discharge



- **LARC GD[®]** ist eine neue patentierte Methode, die nur mit LARC Kathoden funktioniert, in Kombination mit **VIRTUAL SHUTTER[®]** und **TUBE SHUTTER[®]**
- **LARC GD[®]** generiert ein höchst effizientes Argonätzen für spezielle Substrate mit schwierigen Oberflächen (z.B. Walzenstirnfräser, Stempel und Matrizen)
- Der Elektronenfluss zwischen Kathoden 1 und 2 erzeugt ein Plasma mit hoher Ionendichte, welche sogar Oberflächen von komplizierten Substraten "reinholt"
- Die gepulste LGD-Quelle sichert hohe LGD-Prozessstabilität und verhindert Microarc-Generierung (keine Hardarcs)

Double Shuttering

VIRTUAL SHUTTER[®]

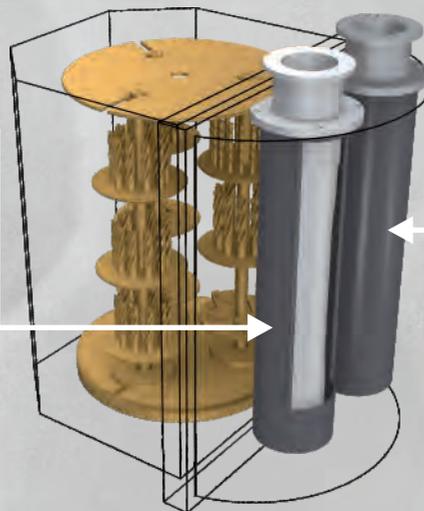
Target Reinigung vor der Beschichtung

- TUBE SHUTTER[®] ist geschlossen
 - zum Schutz der Substrate vor Staub des vorherigen Prozesses
- ARC brennt nach hinten
 - VIRTUAL SHUTTER[®] ist an
- ARC wirkt als Ionengetter und verbessert das Vakuum wesentlich
- Target ist gereinigt vor der Abscheidung, ohne Kontamination der Substrate

TUBE SHUTTER[®]

Abscheidung (Beschichtung)

- TUBE SHUTTER[®] ist offen
 - ARC brennt zu den Substraten
 - VIRTUAL SHUTTER[®] ist aus
- Glatte Abscheidung mit sauberem Target



Vorteile der Doppel-Shutter

- Haftlayer wird immer mit sauberen Targets abgeschieden
- Shuttering aller Kathodentypen möglich
- Einfache Handhabung, Einstellung und Pflege der Schilder und keramischen Isolatoren
- Höherer ARC Strom -> höhere Abscheidungsrate möglich (~ +20-30%)

Die Hauptschichten der π^{111} PLUS

CrTiN²: Zum Umformen

Stöchiometrie: TiN - Cr/TiN-ML
 π^{111} PLUS : 1: Cr – 2: Ti



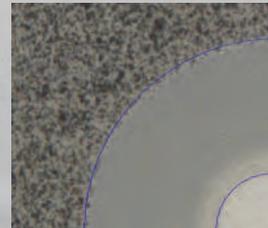
AlTiN²: Für universellen Einsatz

Stöchiometrie: TiN - Al/TiN-ML
 π^{111} PLUS : 1: Al – 2: Ti



AlCrN³: Für Trockenzerspanung abrasiver Materialien

Stöchiometrie: CrN - Al/CrN-NL - AlCrN
 π^{111} PLUS : 1: Al – 2: Cr



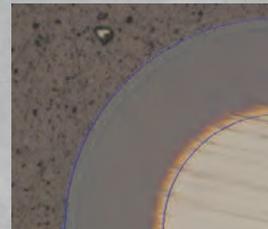
ALL³ - AlCrTiN³: Universell für Zerspanung und Umformen

Stöchiometrie: Cr(Ti)N - Al/CrTiN-NL - AlCrTiN
 π^{111} PLUS : 1: Al – 2: CrTi₁₅



nACo²: Für universellen Einsatz, Drehen, Bohren

Stöchiometrie: TiN - AlTiN/SiN
 π^{111} PLUS : 1: AlSi₁₂ – 2: Ti



nACRo²: Für Superlegierungen, Fräsen, Abwälzfräsen

Stöchiometrie: TiN - AlCrN/SiN
 π^{111} PLUS : 1: AlSi₁₂ – 2: Cr



TiXCo³: Für superharte Bearbeitung, Fräsen, Bohren

Stöchiometrie: TiN - nACo - TiSiN
 π^{111} PLUS : 1: Al – 2: TiSi₂₀



Die hochflexible Anlage

Allgemeine Informationen

- Kompakte Hartstoff-Beschichtungsanlage
- Basierend auf PLATIT-LARC[®]-, CERC[®]- und SCIL[®]-Technologien
Lateral Rotating Cathodes, Central Rotating Cathodes und Sputtered Coatings induced by LARC-GD[®]
- Schichten auf Werkzeugstählen (TS) über 230 °C, HSS bei 350 - 500 °C und auf Hartmetall (WC) zwischen 350 - 550 °C
- Rekonfigurierbar durch den Anwender in verschiedene Kathoden Setups:
 - A:** 3 LARC[®] Kathoden (π 411 eco)
 - B:** 3 LARC[®] Kathoden und 1 CERC[®] Kathode
 - C:** 3 LARC[®] Kathoden und 1 SCIL[®] Kathode

Schichten

- Monolayers, Multilayers, Nanogradients, Nanolayers, Nanocomposites, TripleCoatings^{3®}, QuadCoatings^{4®}, SCIL[®]-Coatings und ihre Kombinationen
- Hauptstandardschichten: AlCrN^{3®}, nACRo^{4®}, ALL^{4®}
- Alle TripleCoatings^{3®} und QUADCoatings^{4®}
- Alle SCIL[®]- und LACS[®]-Schichten verfügbar

Hardware

- Maschinenmaße: B2720 x T1721 x H2149 mm
- Interne Maße der Vakuumkammer: B650 x T670 x H675 mm
- Beladungsvolumen: \varnothing 500 x H494 mm
- Beschichtungsvolumen: \varnothing 500 x H420 mm
- Max. Substratlast: 265 kg
- System mit Turbo-Molekularpumpe
- Revolutionäres rotierendes (tubulares) Kathodensystem mit 3 LARC[®] / 1 CERC[®] Kathoden:
 - ARC-Führung mit Magnetfeldsteuerung (MACC)
 - LARC[®]: Bis zu 200A ARC-Strom
 - Kathodenwechselzeit für geübten Bediener: ca. 15-30 min/Kathode
 - CERC[®]: Bis zu 300A ARC-Strom
 - SCIL[®]: Bis zu 30 kW Sputtering Power
- VIRTUAL SHUTTER[®] and TUBE SHUTTER[®] mit dedicated Türabschirmung
- Ionen-Plasma Reinigung:
 - Ätzen mit Argon (Ar/H₂); Glimmentladung
 - Metall-Ionenbeschuss (Ti, Cr)
- LGD[®]: LARC[®] Glow Discharge
- Gepulste BIAS-Steuerung 30 kHz (optional 350 kHz)
- 6 (+1) Gaskanäle, 6 MFC gesteuert
- Spezielle Staubfilter für Heizer (24 kW)
- Vorheizer
- Elektrische Anschlusswerte: 3x400 V, 160 A, 50-60 Hz, 76 kVA
- Aufrüstbar zu π 411+OXI, π 411+DLC², π 411+SCIL[®],
- Alle Optionen aufrüstbar vor Ort



Elektronik und Software

- Neues HMI (Human Machine Interface)
- Menügeführtes Kontrollsystem mit Touchscreen
- Keine Programmiererfahrung notwendig für Prozesskontrolle
- Datenaufzeichnung und Real-Time-Anzeige der Prozessparameter
- Ferndiagnose und -steuerung
- Bedienungsanleitung gedruckt und auf CD-ROM
- Optimierte Betriebssoftware kompatibel zu π 111 und π 211

Zykluszeiten*

- Schaftwerkzeuge (2 μ m): \varnothing 10 x 70 mm, 504 Stück: 4 h
- WSP (3 μ m): \varnothing 20 x 6 mm, 2940 Stück: 4.5 h
- Walzenstirnfräser (4 μ m): \varnothing 80 x 180 mm, 28 Stück: 6 h

- *: Die Chargenzeiten sind unter folgenden Bedingungen erreichbar:
- Vollhartmetall-Werkzeuge (keine Ausgasung notwendig)
 - Hochqualitative Reinigung vor dem Beschichtungsprozess (kurzes Ätzen)
 - Kontinuierlicher Betrieb (vorgeheizte Kammer)
 - 4-Kathodenprozesse
 - Verwendung von Schnellkühlung (z.B. mit Helium, Öffnung der Kammer bei 200 °C)
 - 5 (bis zu 6) Chargen / Tag

Beschichtungstechnologien der $\pi 411$ PLUS



ARC Technologie mit rotierenden Kathoden

- LARC®: Lateral Rotating Cathodes
Seitliche, rotierende Kathoden



DLC²® Option

- PVD/PECVD Prozess für Abscheidung von a-C:H:X Beschichtungen



CERC® Option

- CERC®: CEntral Rotating Cathode
Zentrale, rotierende Kathode als Booster



OXI Option

- Für Abscheidung von Oxid- and Oxinitrid-Schichten



SCIL® Option

- SCIL®: Sputtered Coatings induced by LARC GD®
Sputtern basierend auf



LACS® Option

- LACS®: Lateral ARC & Central Sputtering
Simultanes seitliches ARcen & zentrales Sputtern



Technologien und Schichten der π 4TT PLUS

ARC-Verdampfung

- Hoher Grad an Ionisierung
- Hohe Schichtdichte, hohe Schichthärte
- Exzellente Haftung
- Hohe Produktivität
- Droplets erzeugen grobe Oberfläche

Hochleistungs-Sputtern

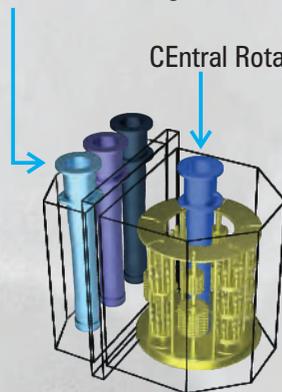
SCIL®

- Niedrigerer Ionisationsgrad
- Niedrigere Schichtdichte und -härte
- Mittlere Haftung
- Niedrigere Abscheidungsrate
- Wenige Droplets, glatte Oberfläche

ARC-Technologie:

LARC®:

Lateral Rotating Cathodes



CERC®:

Central Rotating Cathode

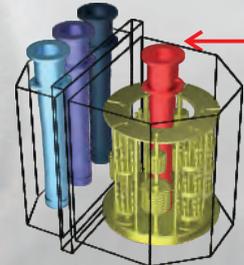


Sputter-Technologie: SCIL®:

Sputter-Schichten

Basierend auf LGD®

LGD®: Lateral Glow Discharge



Optionen:

- **ARC-Technologie** für ~85% der Schichten für Zerspanwerkzeuge
 - 4 Schicht-Generationen
 - Fräsen, Abwälzfräsen, Bohren, Sägen, Feinstanzen, etc.
- **PECVD-Technologie** für DLC² Beschichtung
 - Zur Zerspanung von klebrigen Materialien mit schmierender Top-Schicht
- **SCIL®: Hochleistungs-Sputtern** für glatte Schichten
 - Für Zerspanung, Komponenten, Stempel und Matrizen
- **LACS® Hybrid-Technologie**
 - Simultanes Lateral ARC und Central Sputtering

Hauptschichten der π 4TT PLUS Optionen

Optionen	Schichten Maschinen	Konventionelle Schichten	Nanocomposite Schichten	TripleCoatings ³ ®	QUADCoatings ⁴ ®
	π 4TT eco	TiN, TiCN, CrN, CrTiN, ZrN, AlTiN, AlCrN	nACo ² , nACRo ²	AlCrN ³ , TiXCo ³ , ALL ³	ALL ⁴ eco
	π 4TT DLC	X-Vlc®	nACVlc ²		
	π 4TT TURBO	AlTiN, AlCrN	nACo ² , nACRo ²	nACo ³ , nACRo ³ , AlCrN ³ , TiXCo ³ , ALL ³	nACo ⁴ , nACRo ⁴ , TiXCo ⁴ , ALL ⁴
	π 4TT OXI				nACoX ¹
	π 4TT SCIL	TiB ₂ -SCIL®, WC/C, AlTiN-SCIL®, X-SCILVlc ² , ta:C*			
	π 4TT LACS	AlCrN-LACS®		BorAC®	BorCO®

Typische Kathodenkonfigurationen

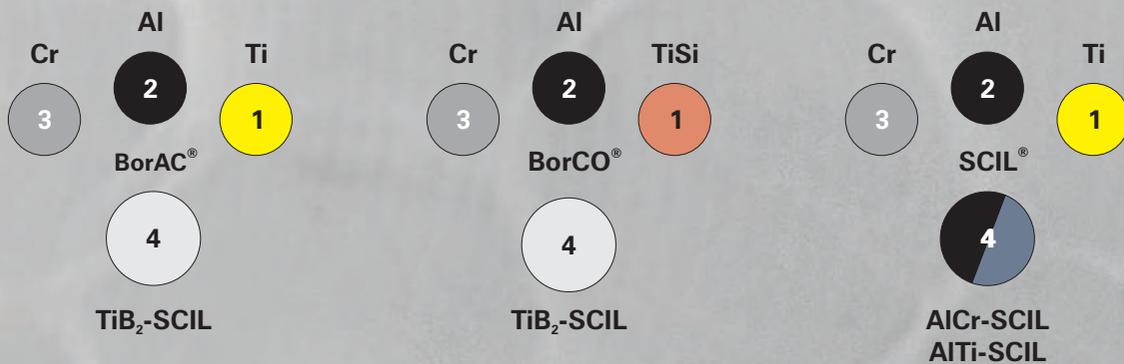
eco



TURBO



SCIL® und LACS®

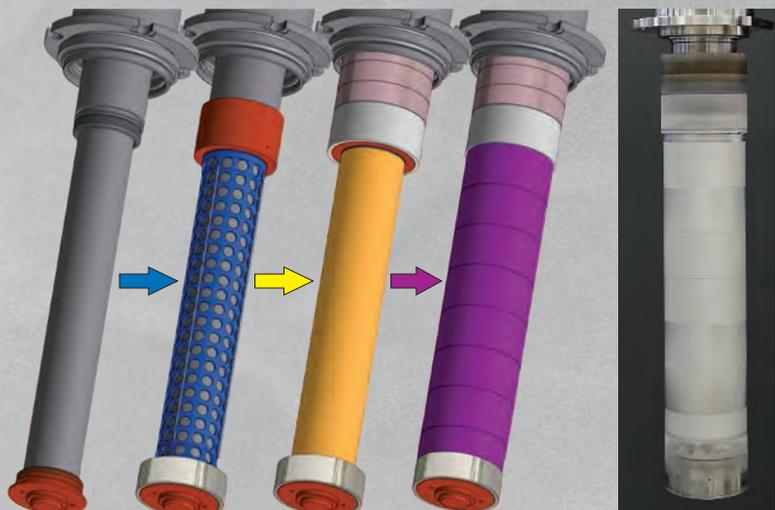


Ringkathoden* für SCIL® mit Ti, Cr, AlCr, AlTi, B_x, Si_x, TiB₂, ...W

Hauptteile der SCIL®-Kathoden mit Ringen

1. Kathodenkörper, inkl. magnetischen & elektronischen Systemen
2. Gelochter Zylinder für Kühlmiteleinlass
3. Membranzylinder, vorgespannt durch internes Kühlwasser für gute Leitfähigkeit zu den Target-Ringen
4. Target-Ringe

Die nicht-legierten Kathoden bieten flexible Programmierung und Abscheidung der Schichtstöchiometrie.



PL²¹¹ für Werkzeuge und Maschinenkomponenten



Quelle: Fullandi, Shenzhen, China

Maschine mit 2 Sputter-Kathoden, die in DC- und HIPIMS-Modis arbeiten mit einem beschichtbaren Volumen von $\varnothing 550 \times 500$ mm. Zahlreiche, sich bewegende Bauteile und der Maschinen- und Autoindustrie brauchen keine besonders harte Schichten. Die wichtigsten Anforderungen gegenüber vielen Teilen sind:

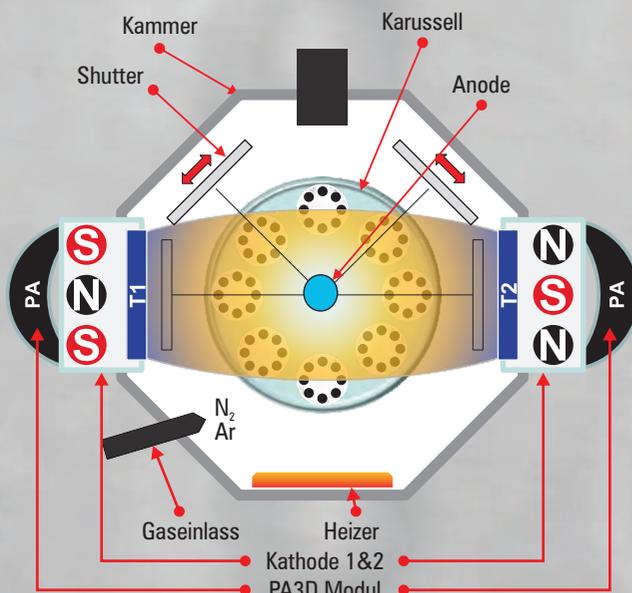
- die extrem hohe Glattheit (niedrige Rauheit) und
- ein sehr niedriger Reibungskoeffizient.

Arbeitsmodi

- Gesputterte Monoblockschichten (TiN, CrN) in DC oder HIPIMS Modis mit sehr niedriger Rauheit ($S_a < 20$ nm)
- DLC-Schichten (Diamond Like Coating) mit einem sehr dünnen (~ 200 nm) TiN- oder CrN-Haftlayer und plus
 - DLC² (SCILVlc²®)-Schichten
 - mit Silizium gedoptem amorphem Kohlenstoff mit Wasserstoff (a-C:H:Si),
 - abgeschieden in einem PECVD-Prozess aus Gasen
 - oder DLC³ (ta-C)
 - abgeschieden durch einen Sputter-Prozess (in DC oder HIPIMS-Mode)
 - abgeschieden aus einem Kohlenstoff-Target.

Hardware

- Maschinenmasse: B3300 x T2300 x H2400 mm
- Interne Kammergröße: B820 x T820 x H1100 mm
- Beladungsvolumen: $\varnothing 500 \times H500$ mm
- Beschichtungsvolumen: $\varnothing 500 \times H450$ mm
- Max. Substratlast: 400 kg



Hochleistungssputter-Technology

- Das PA3D-Modul generiert ein in das Karussell fokussiertes Plasma mit hoher Ionisation
- Zwei planare Kathoden (mit den Standarddimensionen der PL1011)
- DC- oder HIPIMS-Sputtering

Schichten mit höchster Qualität

- gute Härte (24 - 40 GPa)
- exzellente Oberflächenrauheit (S_a unter bis 20 nm)
- exzellente Haftung

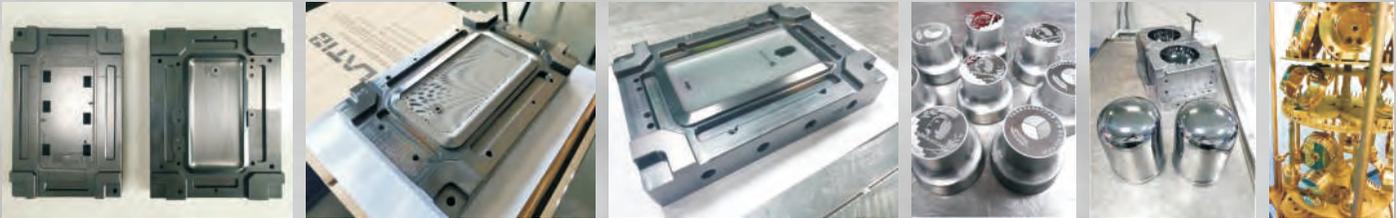
Industrielle Anwendungsgebiete

- Zerspanungswerkzeuge von Nichteisenmetallen
- Umformwerkzeuge und Maschinenbauteile
- Schutz gegen Kavitation
 - gegen Korrosion
 - gegen Verkratzungen
- Gleitteile
 - Reduzierung des Reibungskoeffizienten (~ 0.1 gegen Stahl)
 - Trockenlauf

Anwendungen mit hoher Oberflächenqualität

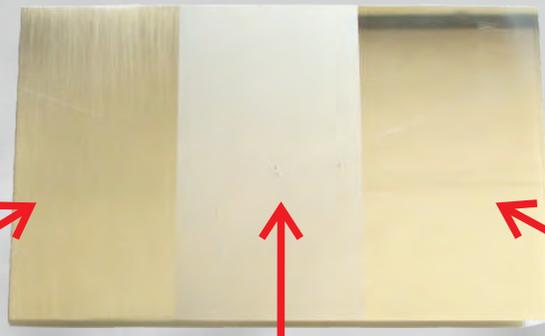
Module für Formwerkzeuge und für Optische Formwerkzeuge

Diese Anwendungen wurden nur möglich, weil die Beschichtungen aus der **PL⁷¹¹** eine exzellente Oberflächenqualität aufweisen.



Oberflächen von Formwerkzeugen mit drei verschiedenen Vorbehandlungen

Die Oberflächenqualität der drei üblichen Polierverfahren wurde durch die Beschichtung aus der **PL⁷¹¹** nicht verschlechtert



Schichten:

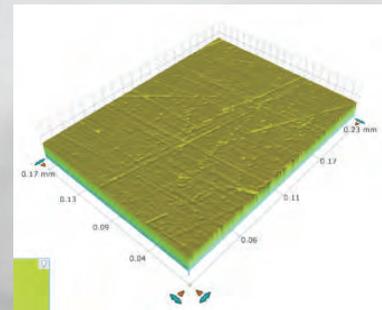
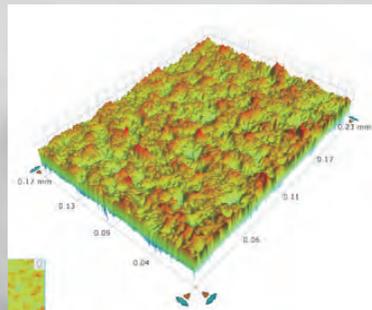
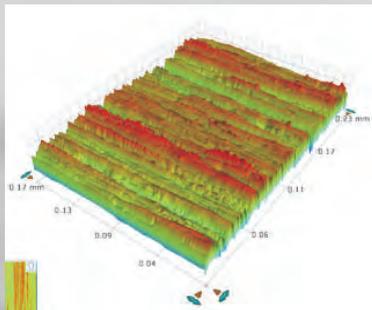
- CrN
- a-C:H:Cr

Oberfläche nach Behandlung mit feinem Sandpapier

Oberfläche nach Behandlung mit Laser oder EDM

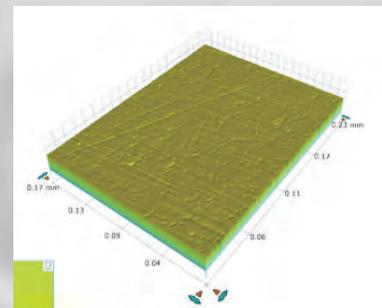
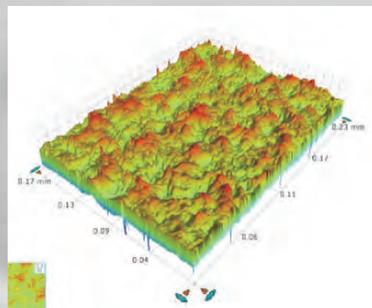
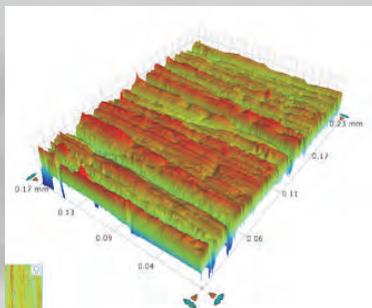
Spiegeloberfläche nach Polierung mit Diamantpaste

Oberfläche vor der Beschichtung



	Sa (µm)	Sz (µm)		Sa (µm)	Sz (µm)		Sa (µm)	Sz (µm)
Before	0.25 ±0.03	2.4 ±0.53	Before	0.15 ±0.01	2.4 ±0.4	Before	0.012 ±0.001	0.37 ±0.03
Coated	0.24 ±0.045	3.2 ±0.4	Coated	0.14 ±0.07	2.4 ±0.12	Coated	0.011 ±0.001	0.31 ±0.06

Oberfläche nach der Beschichtung Hohe Oberflächenqualität nach der Beschichtung behalten



Das Arbeitspferd der Lohnbeschichter

Allgemeine Information

- Hartstoffanlage mit hoher Kapazität
- Basierend auf PLATIT-Planar-Cathodic-ARC-Technologie
- Beschichtung auf HSS und HM ($T \leq 500^{\circ}\text{C}$)

Hartstoffschichten

- Monolayers, Multilayers, und Nanolayers
- Hauptstandardschichten: TiN, TiCN-grey, AlTiN-G
- Verfügbare TripleCoatings^{3®}:
 - TiN, AlTiN², ALL³: Für universellen Einsatz, Umformen, Abwälzfräsen, Fräsen

Hardware

- Maschinenmasse: B3880 x T1950 x H2220 mm
- Interne Maße der Vakuumkammer:
B1000 x T1000 x H1100 mm
- Beladungsvolumen: $\varnothing 600$ -H780 mm
- Beschichtungsvolumen: $\varnothing 600$ -H680 mm
- Max. Substratlast: 400 kg
- Standard BIAS: 15kW DC, 1000V,
Optional: 20 kW, 250 kHz, 700V
- Doppelwand, rostfreier Stahl, wassergekühlte Kammer
- Frontladetür für optimalen Zugang
- 4 Planar-Kathoden mit Schnellwechselsystem
- Ablage für 4 Reservekathoden im Kabinett
- Elektrische Anschlusswerte: 3x400 V, 50-60 Hz, 95 kVA
- Modulares Karussellsystem mit 2, 4, 8 und 12
sowie 3, 6 und 9 Satelliten



Bei einfacher Beladung, können verschiedene Werkzeugtypen und -größen zusammen beschichtet werden.

Elektronik und Software

- Menügeführtes Kontrollsystem mit Touchscreen
- Keine Programmiererfahrung notwendig für Prozesskontrolle
- Datenaufzeichnung und Real-Time-Anzeige der Prozessparameter
- Ferndiagnose und -steuerung
- Integrierte Bedienungsanleitung

Optionen

- ARC in DC und gepulstem Modus
- DLC² in PECVD-Modus

Zykluszeiten*

- Schaftwerkzeuge ($2 \mu\text{m}$): $\varnothing 10 \times 70$ mm, 1080 Stück: 6.25 h
- WSP ($3 \mu\text{m}$): $\varnothing 20 \times 6$ mm, 8700 Stück: 6.5 h
- Walzenstirnfräser ($4 \mu\text{m}$): $\varnothing 80 \times 180$ mm, 48 Stück: 7.0 h

- *: Die Chargenzeiten sind unter folgenden Bedingungen erreichbar:
- Vollhartmetall-Werkzeuge (keine Ausgasung notwendig)
 - Hochqualitative Reinigung vor dem Beschichtungsprozess (kurzes Ätzen)
 - Kontinuierlicher Betrieb (vorgeheizte Kammer)
 - 4-Kathodenprozesse
 - Verwendung von Schnellkühlung
(z.B. mit Helium, Öffnung der Kammer bei 200°C)
 - 3 Chargen / Tag



Typische Substrate beschichtet mit PL¹⁰¹¹

Teile für Zerspanwerkzeuge, Kunststoffformen und Druckgießen



Maschine mit hoher Kapazität, rotierenden und Planar-Kathoden

Allgemeine Informationen

- Hartstoff-Beschichtungsanlage mit hoher Kapazität
- Basierend auf PLATIT's Technologien mit rotierenden (LARC[®]) und Planar-ARC-Kathoden
- Schichten auf HSS und Hartmetall ($T \leq 500^{\circ}\text{C}$)

Hartstoffschichten

- Monolayers, Multilayers, und Nanolayers
- Nanocomposites, Triple **Coatings**³[®] und **QUAD Coatings**⁴[®]
- Hauptstandardschichten:
AlCrN³, ALL⁴[®], TiXC⁴[®]

Hardware

- Maschinenmasse: B4882 x T2181 x H3354 mm
- Interne Maße der Vakuumkammer:
B1000 x T1000 x H1100 mm
- Beladungsvolumen: $\varnothing 600 \times H780$ mm
- Beschichtungsvolumen: $\varnothing 600 - H680$ mm
- Max. Substratlast: 400 kg
- BIAS: 20 kW, 350 kHz, 750 V
- Doppelwand, Edelstahl, wassergekühlte Kammer
- Frontladung, exzellenter Zugang
- 3 LARC[®]-XL rotierende Kathoden in der Tür
- 2 Planar-Kathoden mit Schnellladesystem
- Alle 5 Kathoden gesteuert durch gepulste ARC Verstärker
- Elektrische Anschlusswerte: 3x400 V, 50-60 Hz, 100 kVA
- Modulare Karusselle mit 2, 4, 8, 12 Satelliten

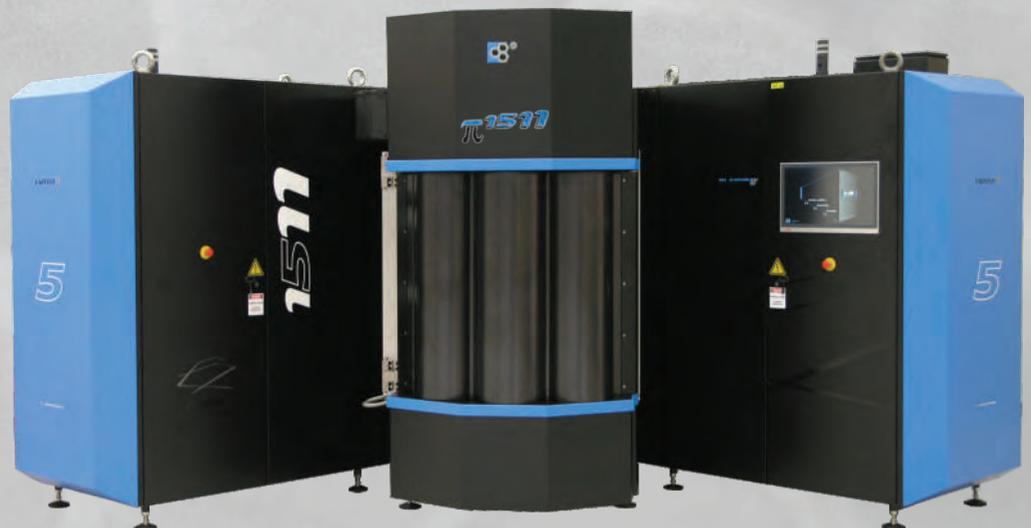
Elektronik und Software

- Menügeführtes Kontrollsystem mit Touchscreen
- Keine Programmiererfahrung notwendig für Prozesskontrolle
- Datenaufzeichnung und Real-Time-Anzeige der Prozessparameter
- Ferndiagnose und -steuerung
- Integrierte Bedienungsanleitung

Zykluszeiten*

- Schaftwerkzeuge ($2 \mu\text{m}$): $\varnothing 10 \times 70$ mm, 1080 Stück: 7.0 h
- WSP ($3 \mu\text{m}$): $\varnothing 20 \times 6$ mm, 8700 Stück: 7.5 h
- Walzenstirnfräser ($4 \mu\text{m}$): $\varnothing 80 \times 180$ mm, 48 Stück: 8.0 h

- *: Die Chargenzeiten sind unter folgenden Bedingungen erreichbar:
- Vollhartmetall-Werkzeuge (keine Ausgasung notwendig)
 - Hochqualitative Reinigung vor dem Beschichtungsprozess (kurzes Ätzen)
 - Kontinuierlicher Betrieb (vorgeheizte Kammer)
 - 5-Kathodenprozesse
 - Verwendung von Schnellkühlung (z.B. mit Helium, Öffnung der Kammer bei 200°C)
 - 3 Chargen / Tag



Wichtigste Merkmale

Anlage mit hoher Kapazität

- 5 Kathoden können gleichzeitig laufen
 - 3x LARC®-XL Lateral Rotating Cathodes
 - Hauptkathoden: Ti, Al, AlSi+, Cr, TiSi
 - 2x Planar-ARC-Kathoden
 - Hauptkathoden: AlCr, AlTi, Ti
 - TripleCoatings³® und QUADCoatings⁴®
 - Bis zu 3 Chargen / Tag, sogar mit 3 verschiedenen Schichten

Hohe Beladbarkeit

- Robuste und einfache Chargenbeladung

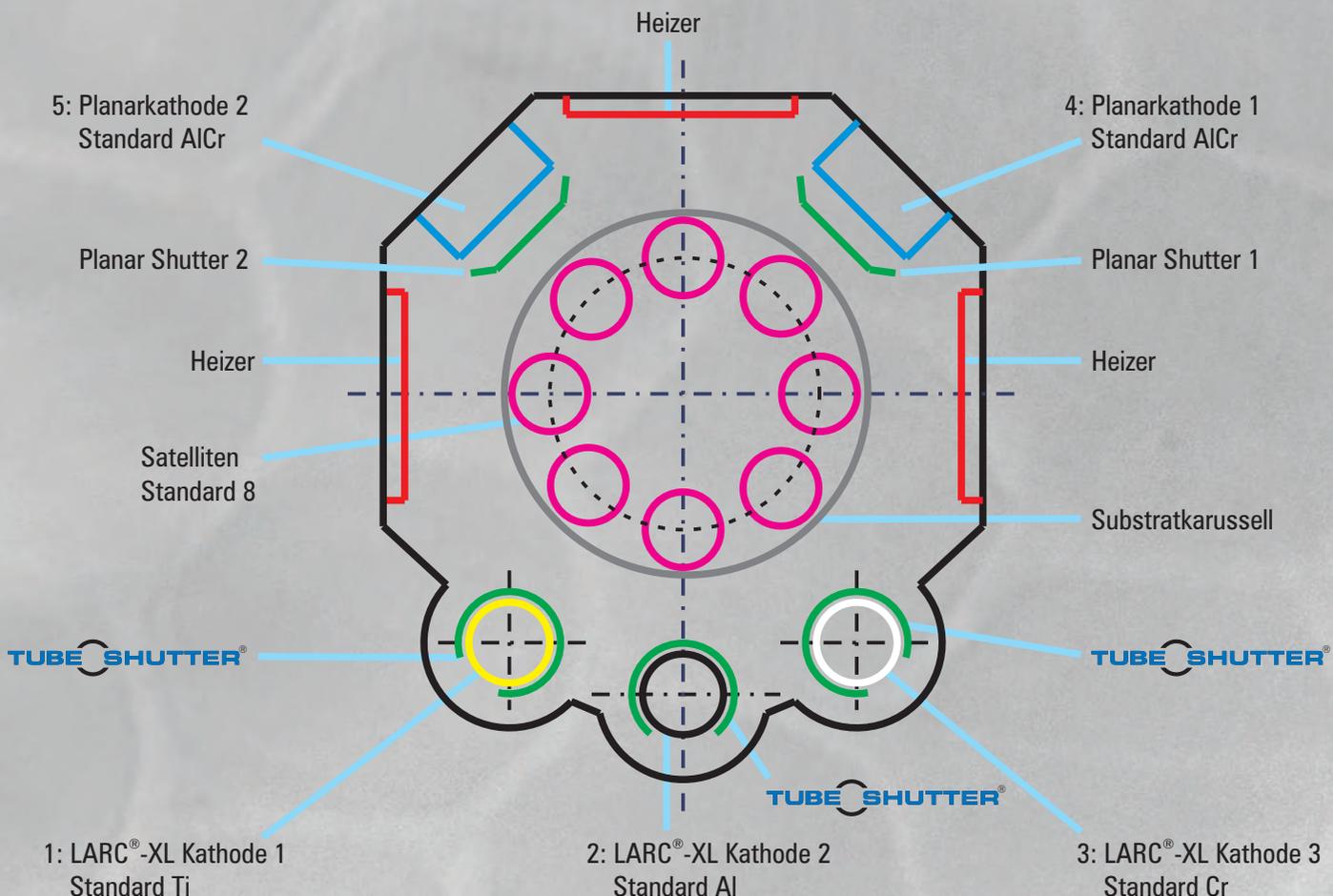
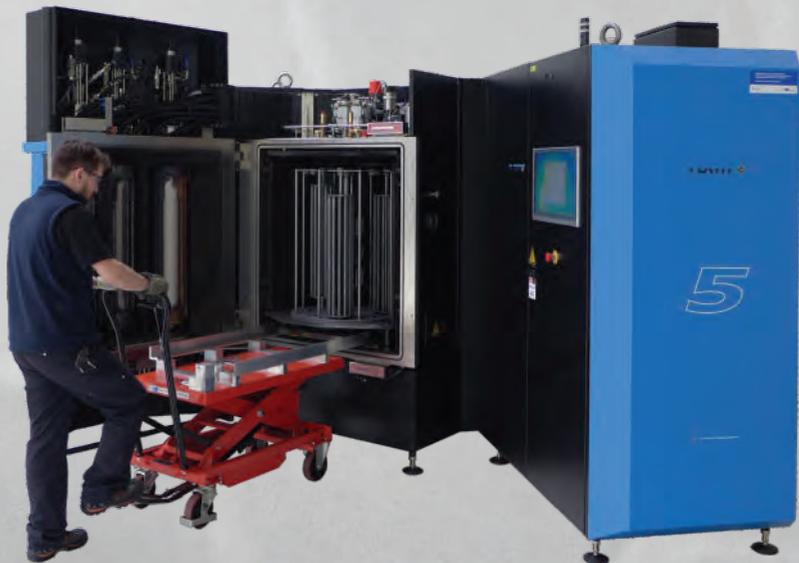
Optimale Haftung durch

- VIRTUAL SHUTTER® und
- TUBE SHUTTER®
- LARC GD®
- Planar Shutter für die Planarkathoden

Kombination aus 2 PLATIT Technologien

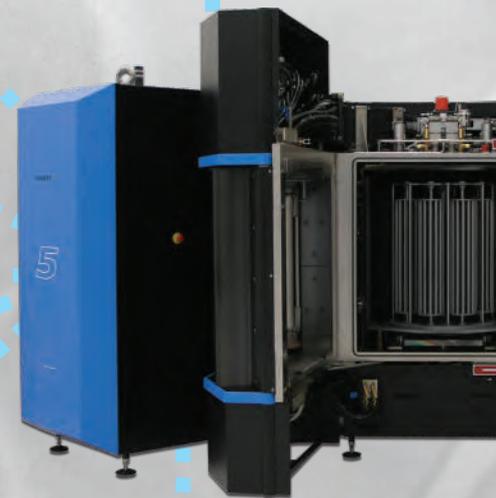
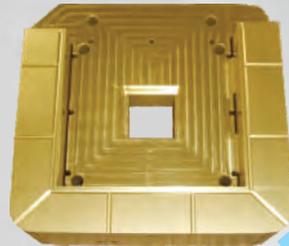
Hauptanwendungsfelder

- Stempel und Matrizen mit kleinen und grossen Dimensionen (fürs Prägen, Feinstanzen, Stempeln, Biegen, etc.)
- Zerspanungswerkzeuge besonders mit grösseren Dimensionen (Sägeblätter, Abwälzfräser, Räumnadeln)
- Lohnbeschichtung

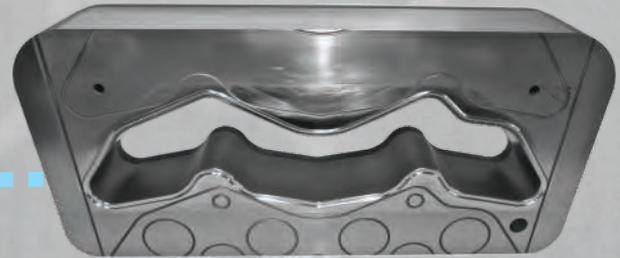
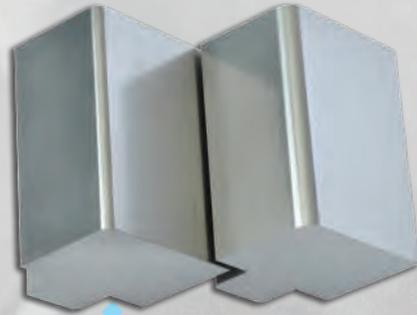
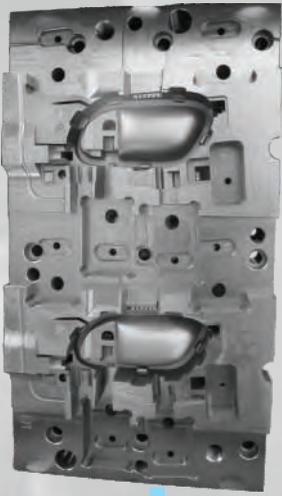


Anwendungsfelder der π^{1511}

Werkzeuge zum Umformen, Schneiden, Stempeln



Prägen, Tiefziehen, Spritzgiessen, Biegen, Feinstanzen

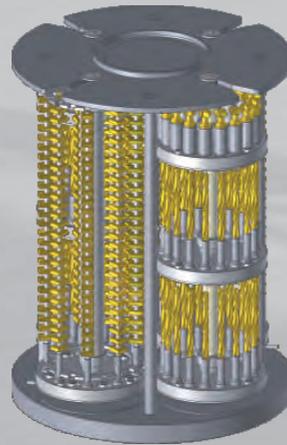


Karusselle für π^{111} und π^{1511}

π^{111}



Karussell für Einfachrotation
D ≤ 355mm



Karussell mit 4 Achsen für kontinuierliche
Dreifachrotation mit Gearboxen
D ≤ 143mm

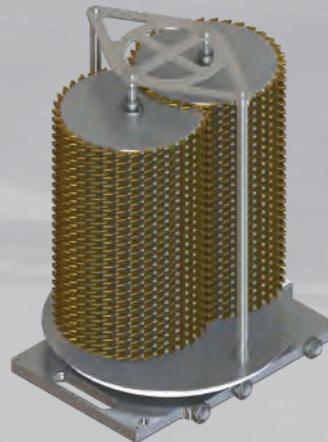


Karussell mit 10 Achsen für
kontinuierliche Doppelrotation
D ≤ 82 mm

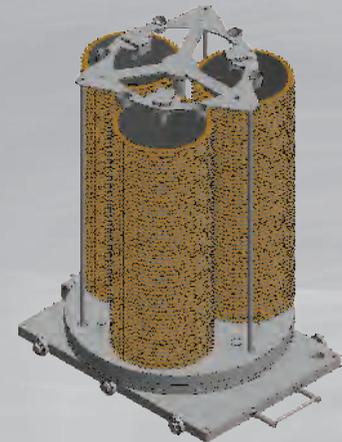
PL¹⁰¹¹ / π^{1511}



Karussell für Einfachrotation mit
Stempel, Matrizen und Sägeblätter mit
D ≤ 700mm

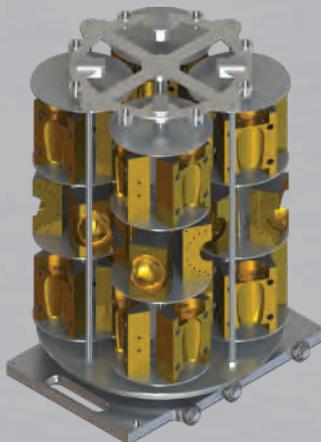


Karussell mit 2 Achsen für
Sägeblätter mit Überlappung
D ≤ 450 mm



Karussell mit 3 Achsen für Kreissägen
D ≤ 420 mm mit Überlappung
D ≤ 250 mm ohne Überlappung

PL¹⁰¹¹ / π^{1511}



Karussell mit 4 Achsen
mit Stempeln und Matrizen
D ≤ 270 mm



Mehrfachkarussell mit austauschbaren
4, 8, 12 Achsen für Gearboxen
D = 170 mm

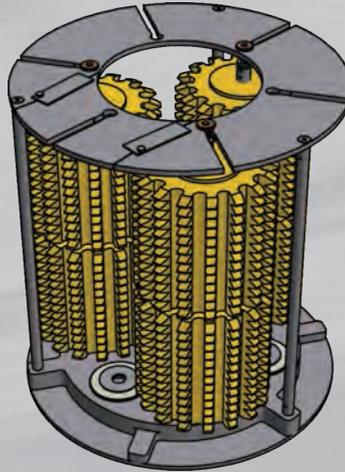


Karussell mit 10 Achsen für
Abwälzfräser und Gearboxen
D = 143 mm

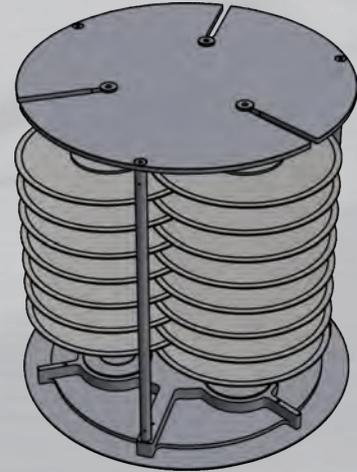
Leichtbaukarusselle für $\pi 411$ PLUS



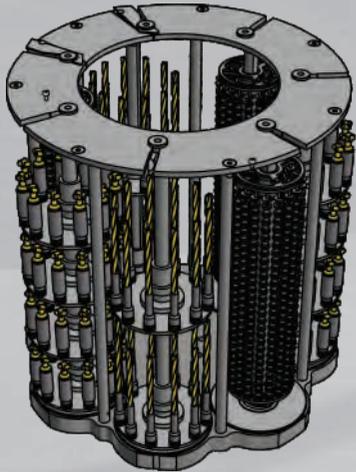
Karussell für Einfachrotation
D1=500 mm für Sägeblätter
D1=460 mm für Stempel und Matrizen



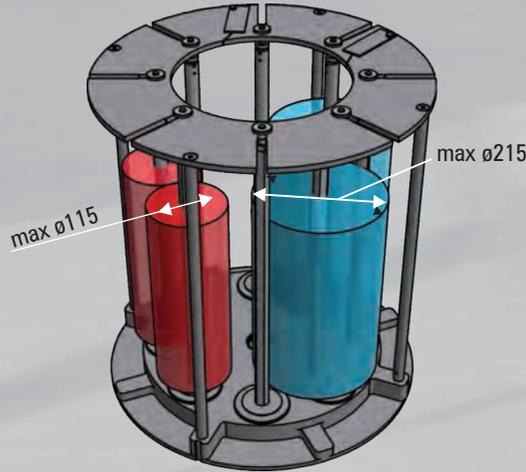
Karussell mit 3 (6) Achsen
D3=220 mm / D6=150 mm



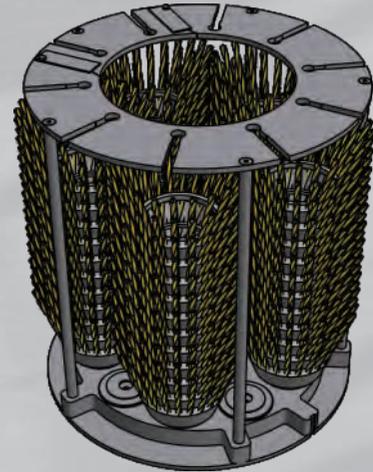
Karussell mit 3 Achsen für
Sägeblätter mit Überlappung
Max. Sägeblatt D=285 mm



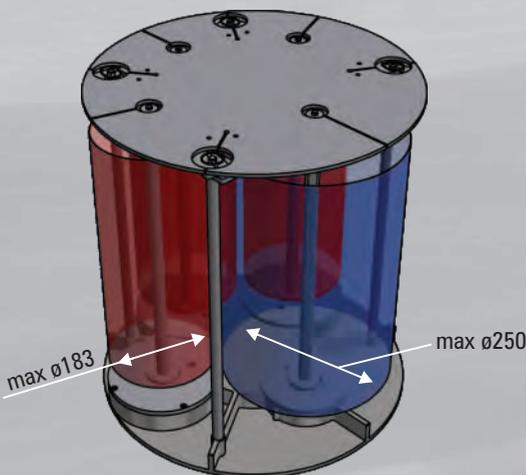
Karussell mit 7 Achsen
D7=143 mm



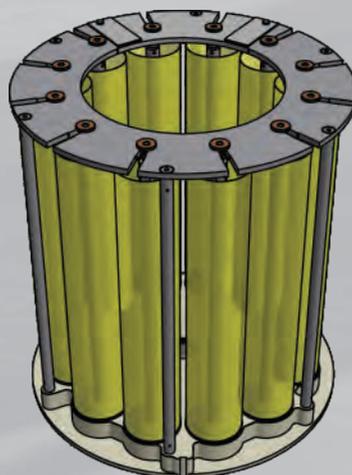
Karussell mit 4 (8) Achsen
D4=215 mm / D8=115 mm



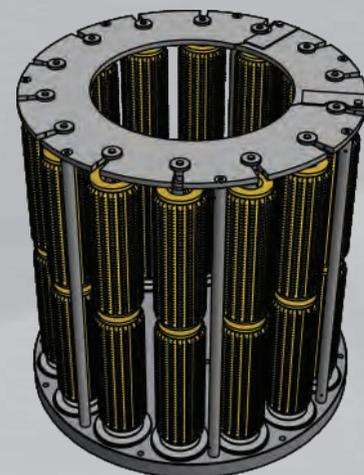
Karussell mit 5 (10) Achsen
D5=175 mm / D10= 94 mm



Karussell mit 4 Achsen
dedicated asymmetrisch
D3=183 mm / D1=250 mm

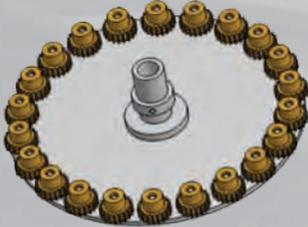
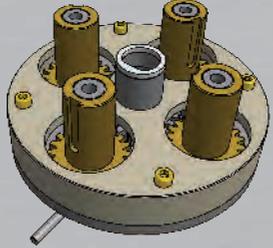
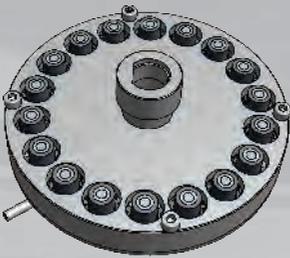
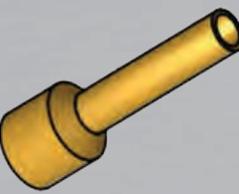
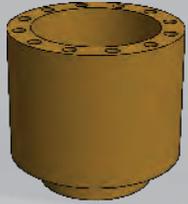


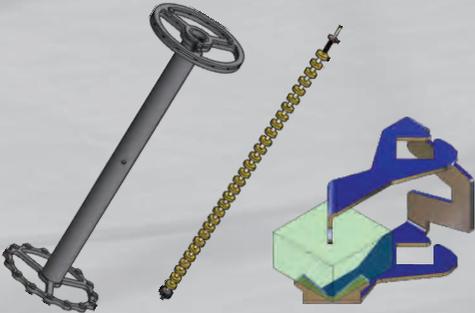
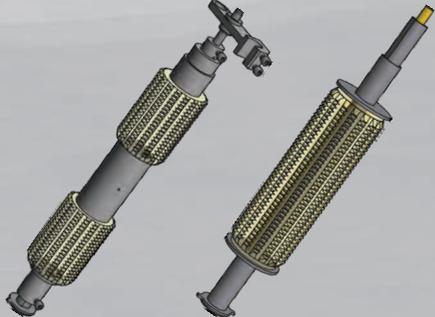
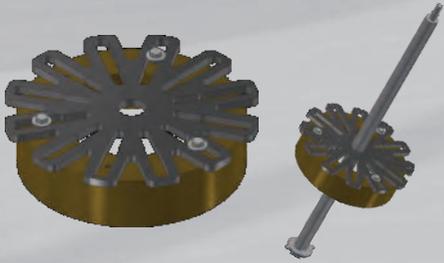
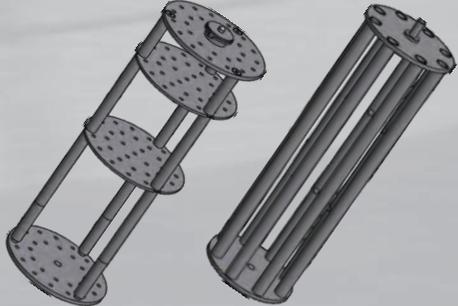
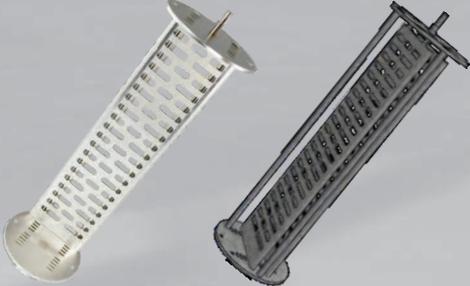
Karussell mit 12 (6) Achsen
D12=100 mm / D6=145 mm



Karussell mit 14 Achsen
D14= 85 mm

Halterungen für Zerspanungswerkzeuge

Halterungen	Anwendungen
<p>Teller mit Zahnrädern, als Halterungen für Hülsen</p> 	<p>Die Zahnräder rotieren schrittweise, seitlich angetrieben von Kickern.</p> <p>Teller und Zahnräder sind verfügbar für Standard-durchmesser von Schaftwerkzeugen im Bereich von $d = 2.2 - 52 \text{ mm}$</p>
<p>Gearboxen für Dreifach-Rotation für Schaftwerkzeuge mit Schaftdurchmesser D und mit Getriebe-positionen #N</p> 	<p>Für besonders grosse Schaftwerkzeuge.</p> <p>$D \leq 52 \text{ mm (2")}$ - N=4 Spezielle Hülsen notwendig.</p>
<p>Gearboxen für Dreifach-Rotation für Schaftwerkzeuge mit Schaftdurchmesser D und mit Getriebe-positionen #N</p> 	<p>Für rotierende Hülsen</p> <p>Gearbox 1 $D = 143 \text{ mm}$ - Gearbox 2 $D = 170 \text{ mm}$</p> <p>$D \leq 40 \text{ mm}$ - N=6 - N=10 $D \leq 25 \text{ mm}$ - N=8 - N=12 $D \leq 20 \text{ mm}$ - N=12 - N=22 $D \leq 14 \text{ mm}$ - N=18</p> <p>Die Werkzeuge drehen sich kontinuierlich um die eigene Achse. Dies erlaubt eine sehr homogene Beschichtung der Werkzeuge. Gearboxen vereinfachen die Beladung der Chargen wesentlich, da keine empfindliche Einstellung der Kicker erforderlich ist.</p>
<p>Quad-Gearboxen (4-fach Rotation)</p> 	<p>Als Halterung für grosse Mengen von Schaftwerkzeugen</p> <p>$D = 1 \text{ mm} - 1/8"$: 5 x 14 Positionen = 70 Werkzeuge $D = 4 - 8 \text{ mm}$: 5 x 9 Positionen = 45 Werkzeuge</p> <p>Die gesamte Charge sollte gleiche Werkzeuge enthalten. Die Werkzeuge drehen sich um die eigene Achse.</p>
<p>Hülsen</p> 	<p>Für Standard-Schaftwerkzeuge. Durchmesser: [mm]</p> <p>6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 32 und $1/8", 3/16", 1/4", 3/8", 1/2", 4/7", 5/8", 3/4", 7/8", 1"$</p> <p>Spezielle Durchmesser auf Anfrage.</p>
<p>Revolver für Schaftwerkzeuge mit Schaftdurchmesser D und mit Positionen #N</p> 	<p>$D = 2.2 \text{ mm}$ - N= 12 $D = 1/8" (3.4 \text{ mm})$ - N= 9 $D = 4.1 \text{ mm}$ - N= 6 $D = 5 \text{ mm}$ - N= 6 $D = 6 \text{ mm}$ - N= 4</p> <p>Die Werkzeuge drehen sich nicht um die eigene Achse.</p>

Halterungen	Anwendungen
<p>Wendeschneidplattenhalterungen mit Satelliten und Stäben</p> 	<p>Satelliten für WSP mit Durchmesser / Schneidenlänge [mm] d / \square : 8.5, 12, 14, 19, 20, 27, 29.5, 42</p> <p>Satellitenpositionen: 6, 9, 15, 18</p> <p>Stützring für Stäbe kleiner Wendeschneidplatten.</p> <p>Stäbe entsprechend Lochdurchmesser der Wendeschneidplatten: $d > 2.4, 3.7, 4.2, 5.2, 6.2 \text{ mm}$</p> <p>TongS spannen WSPs ohne Bohrung, gespindelt auf speziellen Stäben. TongS sind Produkte von 4pvd, Aachen, Deutschland.</p>
<p>Abwälzfräserhalterungen für Schaftabwälzfräser und Abwälzfräser mit Bohrung</p> 	<p>Die Teile des Abwälzfräasersatelliten setzen sich zusammen entsprechend Grösse und Dimensionen der verschiedenen Abwälzfräser.</p>
<p>Halterung für Tiefziehmatrizen (Ringe)</p> 	<p>Die Tiefziehringe werden mit Schrauben befestigt und hängen auf "Gabel"-Haltern.</p>
<p>Käfig für Doppelrotation</p> 	<p>Käfig für legbare, einfache oder flache Teile wie z.B. Stempel, Matrizen oder Wendeschneidplatten.</p>
<p>Dummykäfig</p> 	<p>Dummykäfig muss leere Satellitenplätze in Karussellen füllen.</p> <p>Flache Teile, Stempel und Feinstanzwerkzeuge sollten nur einseitig beschichtet werden. Dadurch ist nur Doppelrotation notwendig.</p> <p>Die vertikalen Halterungen mit Nuten ermöglichen die flexible Befestigung der Werkzeuge mit Schrauben oder Magneten.</p>

Ladekapazitäten

π¹¹PLUS / π⁴¹¹PLUS

	Wkz.-Ø	Wkz.-Länge	Satelliten	Teller / Satellit	Hülsen / Teller	Wkz. / Hülse	Wkz. / Teller	Wkz. / Charge			
π ¹¹ PLUS	Fräser	2 mm	50 mm	4	5	8	12	96	1920		
		6 mm	50 mm	1	5	52	1	52	260		
		6 mm	50 mm	4	4	5	9	45	720		
		6 mm	50 mm	4	5	18	1	18	360		
		8 mm	60 mm	4	4	18	1	18	288		
		10 mm	70 mm	4	4	18	1	18	288		
		16 mm	75 mm	4	3	12	1	12	144		
		20 mm	100 mm	4	3	8	1	8	96		
		32 mm	133 mm	4	2	6	1	6	48		
		π ¹¹ PLUS	Bohrer	3 mm	46 mm	4	5	5	14	70	1400
4.2 mm	55 mm			4	5	5	9	45	900		
6.8 mm	74 mm			4	4	8	4	32	512		
8.5 mm	79 mm			4	4	18	1	18	288		
10.2 mm	102 mm			4	3	18	1	18	216		
16 mm	115 mm			4	3	12	1	12	144		
20 mm	131 mm			4	2	12	1	12	96		
25 mm	170 mm			4	2	8	1	8	64		
WSP	20 mm	6 mm	4	1	15	28	420	1680			
π ¹¹ PLUS	Abwälzfräser	120 mm	200 mm	4	2	1	1	1	8		
		80 mm	180 mm	10	2	1	1	1	20		
Durchschnittliche Anzahl Werkzeuge / Charge								473			
π ⁴¹¹ PLUS	Fräser	2 mm	50 mm	7	5	8	12	96	3360		
		6 mm	50 mm	7	4	5	9	45	1260		
		6 mm	60 mm	7	4	18	1	18	504		
		8 mm	60 mm	7	4	18	1	18	504		
		10 mm	70 mm	7	4	18	1	18	504		
		16 mm	75 mm	7	3	12	1	12	252		
		20 mm	100 mm	7	3	8	1	8	168		
		32 mm	133 mm	7	2	6	1	6	84		
		π ⁴¹¹ PLUS	Bohrer	3 mm	46 mm	7	5	5	14	70	2450
				4.2 mm	55 mm	7	5	5	9	45	1575
6.8 mm	74 mm			7	4	8	4	32	896		
8.5 mm	79 mm			7	4	18	1	18	504		
10.2 mm	102 mm			7	3	18	1	18	378		
16 mm	115 mm			7	3	12	1	12	252		
20 mm	131 mm			7	2	12	1	12	168		
25 mm	170 mm			7	2	8	1	8	112		
WSP	20 mm	6 mm	7	1	15	28	420	2940			
π ⁴¹¹ PLUS	Abwälzfräser	120 mm	200 mm	7	2	1	1	1	14		
		80 mm	180 mm	14	2	1	1	1	28		
Durchschnittliche Anzahl Werkzeuge / Charge								840			



Für die Berechnungen wurden nur Standard-Halterungen verwendet.
Die Kapazität kann mit optimierten Halterungen erhöht werden.

□ Werkzeuge in Einzelhülsen, Antrieb durch Kicker

■ Werkzeuge in Einzelhülsen, Antrieb durch Gearboxen

■ Werkzeuge im Revolver, Antrieb durch Kicker

■ Werkzeuge im Revolver, Antrieb durch Getriebe

■ Werkzeuge in Sphere-Halterungen

■ WSP mit Bohrung auf Stäben

■ Abwälzfräser auf Satelliten

PL⁷¹¹ / PL¹⁰¹¹ / PL¹⁵¹¹

	Wkz.-Ø	Wkz.-Länge	Satelliten	Teller / Satellit	Hülsen / Teller	Wkz. / Hülse	Wkz. / Teller	Wkz. / Charge	
PL ⁷¹¹	Fräser	2 mm	50 mm	6	5	8	12	2880	
		6 mm	50 mm	6	5	8	4	960	
		6 mm	60 mm	6	5	18	1	540	
		8 mm	60 mm	6	5	18	1	540	
		10 mm	70 mm	6	4	18	1	432	
		16 mm	75 mm	6	4	18	1	432	
		20 mm	100 mm	6	3	18	1	324	
		32 mm	133 mm	6	2	14	1	168	
	Bohrer	3 mm	46 mm	6	5	8	6	1440	
		4.2 mm	55 mm	6	5	8	6	1440	
		6.8 mm	74 mm	6	4	8	4	768	
		8.5 mm	79 mm	6	4	18	1	432	
		10.2 mm	102 mm	6	3	18	1	324	
		16 mm	115 mm	6	3	18	1	324	
20 mm		131 mm	6	2	18	1	216		
25 mm		170 mm	6	2	12	1	144		
WSP	20 mm	6 mm	6	33	15	1	198	2970	
Abwälzfräser	120 mm	200 mm	6	3		1	1	18	
	80 mm	180 mm	6	4		1	1	24	
Durchschnittliche Anzahl Werkzeuge / Charge								757	
PL ¹⁰¹¹ / PL ¹⁵¹¹	Fräser	2 mm	50 mm	10	8	8	12	96	7680
		6 mm	50 mm	10	7	5	14	70	4900
		6 mm	60 mm	10	7	18	1	18	1260
		8 mm	60 mm	10	7	18	1	18	1260
		10 mm	70 mm	10	6	18	1	18	1080
		16 mm	75 mm	10	6	12	1	12	720
		20 mm	100 mm	10	5	12	1	12	600
		32 mm	133 mm	10	4	6	1	6	240
	Bohrer	3 mm	46 mm	10	7	5	14	70	4900
		4.2 mm	55 mm	10	7	5	14	70	4900
		6.8 mm	74 mm	10	6	8	4	32	1920
		8.5 mm	79 mm	10	6	18	1	18	1080
		10.2 mm	102 mm	10	5	18	1	18	900
		16 mm	115 mm	10	4	12	1	12	480
20 mm		131 mm	10	4	12	1	12	480	
25 mm		170 mm	10	3	12	1	12	360	
WSP	20 mm	6 mm	10	58	15	1	580	8700	
Abwälzfräser	120 mm	200 mm	12	3		1	1	36	
	80 mm	180 mm	12	4		1	1	48	
Durchschnittliche Anzahl Werkzeuge / Charge								2187	

Ladekapazitäten



Für die Berechnungen wurden nur Standard-Halterungen verwendet.
Die Kapazität kann mit optimierten Halterungen erhöht werden.

- Werkzeuge in Einzelhülsen, Antrieb durch Gearboxen
- Werkzeuge in Sphere-Halterungen
- Werkzeuge im Revolver, Antrieb durch Kicker
- WSP mit Bohrung auf Stäben
- Abwälzfräser auf Satelliten
- Werkzeuge in Einzelhülsen, Antrieb durch Kicker
- Werkzeuge im Revolver, Antrieb durch Getriebe

Individuelle Anlagen für Sonderanwendungen

Während der letzten zwei Dekaden bildete PLATIT erfolgreich ein grosses weltweites Netzwerk mit Kunden, die sich mit ihren besonderen Anforderungen an PLATIT wandten. Aufgrund der vielen Sonderanforderungen, entschied sich PLATIT dazu, ihr Team in Vaulruz (Schweiz, FR) auf die Entwicklung und Herstellung von Sondermaschinen zu spezialisieren.

Die Ingenieure und Techniker sind spezialisiert auf:

- Konzeptentwicklung
- Beratung & Konsultation
- Mechanik & Elektronik des Anlagen-Designs
- Kundenspezifische Programmierung
- Fertigung von Bauteilen in Kooperation mit einem Netzwerk von Schweizer Unternehmen
- Abnahmetests und Kommissionierung an Kundenstandorten
- Bearbeitung- und Prozess-Support & Versorgung mit Ersatzteilen.

Die Systeme werden für die folgenden Anwendungsgebiete entwickelt, hergestellt und geliefert:

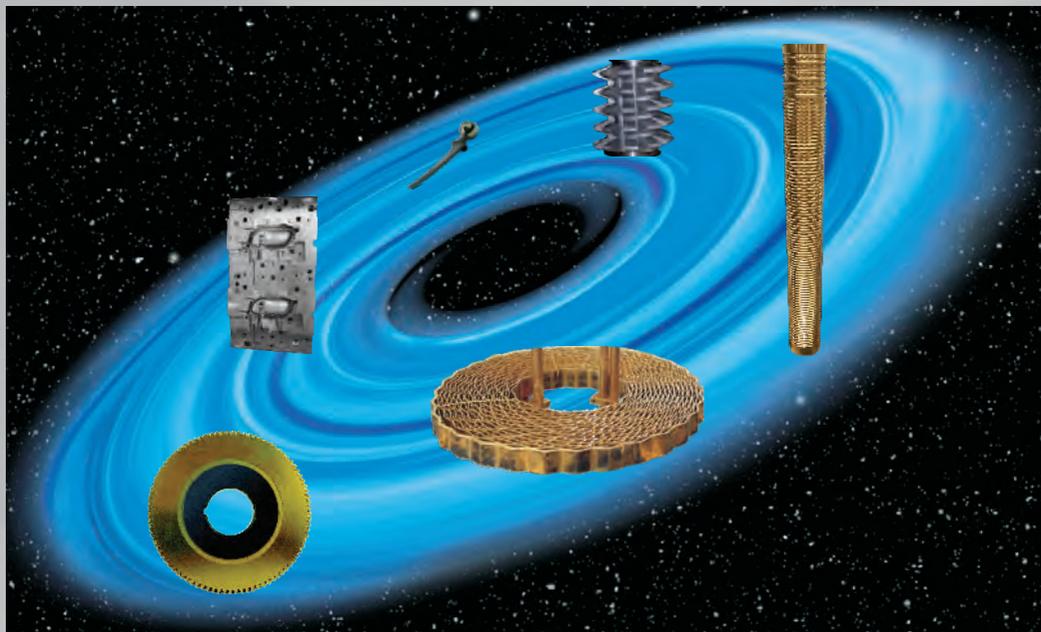
- Zerspanwerkzeuge: Hersteller von grossen Zerspanungswerkzeugen, wie z.B. Räumnadeln & Sägeblätter
- Flug- und Raumfahrt: Verschleiss-, erosions- und kratzbeständige Hartschichten
- Spritzgiessen: Extra glatte Schichten für Korrosions- und Kratzschutz & Schmierschichten für bewegliche Teile mit minimaler Schmierung und engen Toleranzen
- Medizinische Industrie: Biokompatible Schichten für Dentalwerkzeuge und medizinische Geräte

Implementierte und gelieferte Technologien:

- ARC – in DC & gepulsten Modi
- Sputtering – in DC, gepulsten & HiPIMS (High-Power Impulse Magnetron Sputtering) Modi und
- PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) Modus

Spezielle Hochleistungssysteme erfordern angepasste Maschinendesigns, Halterungen, Handhabungsgeräte und Schichten für:

- Maschinen und medizinische Geräte
- Sägebänder
- Sägeblätter und
- Räumnadeln



$\pi 603$ zur Beschichtung von Sägebändern



Sägebänder bis zu 200 mm Höhe beschichtbar. Der Werkzeugträger ist geeignet um eine konstante Schichtdickenverteilung zu erreichen.



Drei rotierende Kathoden für flexible Beschichtung



Sägebandspulen mit \varnothing bis zu 1.4 m beschichtbar. Die Rückseite des Sägebandes wird mithilfe einer Planarkathode beschichtet.

Individuelle Anlagen

Entwicklung von dedicated Schichten für Sägebänder

unbeschichtet
bei 1.8 m²



AlTiN²
bei 2.12 m²



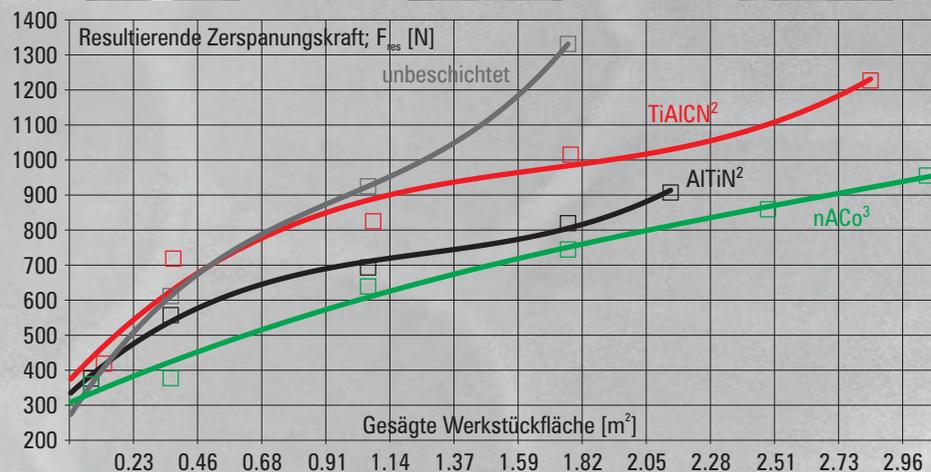
TiAlCN²
bei 2.8 m²



nAlCo³
bei 4.04 m²



Quelle: Wikus, Spangenberg, Deutschland



Dedicated Beschichtungsanlagen für Sägeblätter



Quelle: Tru-Cut, Brunswick, OH, USA

PL2001 für Sägeblätter

- Beschichtungsanlage mit extrem hoher Kapazität für grosse Werkzeuge und Substrate
- Basiert auf PLATIT-Planar-Cathodic-ARC-Technologie
- Beschichtung auf HSS und HM ($T \leq 500^\circ\text{C}$)

Hardware

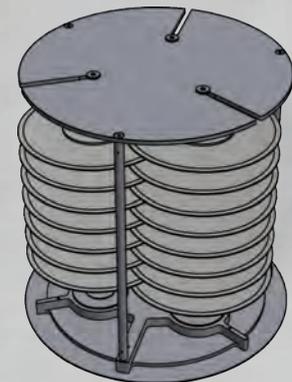
- Maschinenmaße: B3880 x T2350 x H2220 mm
- Interne Maße der Vakuumkammer: B1700 x T1700 x H1100 mm
- Nutzbares Beschichtungsvolumen: bis zu $\varnothing 1200 \times H700$ mm
- Max. Substratlast: 800 kg
- 4 PLATIT Kathoden mit Schnellwechselsystem voll kompatibel mit PL1011 COMPACT Kathoden
- Elektronische Anschlusswerte: 3x400 V, 50-60 Hz, 110 kVA
- Modulares Karussellsystem mit 1, 2, 3, 4, 6, 8 Satelliten



Einzelbeladung



Beladung mit Überlappung



Beladungskapazitäten

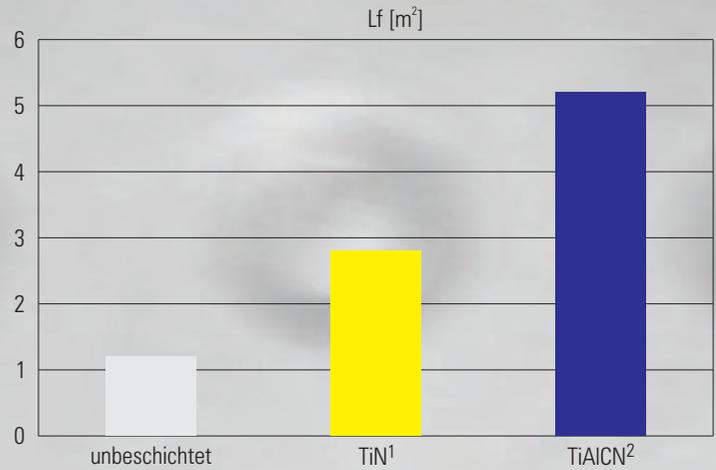
Säge-Ø [mm]	Säge-Ø ["]	Sägeblattdicke [mm]	Abstand zwischen Sägeblättern	PL ⁴¹¹	PL ¹⁰¹¹	PL ²⁰¹¹	PL ⁴¹¹	PL ¹⁰¹¹	PL ²⁰¹¹
				# Satelliten	# Satelliten	# Satelliten	# Sägeblätter pro Charge	# Sägeblätter pro Charge	# Sägeblätter pro Charge
100	3.94	1.5	7	10	12	24	518	988	1976
120	4.72	1.5	7	8	12	20	414	988	1647
160	6.30	1.5	7	6	8	14	311	659	1153
200	7.87	2	10	4	4	10	147	233	583
225	8.86	2	10	3	4	8	110	233	467
250	9.84	2	10	2	4	8	73	233	467
275	10.83	2	10	1	4	6	37	233	350
300	11.81	2	10	1	3	6	37	175	350
315	12.40	2	10	1	3	6	37	175	350
325	12.80	2	10	1	3	5	37	175	292
350	13.78	2.2	10	1	2	5	36	115	287
360	14.17	2.2	10	1	2	5	36	115	287
400	15.75	2.2	10	1	1	4	36	57	230
450	17.72	2.2	10	1	1	3	36	57	172
500	19.69	2.2	10	1	1	1	36	57	57
550	21.65	3	14	0	1	1	0	41	41
560	22.05	3	14	0	1	1	0	41	41
620	24.41	3	14	0	1	1	0	41	41
830	32.68	3.5	16	0	0	1	0	0	36
965	37.99	4	19	0	0	1	0	0	30
1066	41.97	4	19	0	0	1	0	0	30

Anwendungen

Standwegvergleich beim Sägen

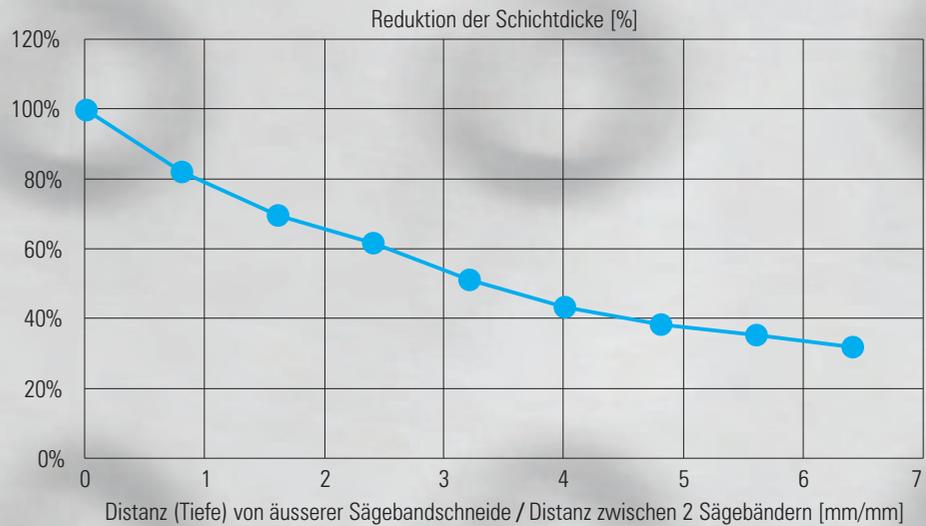


Setzen der Abstandshalter für grosse Sägeblätter vor der Beschichtung



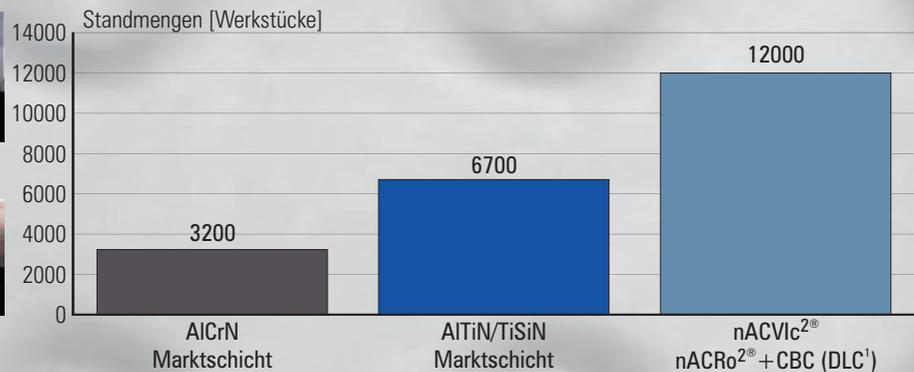
Material: 42CrMo4 – Aussenkühlmittel: Emulsion
Werkzeug: 250 mm – $v_c = 100\text{m/min}$ – $f_z = 0.06\text{ mm/z}$

Schichtdickenreduktion "in der Tiefe" beim überlappendem Beschichten von Sägeblättern



Sägen

Standmengenvergleich



Präzisionszerspanen von 3 mm Profile, Edelstahl 904L
Werkzeug: HM-Kreissägeblatt $\varnothing 160\text{mm} \times 0,8\text{mm}$, $z=200$
Zerspanbedingungen: $n=400\text{ U/min}$, $v_f=64\text{ mm/min}$, Schmiermittel: Öl
Lebensdauerkriterium: Gratentstehung auf dem Werkstück
Quelle: Schweizerische Uhrenindustrie

Dedicated Anlagen für Räumnadeln

PL1401-HUT für Räumnadeln

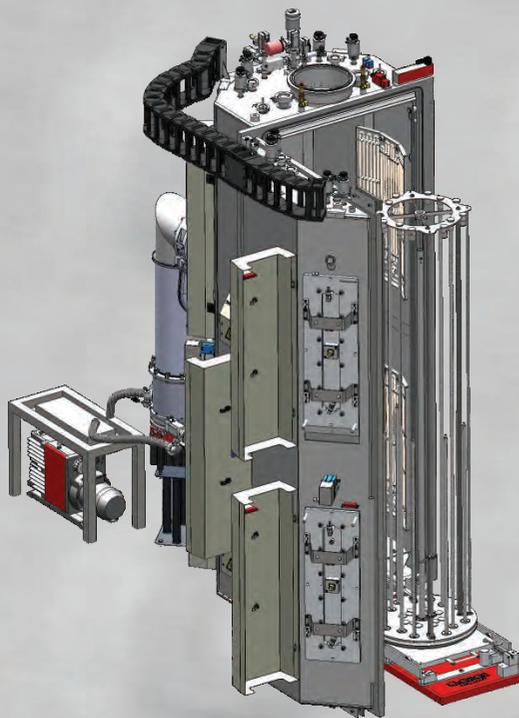
- Basierend auf PLATIT-Planar-Cathodic-ARC-Technologie
- Räumwerkzeuge müssen nach Beschichten der ersten Hälfte gedreht werden, um die andere Hälfte in einer 2. Charge zu beschichten

Hardware

- Nutzbares Beschichtungsvolumen:
Ø700 x H700 mm + Ø150 x H700 mm
- Max. Länge des Räumwerkzeuges: 2000 mm
- Max. beschichtbare Länge des Räumwerkzeuges: 2 x 700 mm
- Max. Substratlast: 400 kg
- 4 PLATIT-Kathoden mit Schnellwechselsystem voll kompatibel mit PL1001 COMPACT Kathoden
- Modulares Karussellsystem mit 1, 2, 3, 4, 6, 8 Satelliten



Quelle: Metallestaki, Bilbao, ES



PL²⁵¹¹ für extra lange Räumnadeln

- Basierend auf PLATIT-Planar-Cathodic-ARC-Technologie
- Die extra langen Räumnadeln werden in einer Charge beschichtet

Hardware

- Nutzbares Beschichtungsvolumen: Ø700x700 - 2'000 mm
- Max. Länge des Räumwerkzeuges: 2'500 mm
- Max. Substratlast: 600 kg
- 6 PLATIT-Kathoden mit Schnellwechselsystem komplett kompatibel mit PL1001 COMPACT Kathoden
- Modulares Karussellsystem mit 1, 2, 4, 6, 8 Satelliten
- Die Beschichtungsanlage und das Ladesystem werden in ein spezielles Fundament der Produktionshalle eingebettet

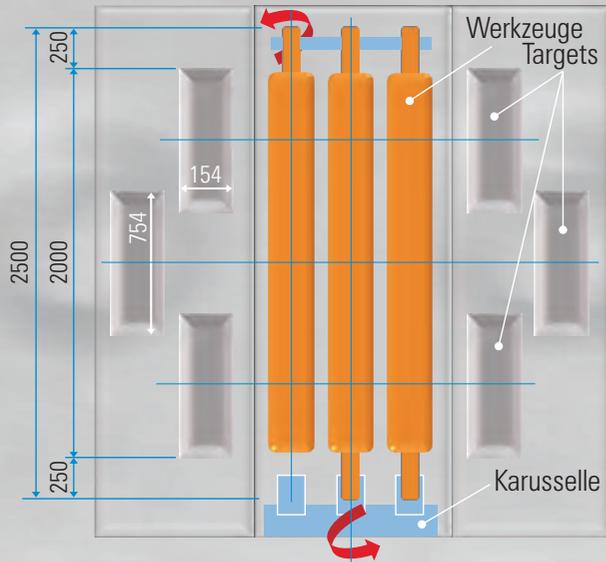
Dedicated Ein-Kammer Reinigungssystem für Räumnadeln

- Max. Länge des Räumwerkzeuges: 2'500 mm
- Max. Räumwerkzeuglast: 600 kg
- Zykluszeit < 1h



PL²⁵¹¹ Kathoden & Targets & Karusselle

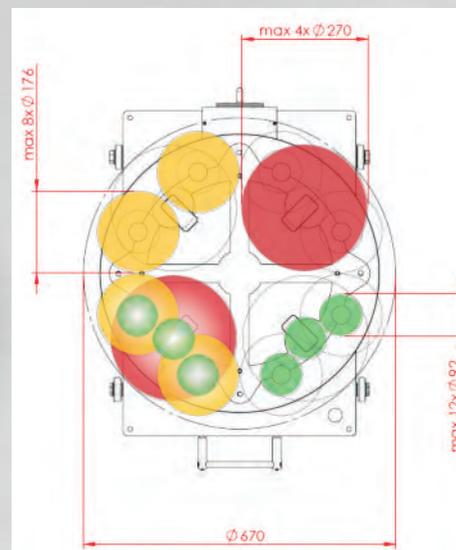
Kathodenkonfiguration



- Beschichtungshöhe 2000 mm mit exzellenter Schichtdickenverteilung über die ganze Höhe: $\pm 10\%$
- $\varnothing 700$ und $H=2500$ mm maximaler Werkzeuggröße
- 600 kg maximale Beladung; schwerere Beladungen auf Anfrage
- Durchdachtes Design mit einfacher, zweifacher und dreifacher Drehung in einem Karussell
- Beladungsmöglichkeiten für Räumnadeln, Abwälzfräser und beliebige Schaftwerkzeuge, sogar Stempel & Matrizen

Karusselle

- Durchdachte und flexible Karusselldesigns:
 - 4 Satelliten - max. 4x $\varnothing 270$ mm
 - 8 Satelliten - max. 8x $\varnothing 176$ mm
 - 12 Satelliten - max. 12x $\varnothing 92$ mm
- Höchste Flexibilität für homogene und gemischte Beladungen



Beladungstabelle

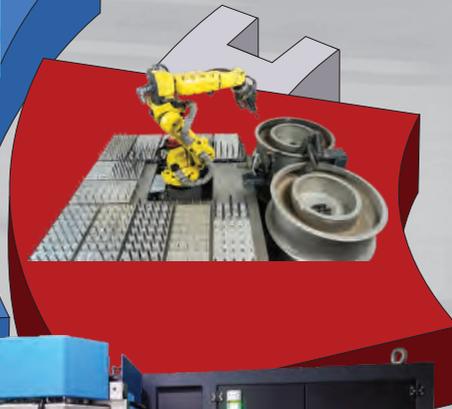
Räumnadeln - Länge [mm]				
	0 - 600	601 - 1100	1100 - 2500	Karussellkonfiguration
Stück/Teller x Teller/Spindel x Anzahl Spindeln				
\varnothing Runde Räumnadeln [mm]				
$0 < \varnothing < 30$	96	64	32	Standard 4 Spindeln, 8-Positionenteller
	8 x 3 x 4	8 x 2 x 4	8 x 1 x 4	
$30 < \varnothing < 50$	48	32	16	Standard 4 Spindeln, 4-Positionenteller
	4 x 3 x 4	4 x 2 x 4	4 x 1 x 4	
$50 < \varnothing < 80$	36	24	12	12-Spindelkarussell, ohne Teller
	1 x 3 x 12	1 x 2 x 12	1 x 1 x 12	
$80 < \varnothing < 100$	24	16	8	8-Spindelkarussell, ohne Teller
	1 x 3 x 8	1 x 2 x 8	1 x 1 x 8	
$100 < \varnothing < 250$	12	8	4	4-Spindelkarussell, ohne Teller
	3 x 4	2 x 4	1 x 4	
Quadratische Räumnadeln [mm]				
20 x 50	120	80	40	4-Spindelkarussell, flache Teller
	10 x 3 x 4	10 x 2 x 4	10 x 1 x 4	
30 x 30	96	64	32	4-Spindelkarussell, flache Teller
	8 x 3 x 4	8 x 2 x 4	8 x 1 x 4	
40 x 60	72	48	24	4-Spindelkarussell, flache Teller
	6 x 3 x 4	6 x 2 x 4	6 x 1 x 4	
50 x 100	36	24	12	4-Spindelkarussell, flache Teller
	3 x 3 x 4	3 x 2 x 4	3 x 1 x 4	
60 x 200	24	16	8	4-Spindelkarussell, flache Teller
	2 x 3 x 4	2 x 2 x 4	2 x 4	

Schlüsselfertige (Turnkey) Beschichtungssysteme

PL¹⁰¹¹

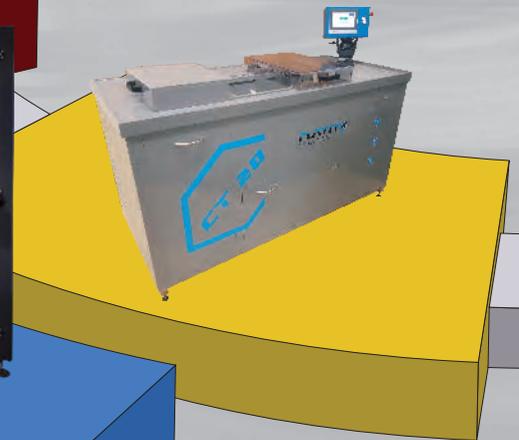


π 1511



Vor- und Nach-
behandlung

Entschichtung



PL⁷¹¹

π 411 PLUS



Die Integration der flexiblen Beschichtung in den Produktionsprozess erfordert schlüsselfertige "Turnkey"-Lösungen.

PLATIT bietet vollständige Beschichtungssysteme inkl. aller nötigen Peripheriegeräte und Technologien zur:

- Oberflächenvorbehandlung durch Polieren, Bürsten und/oder Mikrostrahlen
- Vakuumunterstützte Ein-Kammer-Waschanlage im Einknopfbetrieb (push & forget)
- Entschichtung von HSS und HM
- Handhabung zum Be- und Entladen von Substraten und Kathoden
- und Qualitätskontrollsysteme gemäss ISO 9001

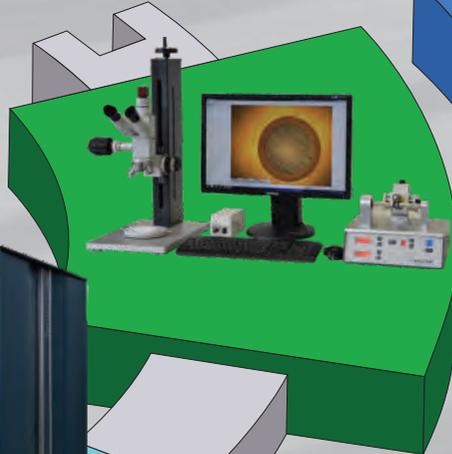
π 111 PLUS



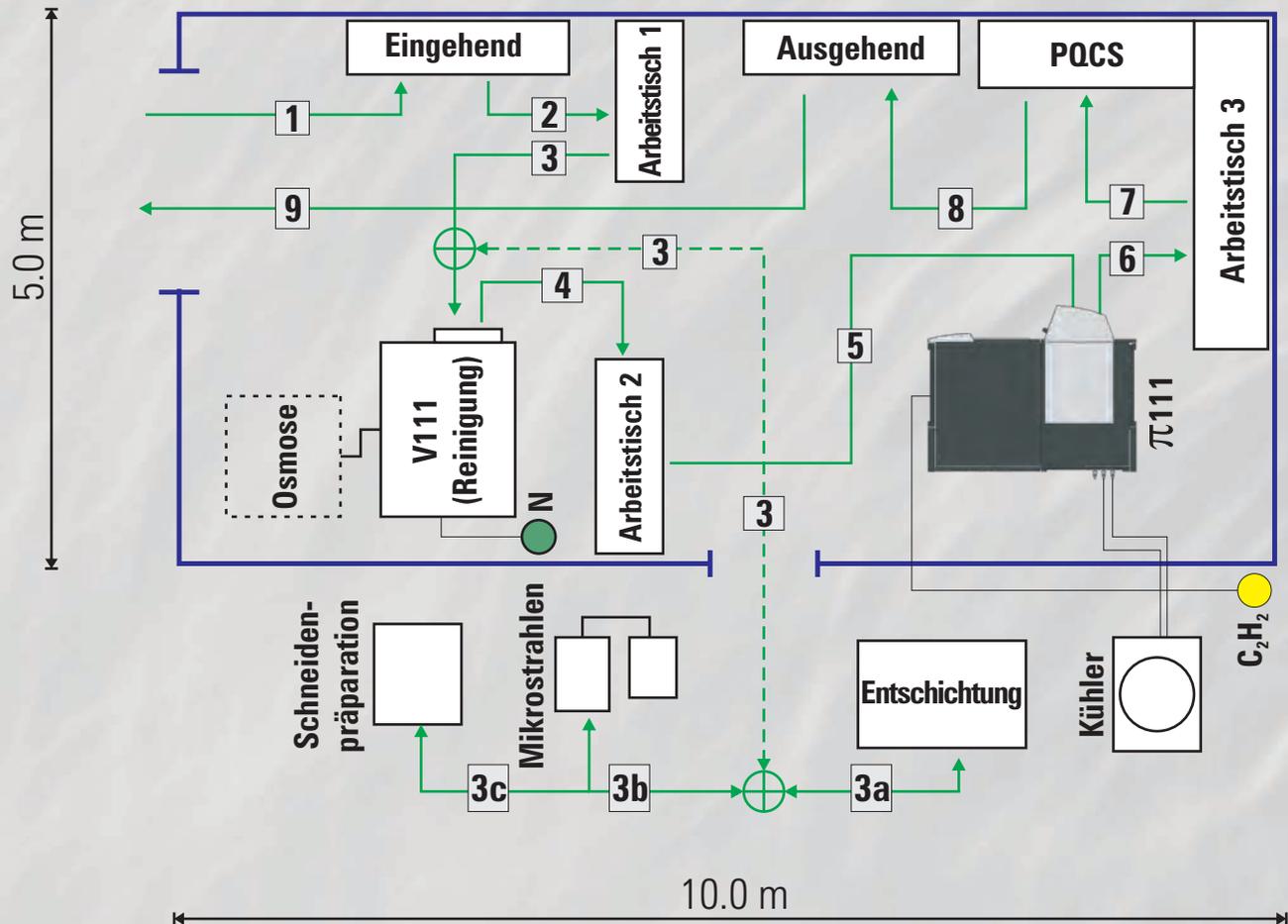
Beschichtung

Qualitätskontrolle

Reinigung



Arbeitsablauf im Beschichtungszentrum



Arbeitsablauf im kleinen Beschichtungssystem

1. Wareneingang
2. Vorbereiten zur Reinigung (z.B. Mikrostrahlen)
3. Reinigen
- 3a. Optional: Entschichten
- 3b. Optional: Schneidenpräparation (z.B. Bürsten, Mikrostrahlen etc.)
- 3c. Optional: Nachbehandlung (z.B. Mikrostrahlen, Polieren etc.)
- 3d. Optional: Reinigung nach Vor- oder Nachbehandlung
4. Vorbereiten zur Beschichtung (z.B. Karusselle beladen)
5. Beschichten
6. Entladen der Charge
7. Optionale Oberflächen-Nachbehandlung
8. Qualitätsprüfung mit PQCS
9. Verpacken zur Lieferung
10. Warenausgang / Versand

Einige Module (Kühlung, Entschichtung, Mikrostrahlen, Schneidkantenpräparation) sollten in einem anderen Raum als die Beschichtung aufgebaut werden. Der Kühler kann im Aussenbereich platziert werden.



Quelle: Müller Präzisionswerkzeuge, Sien, Deutschland

Entschichten, aber wann?

Die elektro-chemische Entschichtung kann unter optimalen Bedingungen ohne Beschädigung der Substrate durchgeführt werden. Unter normalen Bedingungen werden die Substrate beschädigt, insbesondere Hartmetalle durch Kobalt-Leaching.

Was ist Kobalt-Leaching?

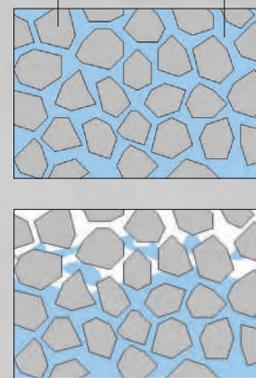
Bei Kobalt-Leaching wird der Binder Kobalt aus der obersten Schicht des Kompositmaterials Hartmetall (WC + Co) entfernt.

Gründe: Entfernen des Kobalts durch Oxidation, hauptsächlich durch Reaktion mit Wasser:

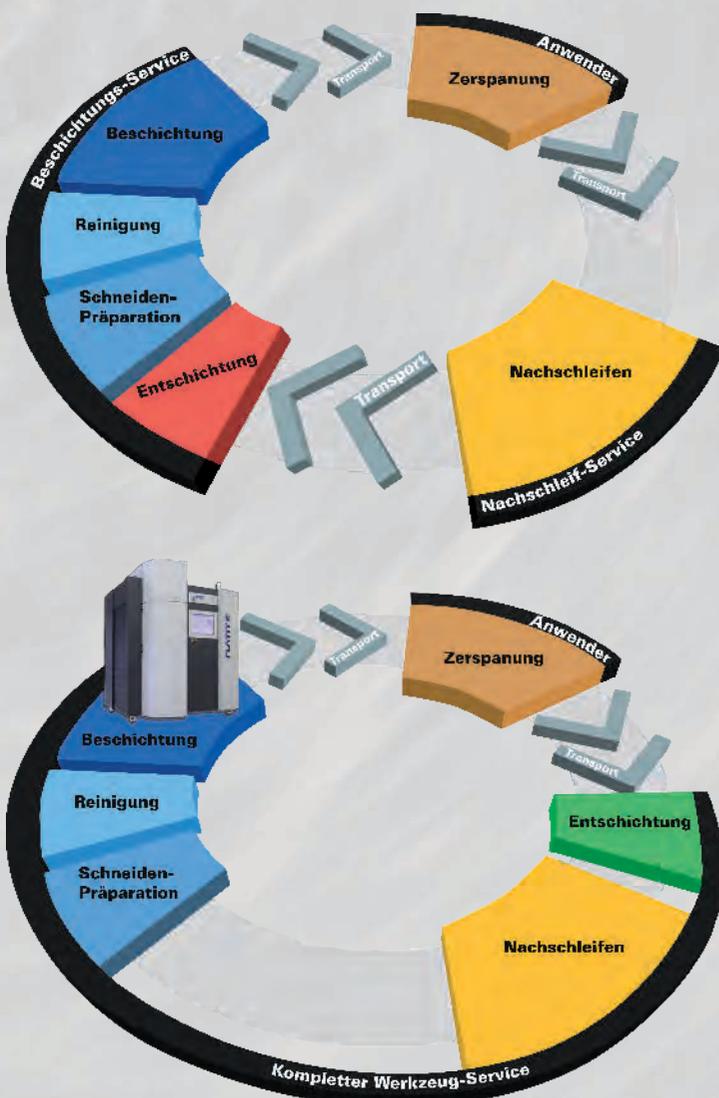
- Wassergekühltes Schleifen
- Zu schnelles Schleifen mit stumpfen Schleifscheiben (sogar bei Kühlung mit Öl)
- Wasserbasiertes Entschichten

Das Beschichten von kobaltgeleachtem Hartmetall ist nicht zielführend. Die Beschichtung hat zwar eine gute Anbindung an die oberste Wolframkarbid-Lage, jedoch bröckeln beide Schichten auf Grund des fehlenden Kobalt-Binders ab.

Wolframkarbid Kobalt Binder



Entschichten bei konventioneller und integrierter Beschichtung



Die konventionelle Methode

Das Risiko schlechter Haftung ist gross. Die Entschichtung erfolgt nach dem Nachschleifen und beschädigt die Endgeometrie des Werkzeuges. Die Schneidenpräparation nach dem Entschichten kann den Schaden nur reduzieren, jedoch nicht vollständig beseitigen. Zusätzlich erhöhen das Verpacken, der Transport und das Neuverpacken das Risiko einer Werkzeugbeschädigung erheblich.

Die integrierte Methode

Das Entschichten kann vor dem Nachschleifen durchgeführt werden. Dies erzeugt viele Vorteile für die Produktion:

- Weniger Transport und Verpackung
- Weniger Schaden durch die Handhabung
- Kein chemischer Angriff nach dem Nachschleifen, die Schneidenpräparation hat ihren vollen Effekt
- Optimale Haftung
- Die Leistung ist nahe der eines neuen Werkzeuges.

Entschichten von PLATIT Schichten

Konventionelle Entschichtungsmodulare (ST Serie)



HM-Bohrer beschichtet mit AlTiN



Entschichteter HM-Bohrer

Maschine	Beschreibung	Max. Werkzeugdimensionen (BxTxH)
1. ST-40 HM	Ti, Al basierte Schichten von HM entschichten	160 x 330 x 160 mm
2. ST-40 CR	Cr basierte Schichten von HM und HSS entschichten	330 x 330 x 300 mm
3. ST-40 HSS	Ti, Al, Cr basierte Schichten von HSS entschichten	330 x 240 x 200 mm
4. ST-40 R	Spülmodul	330 x 330 x 300 mm
5. ST-40 P	Korrosionsschutzmodul	330 x 330 x 300 mm
6. ST-170-CR	Cr basierte Schichten von HM und HSS	330 x 1100 x 200 mm (für 7 Abwälzfräser mit ø80 x 180 mm)
7. ST-170 HSS	Ti, Al basierte Schichten von HSS entschichten	330 x 1100 x 200 mm (für 7 Abwälzfräser mit ø80 x 180 mm)
8. ST-500 HSS	Ti, Al, Cr basierte Schichten von HSS entschichten	500 x 500 x 400 mm
9. ST-500 CR	Cr basierte Schichten von HM und HSS entschichten	500 x 500 x 400 mm
10. ST-500 R	Spülmodul	500 x 500 x 400 mm
11. ST-500 P	Korrosionsschutzmodul	500 x 500 x 400 mm

Superschnelles Entschichtungssystem CT20/CT40 (patentiert)

- Frei programmierbare, computergesteuerte Entschichtungsanlage
 - Der Entschichtungsprozess wird durch ein gepulstes Signal versorgt
 - Automatische Prozessende-Erkennung möglich
 - Max. Werkzeugdimensionen: ø200 x 300 mm
- Entschichten von Schichten mit TiN-Haftlayer
 - Ultraschnelles Entschichten herunter bis zum TiN
 - Neubeschichten auf TiN oder
 - Entschichten des TiN-Haftlayers mit ST-40 Modulen
 - Kein Kobalt-Leaching
 - Entschichten von Schichten ohne TiN-Haftlayer
 - Ultraschnelles Entschichten herunter bis zum Substratmaterial
 - Nachbehandlung nötig

Speziell isolierte Halterungen verfügbar für Schaftwerkzeuge, Abwälzfräser und WSP.

Entschichtungs-Chemikalien verfügbar über das weltweite Vertriebsnetz der Firma Borer AG, Zuchwil, Schweiz.



CT20: mit 1+1 Bädern
CT40: mit 2+2 Bädern

Entschichtungsprozesse

Konventionelle Entschichtungsprozesse

HM-Schaftwerkzeuge					HSS-Abwälzfräser														
Schichten	Entschichtungsdauer für 2 µm, Ø10 mm	Entschichtungsrezept	Modul	Chemikalien					Entschichtungsdauer für 4 µm, Ø80x180 mm	Entschichtungsrezept	Modul	Chemikalien							
				Galvanische Unterstützung	Decoat 100	Decoat H	Decoat K	Decoat C				Decoat 301	Galvanische Unterstützung	Decoat H	Decoat 231	Decoat K	Decoat C	Decoat AlZiRo +	Decoat 301
TiN	4 - 5 h	T-HM	HM	x	x	x	x		x	~ 1 h	T-HSS	HSS		x				x	
TiCN-grey	6 - 8 h	T-HM	HM	x	x	x	x		x	~ 2 h	T-HSS	HSS		x				x	
TiAlN	10 - 18 h	T-HM	HM	x	x	x	x		x	1 - 2 h	T-HSS	HSS		x				x	
AlTiN	10 - 18 h	T-HM	HM	x	x	x	x		x	1 - 2 h	T-HSS	HSS		x				x	
CrN	0.5 - 3 h	C	Cr					x	x	0.5 - 3 h	C	Cr			x	x	x		x
AlCrN	0.5 - 2 h	C	Cr					x	x	0.5 - 2 h	C	Cr			x	x	x		x
TiN/AlCrN	0.5 - 2 h	C/T-HM	Cr/HM	x	x	x	x	x	x	0.5 - 2 h	C/T-HSS	Cr/HSS		x	x	x	x	x	x
nACo	9 - 11 h	T-HM	HM	x	x	x	x		x	0.5 - 2 h	T-HSS	HSS		x				x	
nACRo	0.5 - 2 h	C	Cr					x	x	0.5 - 2 h	C	Cr			x	x	x		x
TiXCo	5 - 9 h	T-HM	HM	x	x	x	x		x	1 - 3 h	T-HSS	HSS		x				x	

Schnelle Entschichtungsprozesse

HM-Schaftwerkzeuge					HSS-Abwälzfräser												
Schichten	Modul CT-40 Dauer für 2 µm, Ø10 mm	Decoat S	Modul ST-40 HM Dauer	Entschichtungsrezept	Nachbehandlung	Chemikalien			Modul CT-40 Dauer für 4 µm, Ø80x180 mm	Chem		Modul ST-40 HSS Dauer	Entschichtungsrezept	Nachbehandlung	Chemikalien		
						Decoat 100	Decoat H	Decoat K		Decoat K	Decoat C				Decoat AlZiRo +	Decoat H	
TiN			4 - 5 h	T-HM		x	x	x	x			1 h	T-HSS		x	x	
TiCN-grey			6 - 8 h	T-HM		x	x	x	x			2 h	T-HSS		x	x	
TiAlN	2 min	x	15 min	T-HM		x	x	x	x			1 - 2 h	T-HSS		x	x	
AlTiN	2 min	x	15 min	T-HM		x	x	x	x			1 - 2 h	T-HSS		x	x	
CrN	2 min	x			x					10 min	x	x			x		
CrTiN-ML	2 min	x	15 min	T-HM		x	x	x	x	10 min	x	x	10 min	T-HSS		x	x
AlCrN	2 min	x			x					10 min	x	x			x		
TiN/AlCrN	2 min	x	15 min	T-HM		x	x	x	x	5 min	x	x	10 min	T-HSS		x	x
AlTiCrN	2 min	x	15 min	T-HM		x	x	x	x	10 min	x	x	10 min	T-HSS		x	x
nACo	2 min	x	15 min	T-HM		x	x	x	x				0.5 - 2 h	T-HSS		x	x
nACRo	2 min	x			x					10 min	x	x			x		
TiXCo	2 min	x	1 h	T-HM		x	x	x	x				1 - 3 h	T-HSS		x	x

Dedicated Schichtprozesse für TripleCoatings und QuadCoatings sind auch verfügbar - Entschichtungschemikalien sind Produkte der Borer Chemie AG, Zuchwil, Schweiz

Reinigungsanlagen

V111, V411, V1511

Industrielle Einkammer-Reinigungsanlagen mit vollautomatischer Reinigung und Vakuumtrocknung von:

- Schneidwerkzeugen, Stempeln, Matrizen und Maschinenteilen
- Schwierig zu reinigenden Teilen mit Hohlräumen
- Entwickelt in Kooperation mit Eurocold, Italien

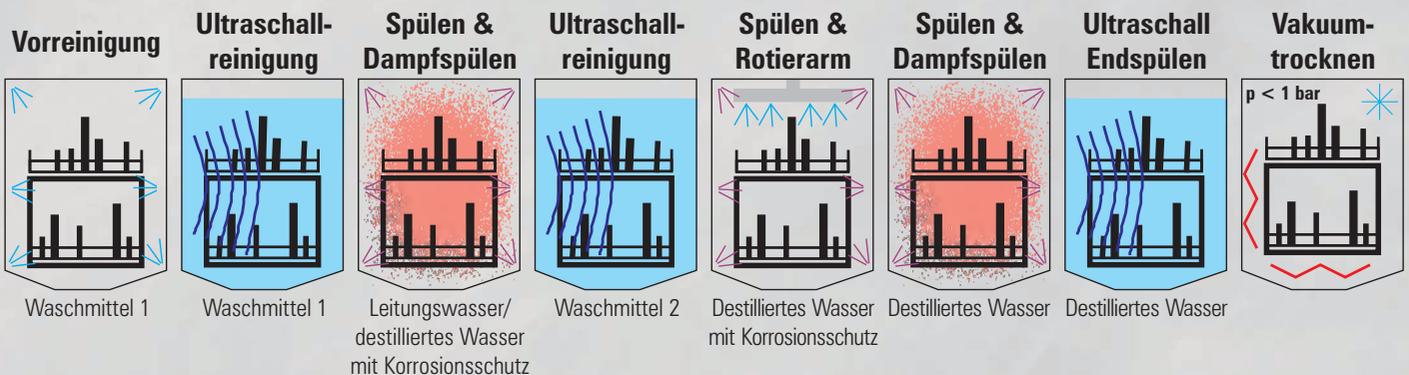
Diese Produkte beinhalten:

- Einkammer-Reinigungsanlage mit Reinigungsmitteltank (Alkaline), Demi-Wassertank, Vakuumtrocknungssystem
- Wasseraufbereitung: Wasserenthärter, Umkehrosmose, demineralisiertes Wasser (extern)
- Reinigungsmittel, Salz
- Leicht verständlicher Touchscreen zur Programmierung und Handhabung wie bei PLATIT Beschichtungsanlagen
- CleX® modulares Halterungssystem zum Handhaben von Schaftwerkzeugen, Wendeschneidplatten und Wälzfräsern



Max. Dimensionen der zu reinigenden Substrate: BxTxH [mm]:		
V111	V411	V1511
355 x 390 x 480	500 x 500 x 500	700 x 700 x 750

Waschzyklus (~45 min)



Schritt durch: V111,
V411,
V1511

V111,
V411,
V1511

V1511

V1511

V411,
V1511

V111,
V411,
V1511

V1511

V111,
V411,
V1511

Beachten Sie die Abwasserregelungen in Ihrem Land!

Reinigungsanlagen und ihre Kontrolle

Modulare, manuelle Reinigungsanlage

- CL - 40 EL: Modul zur elektrolytischen Reinigung
- CL - 40 US: Modul zur Ultraschallbehandlung
- CL - 40 R: Modul zum Abspülen
- CL - 40 D: Ofen zur Trocknung

Reinigungsanlage für Labore und Institute, welche keine automatische Reinigung für grosse Substratmengen benötigen. Die Substrate werden manuell in speziellen Körben von Modul zu Modul getragen.

1. Abspülen von grobem Staub mit Leitungswasser
2. Vorreinigung der Substrate mit Ultraschall in demineralisiertem Wasser oder Reinigungsmittel
3. Abspülen mit demineralisiertem Wasser
4. Feinreinigung mit elektrolytischer Behandlung
5. Abspülen mit demineralisiertem Wasser

Siehe Korbgrößen auf Seiten 58-59.



Reinheit - Beschichtbarkeitsevaluation durch Messung der Oberflächenspannung

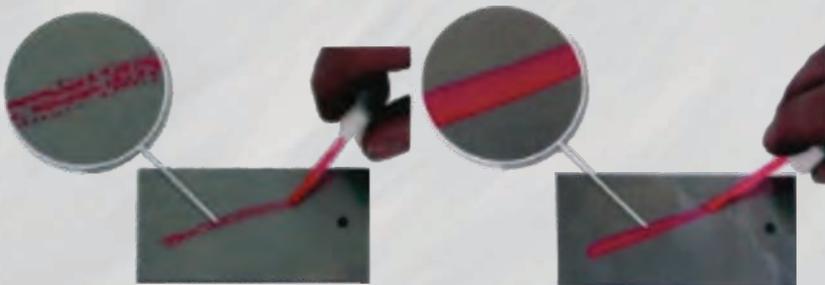
Ohne saubere metallische Oberfläche ist keine gute Haftung der Schicht möglich. Die Oberflächenspannung (Energie) auf dem Substrat ist ein entscheidendes Kriterium für die Haftung von Schichten. Je höher die Oberflächenspannung des Substrats, desto besser ist die Haftung der Schicht. Kontaminationen wie Fett, Öl, Fingerabdrücke oder Staub mindern die Oberflächenenergie.

Satzbau: Vor dem Beschichten sollte die Oberflächenenergie des gereinigten Substrats mindestens 42 mN/m betragen.

Mittels Tropfenmethode lässt sich die Oberflächenenergie des Substrats auf einfache Weise charakterisieren:

Die Messreihe beinhaltet eine Serie von Stiften und Tinten. Die Testflüssigkeit wird mit Stift oder Pinsel auf die Substratoberfläche aufgetragen.

Jeder Stift bzw. jede Tinte wird markiert, um den Oberflächenenergiewert zu erkennen: 32, 34, 36, 40, 42, 44 mN/m



Die Tinte erzeugt Droplets, weil deren spezifische Oberflächenspannung höher ist als jene des Substrats. Schlechte Benetzbarkeit - Teller ist nicht sauber genug und benötigt weitere Reinigung

Die Tinte erzeugt keine Droplets, da die Oberflächenspannung des Substrats höher ist als jene der Tinte. Gute Benetzbarkeit - Teller ist sauber genug zur Beschichtung



Schlechte Benetzbarkeit (Beschichtbarkeit) auf öligem Substrat durch niedrige Oberflächenenergie



Gute Benetzbarkeit (Beschichtbarkeit) des ölfreien Substrats durch hohe Oberflächenenergie



CleX[®]: Clean Flexible

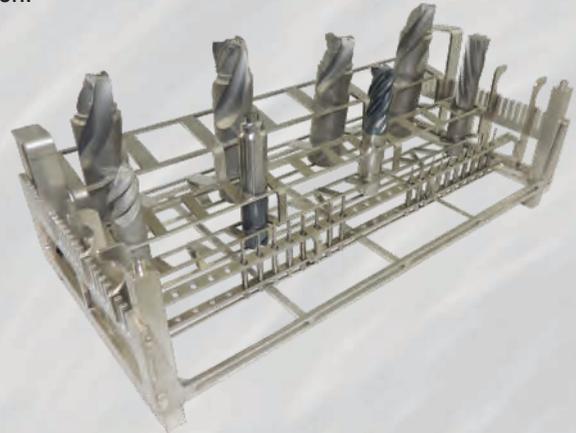
Modulares Haltersystem zur Reinigung und Entschichtung

CleX[®] für Schaftwerkzeuge

Flexible Halter zur Reinigung und Entschichtung von Schaftwerkzeugen.

Vorteile:

- Unterschiedliche Werkzeugdurchmesser können zusammen gereinigt und entschichtet werden
- Bis zu 150% mehr Werkzeuge pro Flächeneinheit im Vergleich zu konventionellen Systemen
- CleX[®] Trägerleisten können mit geladenen Werkzeugen gehandhabt werden
- CleX[®] Körbe sind stapelbar
- Leichtkonstruktion → Niedrige Abschattung
- Geringe Kontaktflächen → Keine Waschflecken
- Schräge Flächen → Guter Wasserabfluss
- Rostfreie Stahlkonstruktion → Hohe Temperaturbeständigkeit
→ Hohe Lebensdauer



CleX[®] für Wendeschneidplatten

Flexible WSP-Halter für minimale Handhabung bei Vor-, Nachbehandlung und Beschichtung.

Vorteile:

- Unterschiedliche WSP-Typen können zusammen gereinigt, beschichtet und nachbehandelt werden
- Für WSP mit Bohrungen
- **Ohne Umchargierung** können bis zu 500 WSP sequentiell **alle** der folgenden Prozesse durchlaufen:
 - Reinigung
 - Schneidkantenstrukturierung durch Nass-/Trockenstrahlen
 - Beschichtung
 - Polieren durch Nass-/Trockenstrahlen

Bei Nass-/Trockenstrahlen werden alle Seiten der WSP behandelt.

Für WSPs ohne Bohrung kann das TongS-System nur zur Beschichtung verwendet werden (siehe Seite 39).

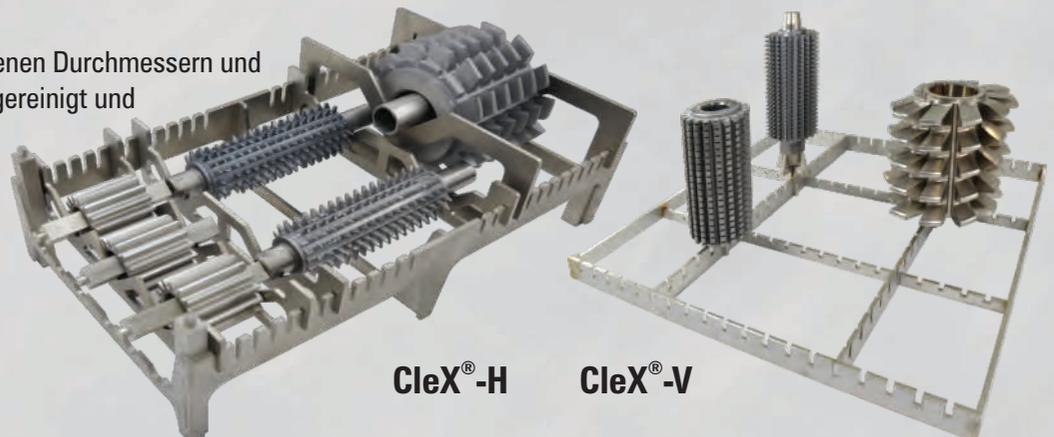


CleX[®] für Abwälzfräser

Flexible Halter zur Reinigung und Entschichtung von Abwälzfräsern.

Vorteile:

- Abwälzfräser mit verschiedenen Durchmessern und Längen können zusammen gereinigt und entschichtet werden
- CleX[®] Körbe sind stapelbar



CleX[®]-H

CleX[®]-V

CleX[®]: Clean Flexible

CleX[®] für Schaftwerkzeuge

CleX [®] Korb 330x160 mm	V111 2 Körbe/Ebene	V411 4 Körbe/Ebene	V1511 8 Körbe/Ebene
--------------------------------------	-----------------------	-----------------------	------------------------

CleX [®] Leisten	ø-Schaft mm	Tools/CleX [®] Leiste	Tools/CleX [®] Korb
CleX [®] -S-3	ø3	30	270
CleX [®] -S-5	ø5	26	234
CleX [®] -S-6	ø6	24	168
CleX [®] -S-8	ø8	20	140
CleX [®] -S-10	ø10	18	126
CleX [®] -S-12	ø12	16	112
CleX [®] -S-14	ø14	15	75
CleX [®] -S-16	ø16	13	52
CleX [®] -S-18	ø18	12	48
CleX [®] -S-20	ø20	11	44
CleX [®] -S-25	ø25	9	36
CleX [®] -S-32	ø32	7	28

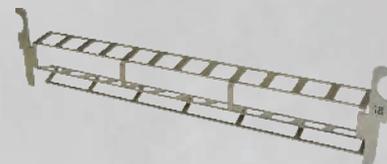
Zoll-Größen verfügbar auf Anfrage



CleX Korb



CleX[®]-S-3 Trägerleiste für ø3 mm



CleX[®]-S-18 Trägerleiste für ø18 mm

CleX[®] für Wendeschneidplatten

Für Satelliten ø143x380mm	Positionen	Optimiert für Schneidenlänge □ mm	für min. WSP- Bohrung Ø mm
CleX [®] -I-15R	15 mit Stützring	14	2.4
CleX [®] -I-15	15	14	3.7
			4.2
			5.2
			6.2
CleX [®] -I-18	18	18 x 8.5 9 x 19.0 6 x 29.5	3.7
			4.2
			5.2
			6.2



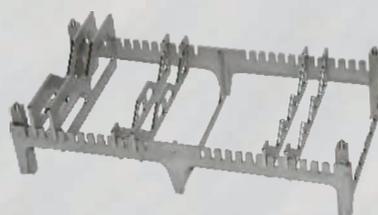
CleX[®]-I-15R

CleX[®]-I-15

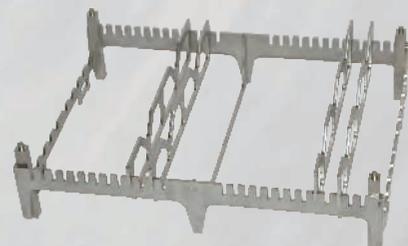
CleX[®]-I-18

CleX[®] für Abwälzfräser

CleX Körbe	Optimiert für
CleX-H: 330x160 mm	1 x ø 130
	2 x ø 65
	3 x ø 38
CleX-H-XL: 330x240 mm	1 x ø 170
	2 x ø 108
	3 x ø 70
CleX-V: 500x500 mm	flexibel



CleX[®]-H Abwälzfräserkorb



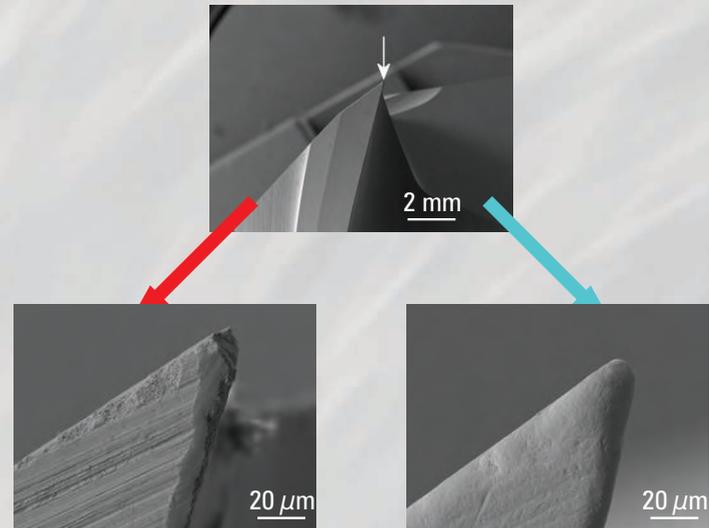
CleX[®]-H-XL Abwälzfräserkorb

Mikrostrukturierung von Werkzeugschneiden

Wieso Schneidenpräparation?

1. Hauptziel; Schneidenstabilität erhöhen
 - a. Stabile Schneidenform
Vermeiden von Schneidenausbrüchen
 - b. Stabile und niedrige Schneidenschartigkeit
Verringern von Reibung zwischen Werkzeug und Werkstück
 - c. Stabiles Material
z.B. Vermeiden von Kobalt-Leaching
2. Ohne Schneidenpräparation
 - niedrige Leistung
3. Verschiedene zu bearbeitende Materialien benötigen
 - unterschiedliche Schneidenvorbereitungen
4. Zu starke Schneidenpräparation
 - Leistung verringert sich abrupt
5. Optimale Schneidenvorbereitung kann
 - Leistung enorm steigern

Typische Schneidecke von einem High-End-Werkzeughersteller



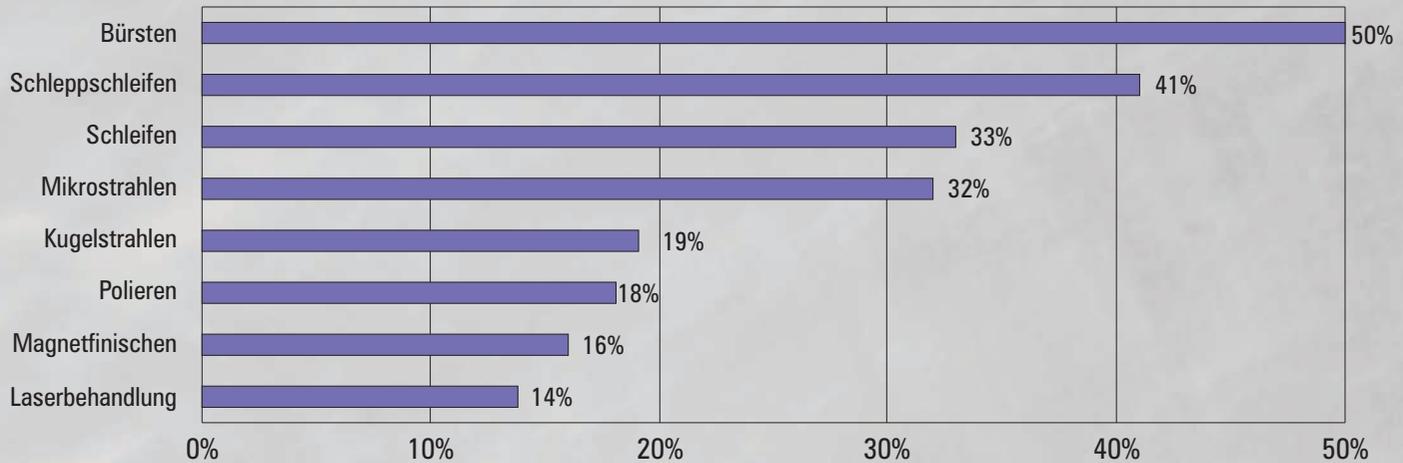
Methoden zur Schneidenpräparation

Kriterien / Eigenschaften	Bürsten	Schlepp-Polieren	Mikrostrahlen trocken	Mikrostrahlen nass	MagnetFinish
Qualität	⊕ gut	⊕ gut	○ mittel	⊕ gut	⊕ gut
Konstanz	⊕ gut	⊕ gut	○ mittel	⊕ gut	⊕ gut
Flexibilität	⬆ hoch	○ mittel	⊕ gut	⊕ gut	○ mittel
Produktivität	⊕ gut	○ mittel	○ mittel	⬆ hoch	⊕ gut
Preis	⬆ hoch	○ mittel	○ mittel	⬆ hoch	⬆ hoch
Standardmaschinen verfügbar	✓ ja	✓ ja	✓ ja	✓ ja	✓ ja
Nuten Polieren möglich	✓ ja	✓ ja	✓ ja	✓ ja	○ begrenzte Tiefe
Droplet-Entfernung möglich	✓ ja	✓ ja	✓ ja	✓ ja	✓ ja
Spezielle Eigenschaften	Unabhängige Behandlung für alle Schneiden möglich	Schwierig für mikro und sehr grosse Werkzeuge	Restmaterial an der Oberfläche	Kein Restmaterial, hoher Luftverbrauch	Besonders für Mikrowerkzeuge, Entmagnetisierung nötig



Mikrostrukturierung: Warum und wie?

Welche Methoden werden wie und wie oft verwendet?



Quelle: IWF, Berlin, Deutschland

Vergleich verschiedener Mikrostrukturierungsmethoden

Werkzeug	Bürsten MET-6	Schleppscheifen 4-Tools (3-rot.)	Trockenstrahlen TR110	Nassstrahlen Compact II+	Magnetfinischen MF 62CA
Bohrer					
Nur Spitze	A1	C	B3	B2	A1
Spitze und Flanke	A1	A1	A3	A2	A1
Stufen	A1	A1	A3	A2	C
Nuten	A1	A1	A3	A2	C
Alles individuell	A1	C	C	C	C
Schafffräser					
Nur Flanke	A1	C	C	C	A1
Spitze und Flanke	A1	A1	A3	A2	A1
Kugelspitze	A1	A1	A3	A2	B1
Wendeschneidplatten					
Mit Bohrung	B1	B1	A3	A2	B1
Ohne Bohrung	B1	C	A3	B2	C
Wälzfräser					
Mit Bohrung	B1	B1	A3	A2	C
Ohne Bohrung	B1	C	A3	A2	C
Grösster Vorteil	Hohe Flexibilität	Glatte Oberfläche	Einfache Beladung	Einfache Beladung	Flexibilität für Zerspanwerkzeuge
Grösste Einschränkung	Lange Einrichtung	Manuelles Spannen	Grobe Oberfläche	Wartung	Preis

Möglich:

A	ja
B	mit Schwierigkeiten
C	nein

Surface:

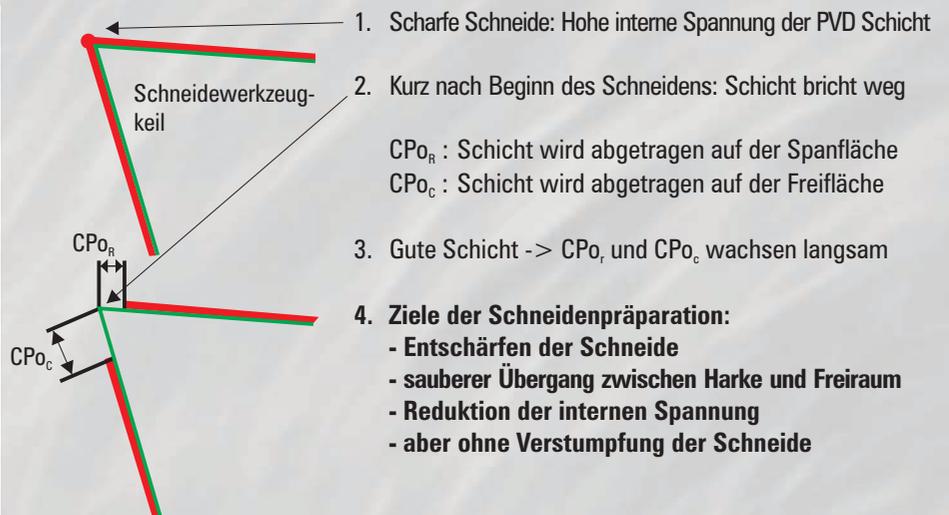
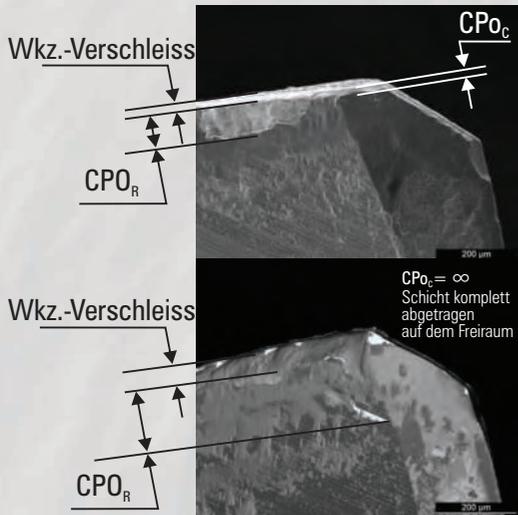
1	glatt
2	grob
3	sehr rau

Empfehlung:

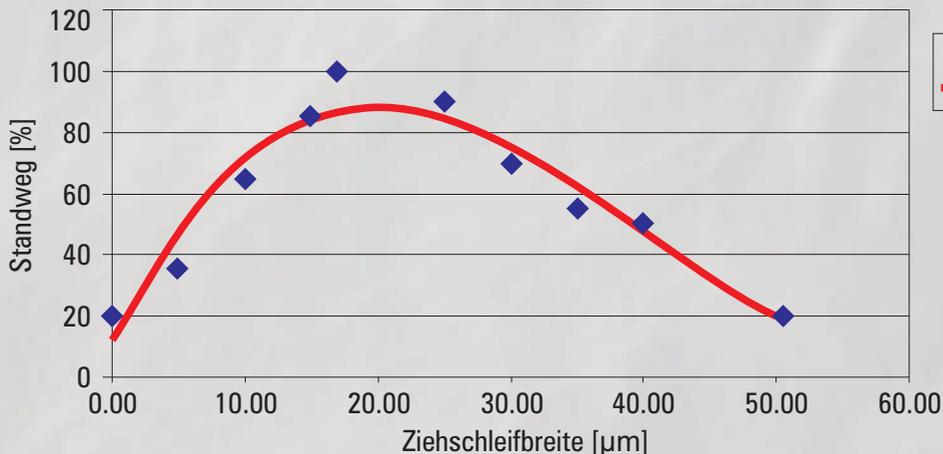
	am besten
	Alternative
	nicht empfohlen

Anwendungen

Ziel der Schneidenpräparation



Einfluss der Schneidenpräparation beim Fräsen von hochlegiertem Stahl

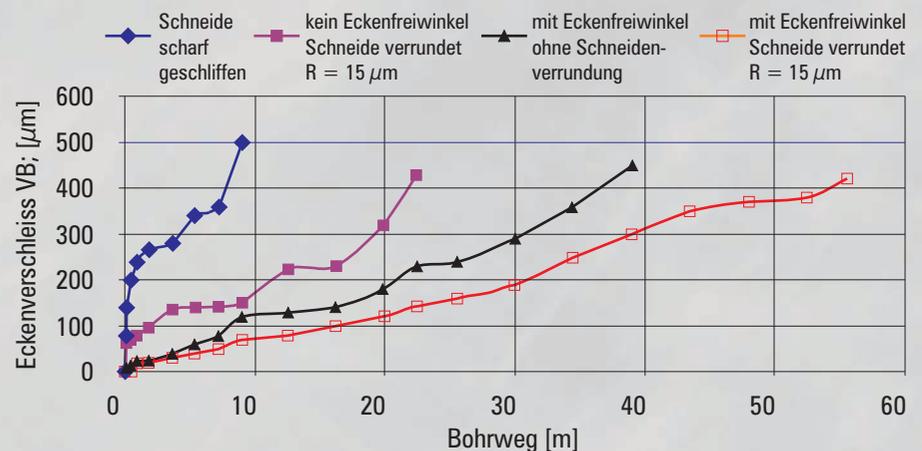


Material: 1.2379 - X155CrVMo12-1 - Schaftfräser: nACRo beschichtet - d=10mm, z=4, ae=0.25 x d - ap=1.5 x d - vc=150 m/min - fz=0.05 mm/z - Gemessen von: GFE, Schmalkalden, Deutschland

Bohren



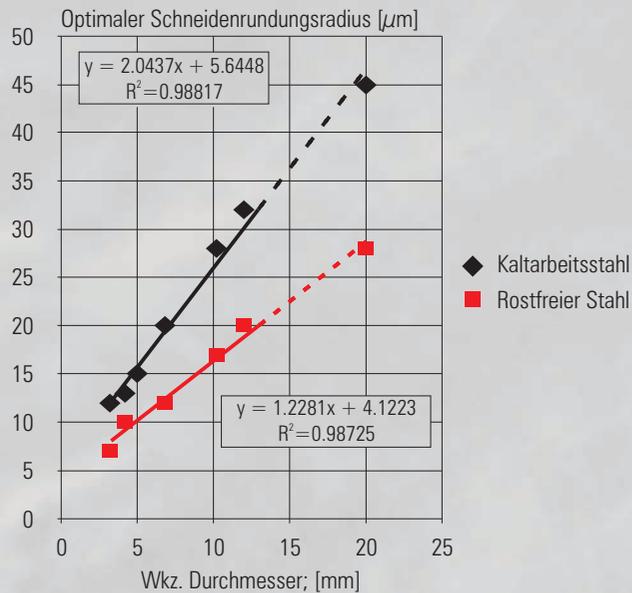
Einfluss der Schneideckenvorbehandlung auf die Werkzeugleistung



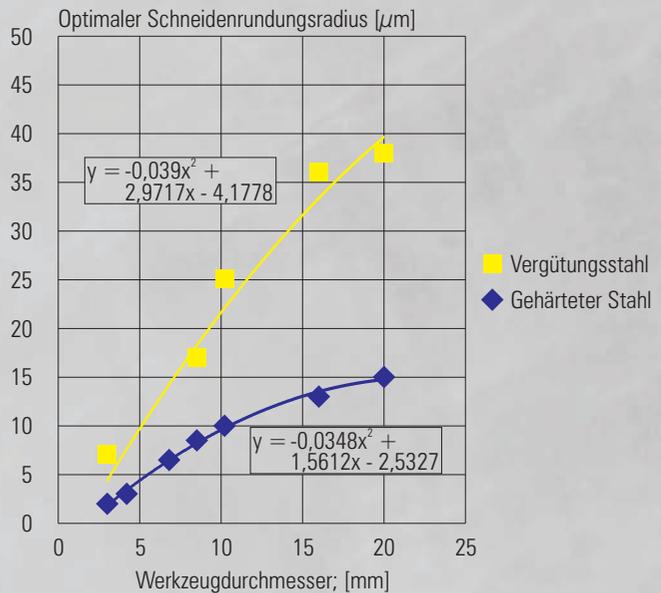
Werkstückmaterial: Kaltarbeitsstahl - 1.2379 - X155CrVMo12-1 - HRC22 - Sackbohrungen VHM-Bohrer mit nACo-Schicht: d=5 mm - vc=75 m/min - fz=0.15 mm/z - ap=15mm - Trockenluftkühlung

Schneidenpräparation

Schneidenvorbereitung für Bohrer



Schneidenvorbereitung für Schafffräser



Die optimalen Schneidenrundungswerte wurden in Zusammenarbeit mit GFE, Schmalkalden ausgearbeitet

Schneidenpräparation nach dem Beschichten

- Die Schneiden sind nach dem Beschichten "verrundet"
- Die Schicht ist um die Schneiden herum entfernt
- Die Schneide ist "freigestellt"

Vorteile der Schneidenvorbereitung nach dem Beschichten:

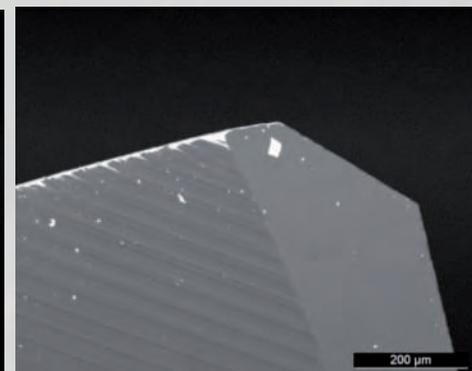
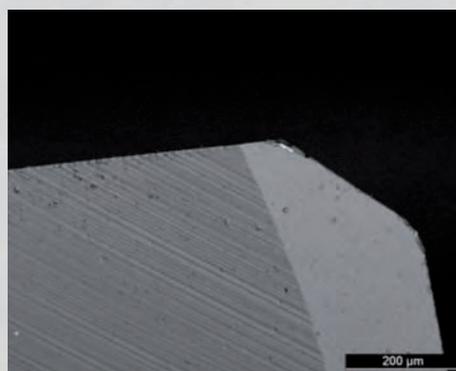
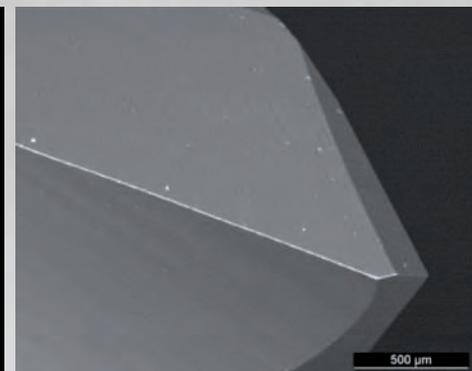
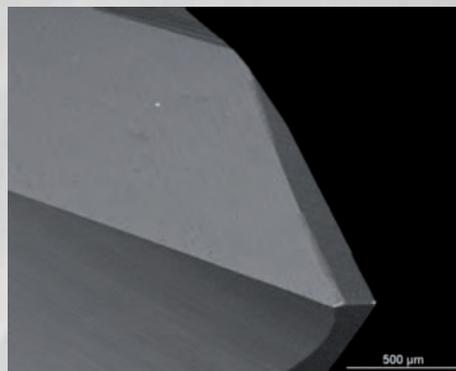
- Schneidenrundung &
- Droplet-Entfernungen in einem Schritt
- Ausbrüche von Schichten + HM können verhindert werden
- Eliminierung des Antenneneffekts

Nachteile der Schneidenvorbereitung nach dem Beschichten:

- Unterbruch der Schichtstruktur auf langen Oberflächenlinien
- Sofortiger voller und direkter Kontakt der Schneide und des Werkstückmaterials
- Niedrigere Hitze- und Chemikalien-Isolation
- Niedrige Schichtdicke nahe der Schneide
- Volle Schichtstruktur beginnt weit weg von der Schneide
- Grösserer Schneidenradius (z.B. für Schruppen) erzeugt grössere Flächen ohne Schicht
- Erweckt den Eindruck einer mangelhaften Beschichtung

beschichtet

Schneiden sind "freigestellt" behandelt nach dem Beschichten



Bürsten

Für Vor- und Nachbehandlung von Werkzeugschneiden

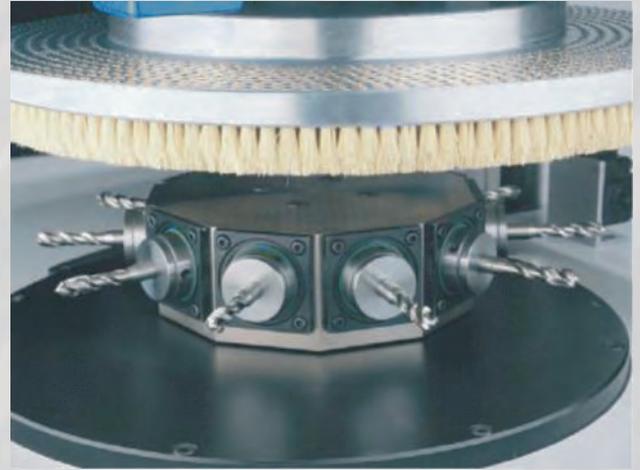
Bürsten mit 5 Achsen CNC-Maschine



Für flexiblen Einsatz

Quelle: MET, Cleveland, USA

Bürsten mit 2 Achsen CNC-Maschine



Einsatz in der Serienproduktion

Quelle: Gerber, Lyss, Schweiz

Die 5 Achsen

Werkzeug:

1. X-Achse: Horizontale Bewegung
2. A-Achse: Rotation um die Werkstückachse

Bürste:

3. Y-Achse: Querachse (Offset)
4. Z-Achse: Vertikale Bewegung (Zustellachse)
5. C-Achse: Schwenkachse (um Z)

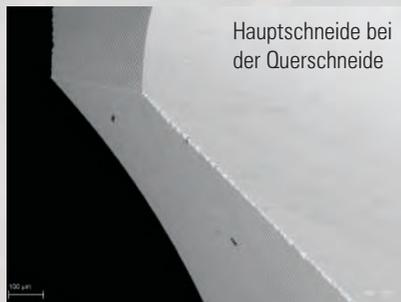
Vorteile

- Flexibilität
- Individuelle und unabhängige Schneidenbehandlung für
 - Spanfläche / Freifläche,
 - Querschneide
 - Eckphase
 - Stufenbohrerschneiden
 - Rundphase
- Verschiedene (dedicated) Schneidenbehandlungsgeometrien
 - rund
 - Wasserfall
 - umgekehrter Wasserfall (Trompete)
- Nuterkennung und Werkzeugausrichtung
- Explizite Nutenpolierung
- Optionales Magazin für automatische Beladung

Einschränkungen

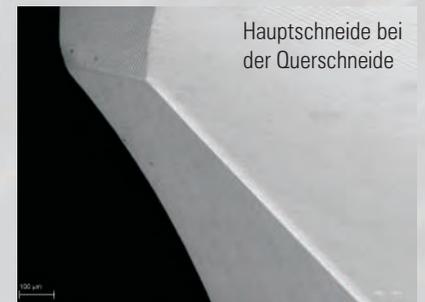
- Ersteinrichtung für neues Werkzeug braucht mehr Zeit

HM-Stufenbohrer nach dem Schleifen



Hauptschneide bei der Querschneide

Nach dem Bürsten



Hauptschneide bei der Querschneide



Hauptschneide bei der Schneidecke



Hauptschneide bei der Schneidecke

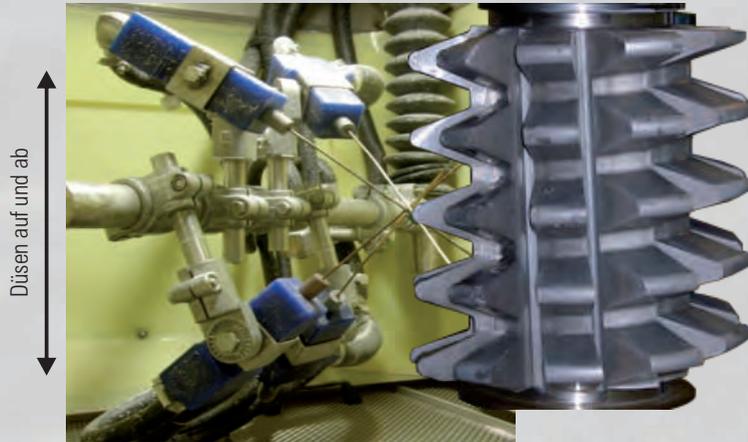
Modulare Softwareroutinen und Werkzeughalterungen

Für:

- Bohrer, Stufenbohrer
- Reibahlen
- Schaftfräser, Kugelkopffräser
- Abwälzfräser
- Wendeschneidplatten
- Gewindebohrer, -former

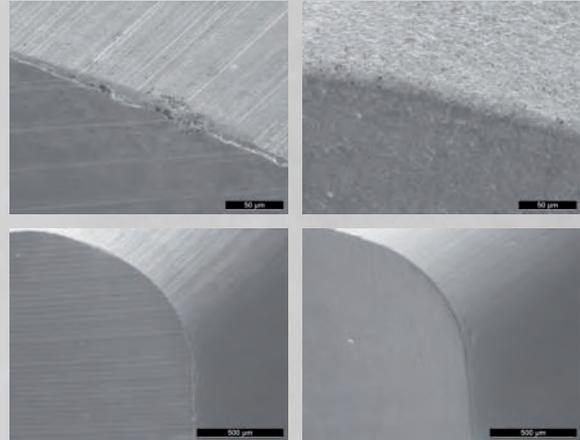
Mikrostrahlen

Arbeitsprinzip und -resultate



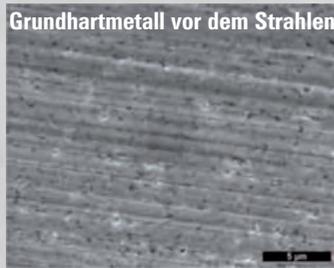
Nach dem Schleifen

Nach dem Mikrostrahlen

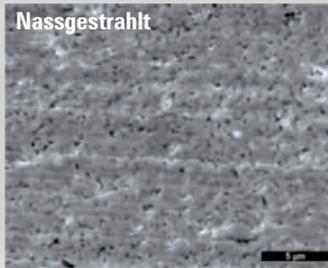


Vergleich von Nass- und Trockenmikrostrahlen

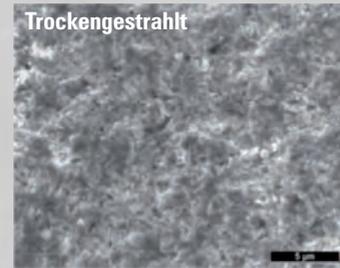
Grundhartmetall vor dem Strahlen



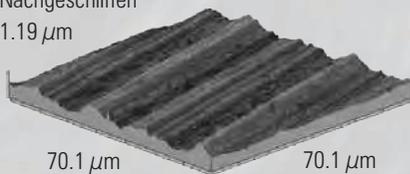
Nassgestrahlt



Trockengestrahlt



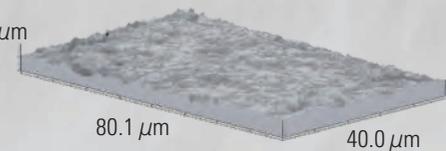
Nachgeschliffen
1.19 µm



0.515 µm



1 µm

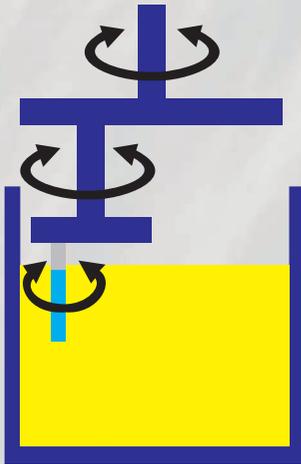


Vergleichsbeispiel	Nass	Trocken
Oberflächenrauheit	$S_a = 0.05 \mu\text{m} - S_z = 0.32 \mu\text{m}$ leicht glänzende Oberfläche	$S_a = 0.11 \mu\text{m} - S_z = 1.14 \mu\text{m}$
Restmaterial nach dem Strahlen	Gefahr durch Kobalt-Leaching wegen des Wassers	Verschmieren des Restmaterials
Schichthaftung	HF1	HF1
Kantenrundung	Besser zu steuern	Schwierig zu steuern
Korngrösse	Mesh 320 (50 µm) Mesh 400 (37 µm) Mesh 500 (30 µm)	grob, für Kantenrundung mittel, für Oberflächenaktivierung fein, fürs Polieren
Typische Mikrostrahlzeit [min] für Walzenstirnfräser ø80 mm - R=10 µm	3	6
Wichtigste Merkmale	<ul style="list-style-type: none"> Vorreinigung nicht nötig Trocknen nach Strahlen nötig Schwierige Reinigung bei unterbrochener Arbeit Höherer Preis – enormer Luftverbrauch 	<ul style="list-style-type: none"> Vorreinigung nötig Kein Trocknen nach Strahlen Einfache Handhabung nach unterbrochener Arbeit Niedrigerer Preis – hoher Luftverbrauch

Schleppscheifen

Arbeitsprinzip und -resultate

Die Werkzeuge werden in einen Planetenantrieb eingespannt. Sie werden in das Prozessmedium geschoben. Die automatische Rotation der Werkzeuge garantiert homogene Schneidenrundung aller Schneiden.



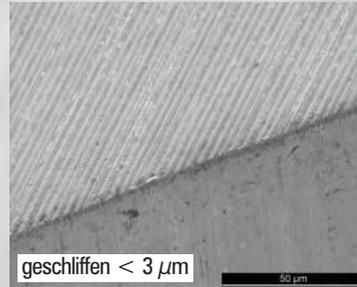
Vorteile

- Zuverlässiger Prozess
- Hohe Reproduzierbarkeit
- Nutzenpolieren

Einschränkungen

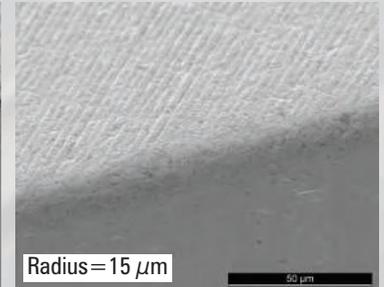
- Unflexibles Spannsystem
- Spannkopf muss für homogene Beladung voll sein
- Relativ lange Prozesszeit

vorher



geschliffen <math>< 3 \mu\text{m}</math>

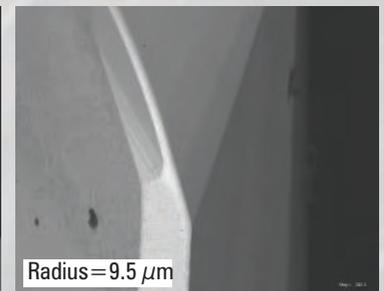
nachher



Radius = $15 \mu\text{m}$

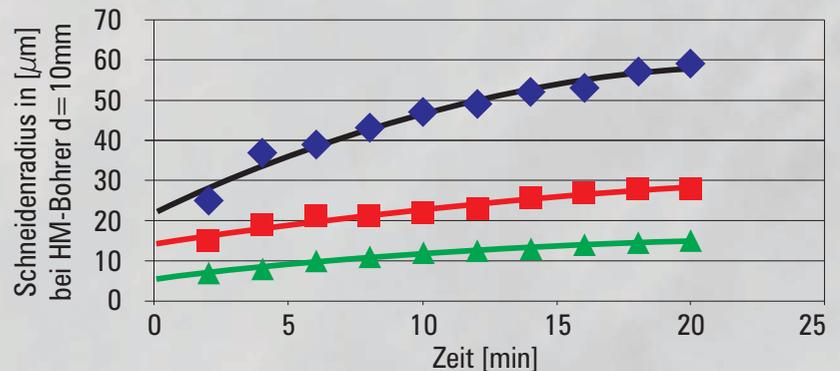


geschliffen = $3 \mu\text{m}$



Radius = $9.5 \mu\text{m}$

- ◆ Al₂O₃ mit SiC
- SiC: Silikonkarbid
- ▲ Walnussgranulat mit SiC



Prozessmedium

Komposition	Schneidenrundung	Polieren
Walnuss + SiC	HM (+HSS)	Standardschichten
Keramik 1 + SiC	HM (+HSS)	Superharte Schichten

Quelle: OTEC, Straubenhardt, Deutschland

Gleitschleifen

Ausziehbarer Beladeschlitten für das Aufstellen an der Wand

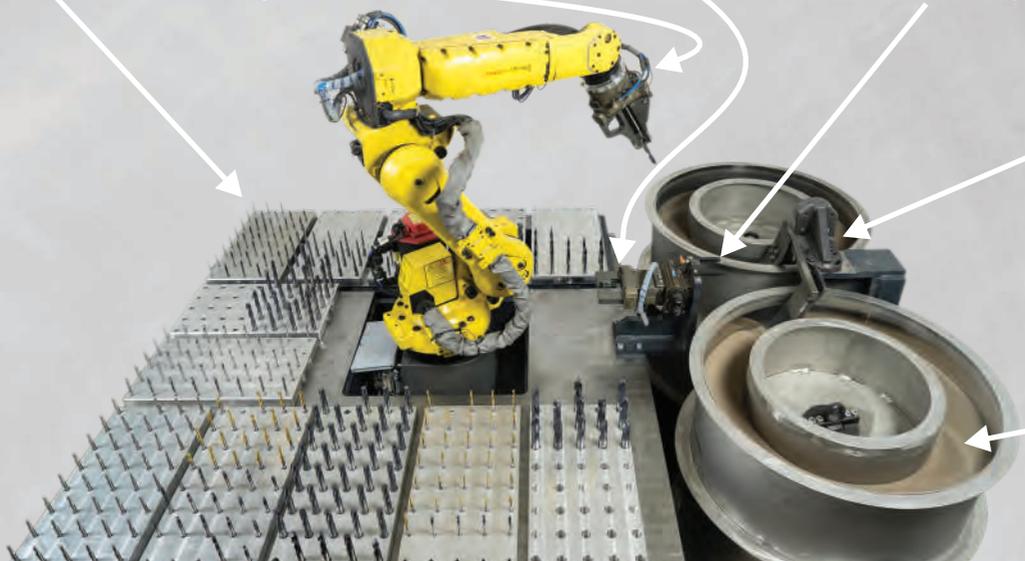
3-Backengreifer für \varnothing 3 – 20 mm mit automatischer \varnothing -Erkennung max. Länge 200 mm

Parallelgreifer mit Schwenkeinheit zum Umgreifen der verschiedenen \varnothing in unterschiedlichen Prismen

Sensor zur Bestimmung der Eintauchtiefe und zur Werkzeugbrucherkennung

Behälter 1: Mit Granulat zum Glätten

Behälter 2: Mit Granulat zur Schneidkantenverrundung oder zum Polieren



- Auswechselbare arretierte Paletten \varnothing 3 - 20 mm
- Automatischer Wechsel zur nächsten Palette, auch bei Teilbestückung oder Stückzahl 1
- Einfache Programmierung über Fanuc Roboter Panel
- Einstellbare Geschwindigkeit, Dauer und Eintauchtiefe je Palette

- Stufenlos regelbarer Antrieb rechts / links
- Bearbeitungszeit: \sim 2 min / Werkzeug
- Automatische Schneidkantenrundung und -polierung \sim 2 min / Werkzeug

Sonderausstattungsoptionen:

- Sonderpaletten
- Sondergreifer
- Sondersoftware

Quelle: Gabo-Tec GmbH, Böbingen, Deutschland

Pulspolieren von OTEC

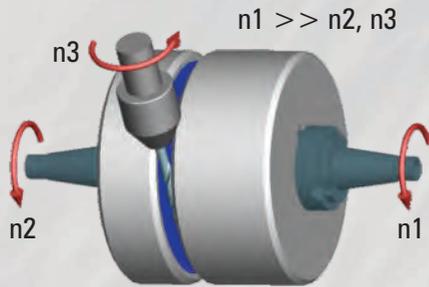


Die SF-Gleitschleif-Technologie führt Entgraten, Verrunden und Polieren in einem Schritt durch. Sie kann optional mit Pulspolieren erweitert werden. Dabei wird die Drehrichtung des Werkstückes periodisch geändert. In Abhängigkeit vom Anforderungsprofil kann die Maschine optional mit automatischen Beladungseinheiten versehen werden. Die typischen Anwendungsgebiete der Maschine liegen beim Polieren von Maschinenbauteilen, Gewindebohrern, Formwerkzeugen und Einspritzmodulen.

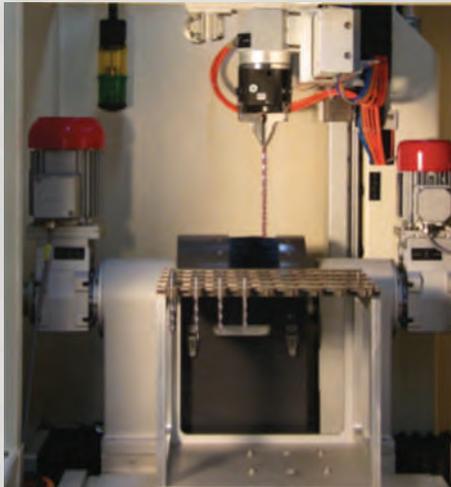
Quelle: OTEC GmbH, Straubenhardt, Deutschland

Magnetfinischen

Arbeitsprinzip und -resultate



Der Magnetfinish-Prozess basiert auf der Bewegung zweier rotierender Magnetscheiben, die haftendes, abrasives Pulver tragen. Das Pulver klebt an der flachen Seite der magnetischen Scheiben und fungiert als dicke elastische Masse, welche die Form des zu behandelnden Werkzeuges annimmt. Der Polierabtrag resultiert aus der Bewegung der abrasiven Masse gegen die Werkzeugoberfläche. Durch die hohe Geschwindigkeit dieser Bewegung ist die Oberflächenbehandlung sehr intensiv.



Vorteile

- Einfache, automatische Verarbeitung
- Gut für kleine Mengen, keine Dummies nötig
- Kurze Prozesszeit
- Kühlkanäle der Bohrer bleiben sauber
- Entgratung möglich ohne Schneidenrundung
- Konsistente Qualität über Werkzeuglänge
- Hohe Wiederholbarkeit durch konstante Abtragung

Einschränkungen

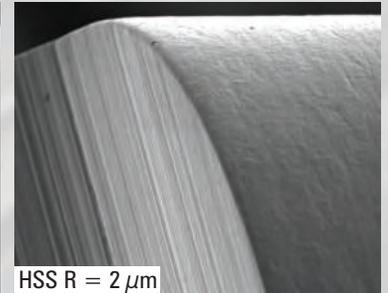
- Werkzeugdimensionen: 0.1 – 25 mm
- Polieren von Nuten und Bohrungen bis zu \varnothing 12 mm
- Nach Magnetpolieren Entmagnetisierung der Werkzeuge notwendig

vorher



HSS scharf mit Grat

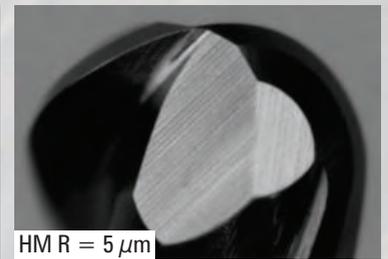
nachher



HSS R = 2 μ m



HM scharf geschliffen



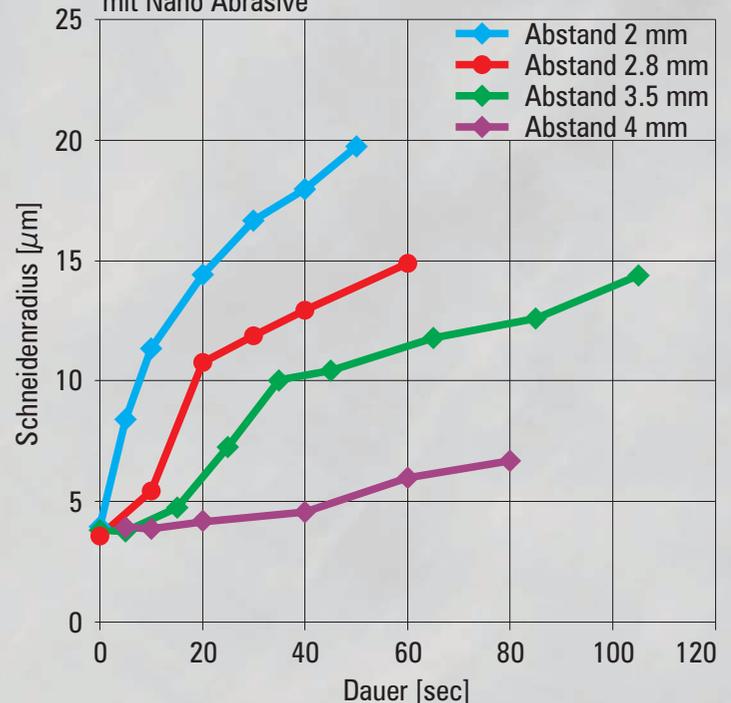
HM R = 5 μ m

Quelle: Magnetfinish GmbH, Schweiz

Prozessmedium

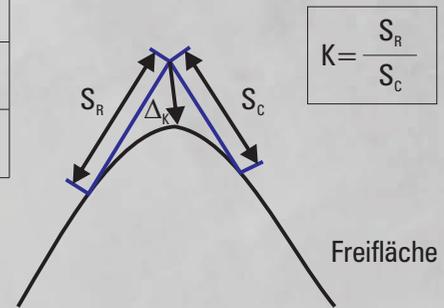
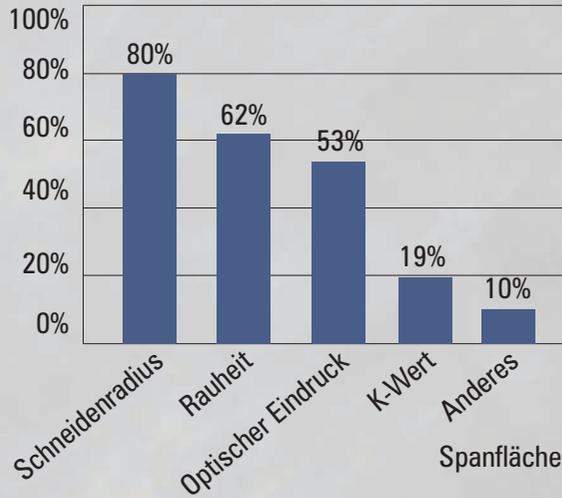
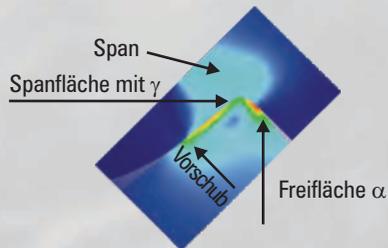
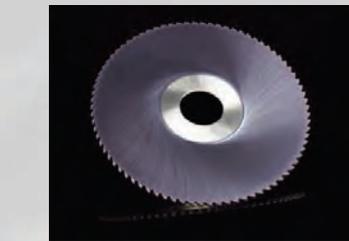
Abrasiv-Pulver	Schneidenrundung	Polieren
Mediumkörnig	HSS	Standardschichten
Grosskörnig	HM	
Nanokörnig	HM, PCD, CBN	Superharte und DLC Schichten

Schneidenrundung des HM-Bohrers $d=2.5$ mm mit Nano Abrasive



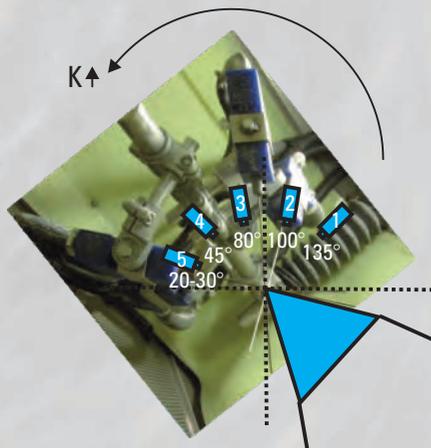
Einfluss der Schneidenform

Wichtigkeit der geometrischen Schneidenparameter



Quelle: IWF, Berlin, Deutschland

K-Faktor und dessen Einfluss auf die Anwendung



tendiert zur Spanfläche $K > 1$
"Trompete"

symmetrisch $K = 1$

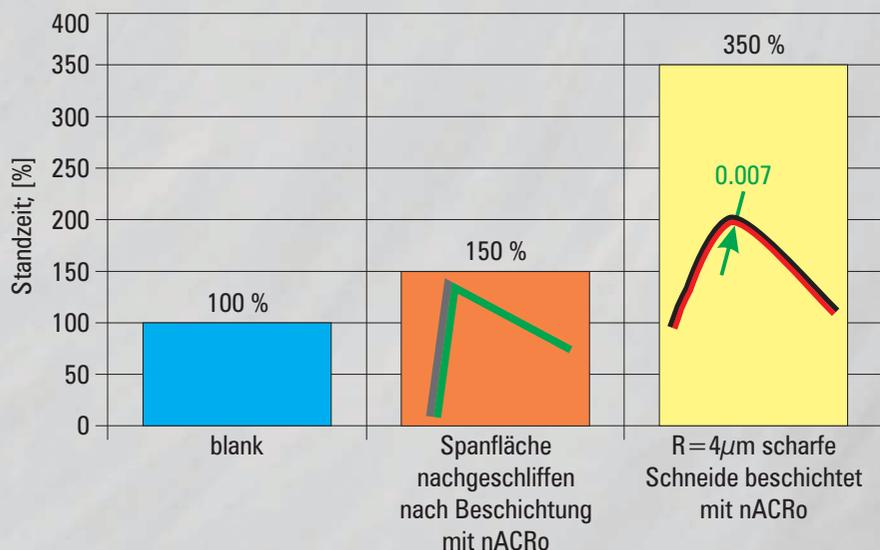
tendiert zur Freifläche $K < 1$
"Wasserfall"



für grosse Spantiefen,
zum Schruppen

für niedrige Spantiefen,
zum Schlichten

Schneidenpräparation erhöht Werkzeugleistung sogar für HOLZZERSPANUNG



Optische 3D Messung von Schneidkanten

Zwei unterschiedliche Methoden zur kontaktlosen und zerstörungsfreien Messung von Schneidkanten.

Alicona Messsysteme

Fokus-Variation:

Ein hochauflösendes, flächenbasiertes Verfahren, welches die Funktionalitäten eines Rauheitsmessgeräts und eines Koordinatenmesssystems kombiniert. Die eingesetzte Technologie bietet eine hohe Stabilität gegen Fremdlicht und Vibrationen.



Alicona EdgeMaster mit spezieller Halterung von PLATIT

Quelle: Alicona, Graz, Österreich

2 x 2 x 25 mm ^{3*}
3 μm*
Ja
Ra, Rz, Rq, Rp, Rv
Einfach und wiederholbar
Keil-, Frei-, Spanwinkel, Fasenlänge etc.
Möglich
Automatisch
Ja
Ra, Rz, etc. + Sa, Sz, etc.

*je nach Objektiv

LMI-GFM Messsystem

Streifenlichtprojektion:

Ausgerichtete, fokussierte Lichtstrahlen werden auf die Schneidkante projiziert. Diese werden von einer CCD-Kamera aufgenommen und mit dem ausgegebenen Licht verglichen um die Kantenradien auszurechnen.



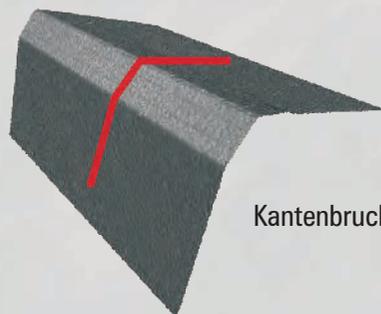
LMI MicroCAD

Quelle: LMI, Vancouver, Kanada

Messvolumen	1.6 x 1.2 x 0.8 mm ^{3*}
Min. Kantenradius	5 μm
K-Faktor	Ja
Schartigkeit	Ra
Wz-Positionierung	Limitiert
Werkzeuggeometrie	Nein
Benutzerdefinierte Parameter	Nein
Ausbrüche und Verschleiss	Nein
Formabweichung	Ja
Oberflächenrauheit	Nicht möglich



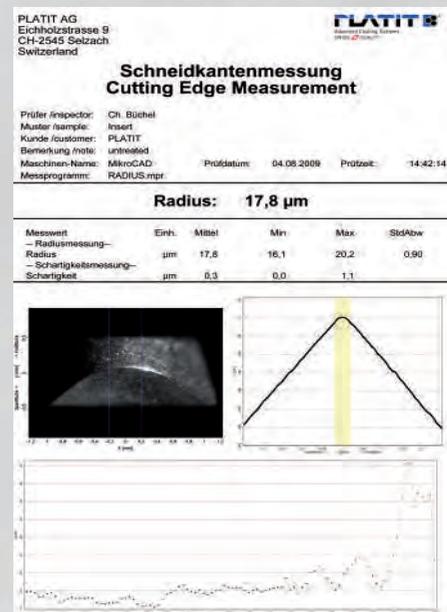
Schartigkeit und Ausbrüche



Kantenbruch



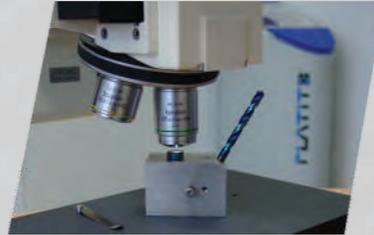
Rauheit



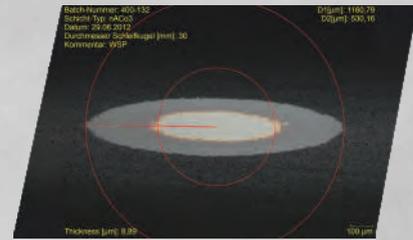
Qualitätskontrolle PQCS

Bildverarbeitungssystem

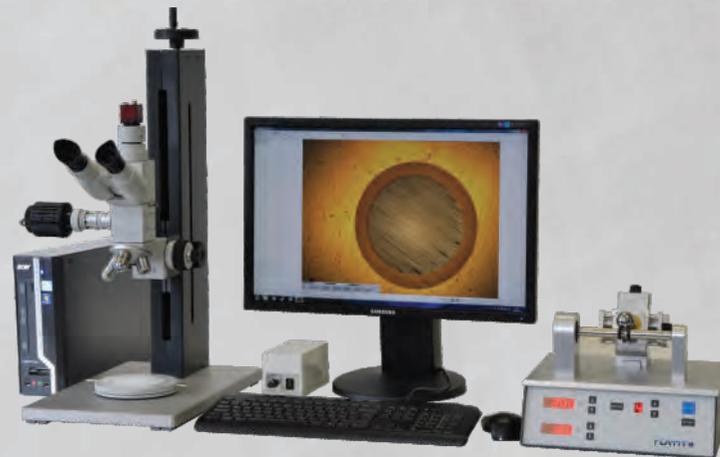
- Mikroskopische Analyse an Testplatten und an Werkzeugen
- Schichtdickenmessung durch Kalotest an Testplatten und an Werkzeugen
- Haftungsauswertung durch Rockwell-Test



Messung



Kalo, gemessen auf Werkzeug



Platit Quality Control System (PQCS)

- Einfaches User-Interface
- Beschichtungsbericht-Generierung, Schritt für Schritt
- Automatische Datenbankeinträge nach "Beschichtungsbericht" Generierung und Links zu:
 - Chargenfoto
 - Kalobild
 - Rockwell-Bild
 - Beschichtungsbericht
- Bericht Nr. (mit Link zum Bericht)
- Tester, Datum, Beschichtungsanlage
- Chargen-Nr. (mit Link zum Chargenfoto)
- Gemessene Substrate, Substratmaterial
- Schicht
- Härte vor und nach dem Beschichten [HRC]
- Schichtdicke [μm] (mit Link zum Kalobild)
- Haftungsklasse [HF] (mit Link zum Rockwell-Bild)
- Kunde, Kontakt
- 5 anwenderdefinierte Textfelder z.B.
 - Vorbehandlung
 - Nachbehandlung
 - verwendete Halterungen
 - ...
- 5 anwenderdefinierte Nummernfelder z.B.
 - Positionen spezieller Substrate auf Karussell
 - ...

Coating Report

Tester:	Dieder Cuche	Report no.:	25
Date of measurement:	7/23/12	Customer:	Power Tools
Coating unit:	P111-006	Contact:	Jack Taylor
Batch no.:	12-07-20-09-45	Order confirmation number:	AF002345
Measured substrate:	Testpiece		
Substrate material:	HSS		
Coating:	taCo2		

Kalo parameters:	KaloMAX	Hardness:	Rockwell C
Grinding time:	25 s	before coating:	65.4 HRC
Grinding speed:	400 min-1	after coating:	65.2 HRC
Grindball diameter:	30 mm		
Diamond suspension quality:	0.50 μm		

Grinding image	Rockwell indentation
Thickness total: 2.04 μm	Adhesion class: HF1

Comments:

Signature: _____

Quality Control System Description
 Measurement system with metallurgical microscope and measurement software module. Thickness control test according to "ENV 1071 Part 2".
 Rockwell indenter according to standard DIN EN ISO 6508 (Rockwell). Adhesion control test in accordance with VDI-R 3198, paragraph 5.4 (Substrate hardness > 64 HRC, Coating thickness < 5 μm).

Page 1 of 1

Scratch-Tester



Scratch-Tester mit konstanten Lasten zum Testen in der Produktion (go or no go)
Quelle: BAQ, Braunschweig, Deutschland



Scratch-Tester für Laboranalysen
Quelle: Anton Paar, Graz, Österreich

Methode

- Lineares Ritzen eines Prüfstückes mit aufgebrachtener Last zur Charakterisierung der Schichthftung
- Der Diamant des Ritztestes ist derselbe wie der Diamant im Rockwell-Prüfstempel
- Der Ritztester bietet drei Wege zum Aufbringen der Last:



Quelle: CSM Instruments, Peseux, Schweiz

Einschränkungen

- Analyse der Kratzer auf einem externen Mikroskop
- Flacher Untergrund nötig
- Länge des Kratzers: 0 – 30 mm
- Belastungsbereich: 0 – 200 N (für harte Schichten)

Röntgen-Spektrometer



Vorteile

- Zerstörungsfreie Messung der Schichtdicke
- Zerstörungsfreie Messung der Zusammensetzung
- Zerstörungsfreie Messung von Kobalt-Leaching

Einschränkungen

- Al (Element 13) und Si (Element 14) nachweisbar
- Messkammergröße (L x B x H): 360 x 380 x 240 mm

Methode

- Röntgenstrahlen animieren das Substrat zur Emission von Röntgen-Fluoreszenz
- Die Analyse konzentriert sich auf einen kleinen Punkt von $0.3 \mu\text{m}$
- Die Durchbruchtiefe ist ca. $40 - 50 \mu\text{m}$ (für HSS)



Quelle: Fischer, Sindelfingen, Deutschland

Oberflächenanalyse mit AFM

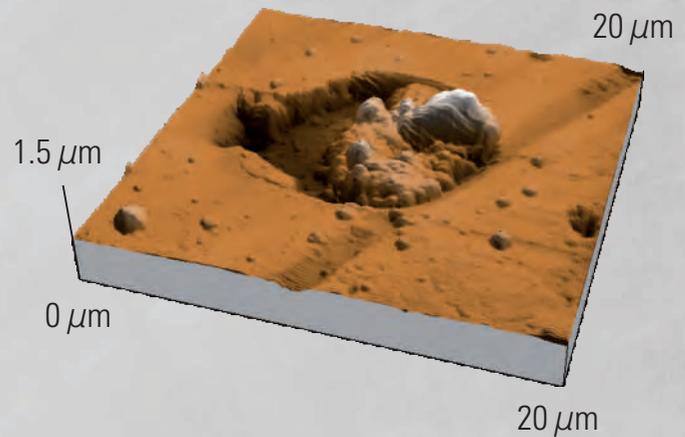
Methode

- Atomic Force Microscopy (AFM)
- Statische und dynamische Messmethoden
- Angeschlossen an optisches Mikroskop (z.B. dem PLATIT-Qualitätskontrollsystem PQCS) oder als Einzelgerät



Hersteller: Nanosurf AG, Liestal, Schweiz

Fehleranalyse auf Hartschichtoberfläche mit AFM



Vorteile

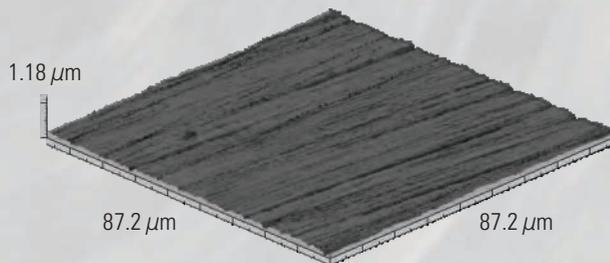
- Hochauflösende 3D-Daten der Schichtoberfläche
- Nahtlose Integration in eine optische Analyse
- Leicht bedienbarer, robuster Scanner
- Automatisierte Berichte und Beispiel-Akzeptanz-/Ablehnungs-Regeln

Einschränkungen

- Max. Scanbereich (XY): 70 / 110 μm
- Max. Höhenbereich (Z): 22 μm
- Auflösung (XY / Z): 1.7 nm / 0.34 nm
- Typischer Rauschpegel: 0.4 nm (0.55 nm max.)

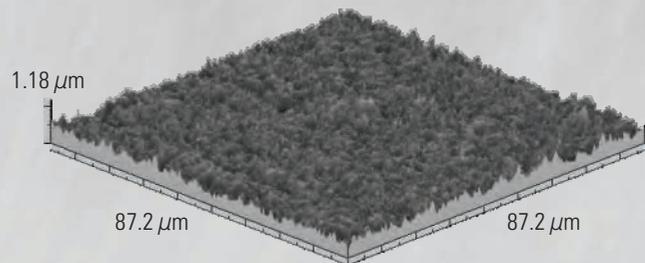
Typische Oberflächenstrukturen und Grobheit, gemessen mit AFM

Nach dem Schleifen



$$Sa = 0.019 \mu\text{m} - Sz = 0.28 \mu\text{m}$$

Nach EDM



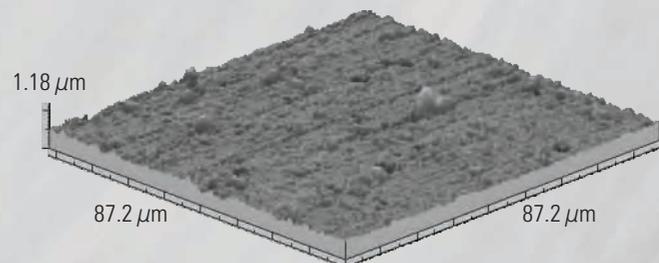
$$Sa = 0.073 \mu\text{m} - Sz = 0.86 \mu\text{m}$$

Nach (Schleifen + Nassstrahlen)



$$Sa = 0.076 \mu\text{m} - Sz = 0.76 \mu\text{m}$$

Nach (AlCrN Schicht + Nassstrahlen)



$$Sa = 0.039 \mu\text{m} - Sz = 0.10 \mu\text{m}$$

Zusätzliche Handhabungsgeräte

FL380 Lift

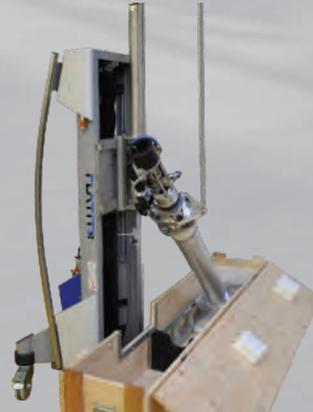
Karussellaustausch



Kathoden-
austausch



Gabelstapler für einfachen Transport geladener Karusselle und Kathoden zu und von der Beschichtungsanlage. Kompatibel mit den Maschinen der π Serie.



Entnahme der π^{1511}
Kathode aus der Holzbox
für Kathodenwechsel

Kathodentische

Für korrektes, vertikales Halten und Lagern von LARC und CERC Kathoden.

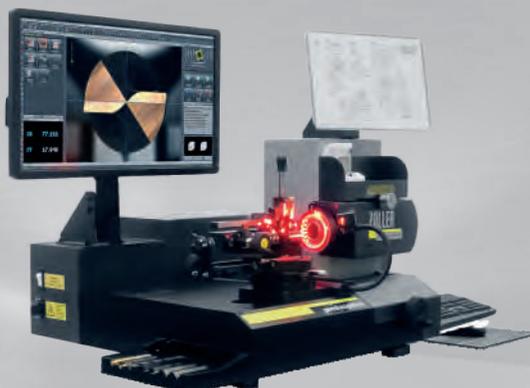


3+1 Turm

4+4 Turm

für π^{1511} Kathoden

Werkzeug-Prüfgerät



- Werkzeugkontrolle und -messung vor und nach dem Beschichten
- Automatische Schneidentifikation
- Automatische Messprozesse in Abhängigkeit der Werkzeuggeometrie
- Verschleissmessung beim Werkzeugtesten
- Erstellung von kompletten Werkzeugzertifikaten

Quelle: Zoller GmbH, Pleidelsheim, Deutschland

zum erweiterten PVD-Betrieb

Kühlboxen



CB411 und CB1011
für $\pi 411$, $\pi 1511$, und $PL 1011$

Sicheres Kühlen der Werkzeuge direkt nach dem Beschichten. Um die Kühlung zu beschleunigen sowie zum Entfernen von Staub und Schichtresten. Die Werkzeuge und Karusselle werden mit komprimierter Luft bestrahlt.

Entgasungsofen



DE400
für $\pi 411$ PLUS

Gelötete Verbundwerkzeuge, Maschinenkomponenten, Matrizen und Gesenke, hergestellt aus einfacheren Stählen, können Elemente enthalten, deren Abgase die Beschichtungskammer beschädigen. Die Verdampfungsdrücke der häufig in Lotwerkstoffen enthaltenen Elemente Zink und Cadmium sind höher als die Beschichtungsprozessdrücke. Infolgedessen beginnen diese Elemente während des Beschichtungsprozesses bereits bei sehr niedrigen Temperaturen zu verdampfen. Das kann zu schwer entfernbaren Verunreinigungen der PVD-Anlage, Poren im Lot und schlechter Haftung der Schicht führen.

Somit sollte diese Art von Substraten in einem separaten Entgasofen entgast werden, bevor sie in der PVD-Anlage beschichtet werden. Der Entgasofen behandelt das Substrat bei einer höheren Temperatur als die maximal erreichte Temperatur während eines Beschichtungsprozesses der Beschichtungskammer. Die entgasten Materialien werden in der Kältefalle der Tür gesammelt, welche nach dem Entgasprozess mechanisch gereinigt werden kann.

Polieren für extrem glänzende Oberflächen



Die PolishPeen 770 ist eine Polierstrahlanlage mit Injektor in der Strahlenpistole. Als Poliermedium wird ein spezielles Granulat verwendet.

Der Vorgang ermöglicht Spiegelfinishen für unregelmässige Werkzeugformen, Stanzen, Matrizen, Nadeln und kleine Gesenke.

Quelle: Ipeco AG, Höri, Schweiz

Ölfreie Mini-Dampfstrahler

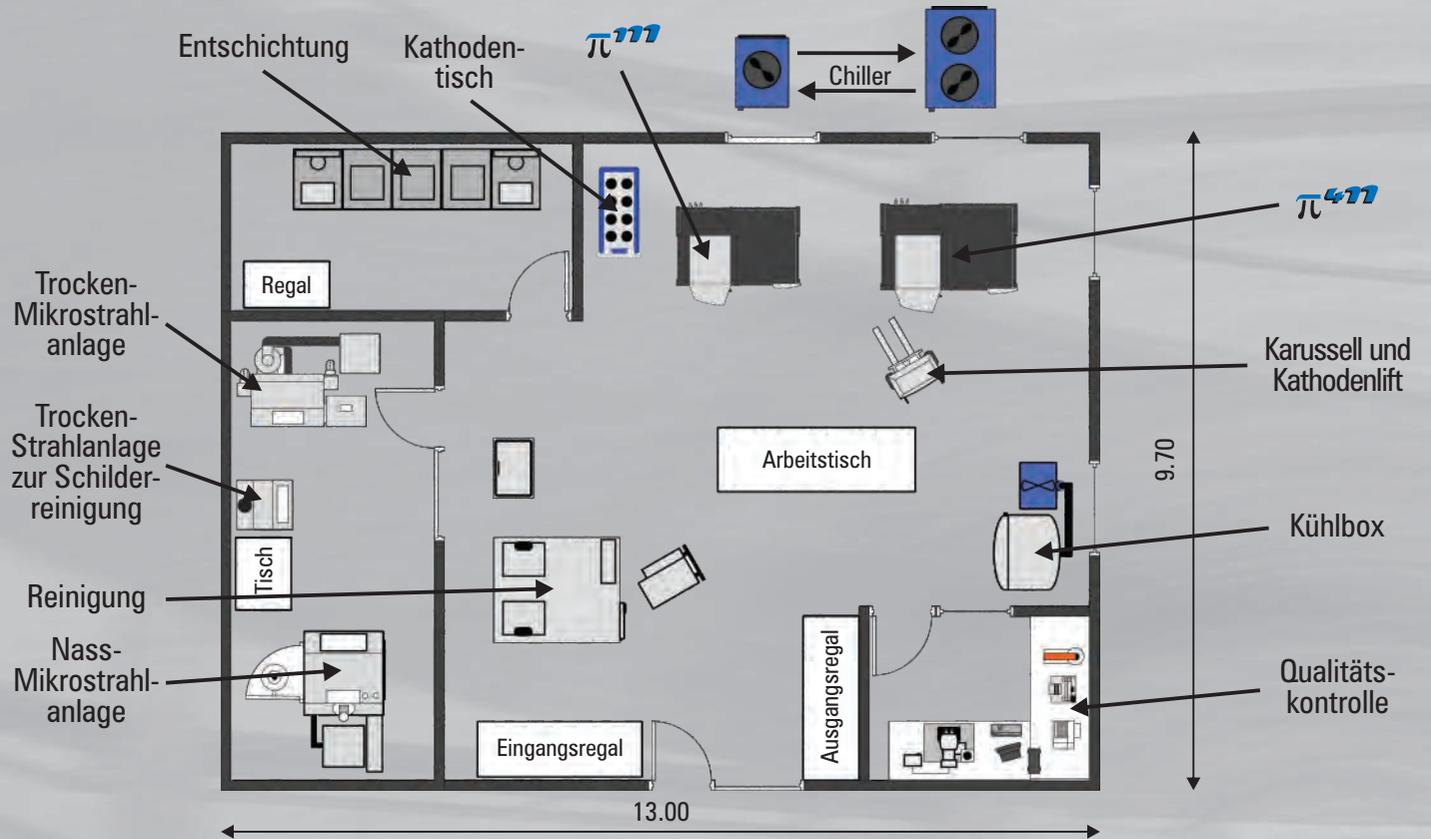


Dampfstrahler

- zur Reinigung von Substratoberflächen
- besonders für innere Kühlkanäle von rotierenden Schaftwerkzeuge

System-Layout

In-House Beschichtungszentrum



Anschlussdaten

Name	Beschreibung	Dimension BxTxHxRH [mm]	Gewicht [kg]	Anschlusswerte [V / Hz]	Elektrischer Anschluss [kVA]	Sicherung [A]	Wasser [bar]	Luft [bar]	Gas
π^{1511}	Beschichtungsanlage	4882 x 2181 x 3354 x 4200	5000	3x400 / 50 - 60	100	200	2 - 4	8	N ₂ , Ar, C ₂ H ₂ , He
PL ¹⁰¹¹	Beschichtungsanlage	3880 x 1950 x 2220		3x400 / 50 - 60	90	200	2 - 4	8	N ₂ , Ar, C ₂ H ₂ , He
C1511	Kühler π^{1511}	1000 x 1000 x 2055	370	3x400 / 50 - 60	20.7	40	3 - 6	-	-
C1011	Kühler PL ¹⁰¹¹	1000 x 1000 x 2055	370	3x400 / 50 - 60	20.7	40	3 - 6	-	-
$\pi^{411PLUS}$	Beschichtungsanlage	2730 x 1776 x 2215 x 3200	2650	3x400 / 50 - 60	110	160	2 - 4	-	N ₂ , Ar, C ₂ H ₂ , He
C411	Kühler für π^{411}	1680 x 790 x 1410	750	3x400 / 50	20.5	40	-	-	-
C411	Kühler für π^{411}	1680 x 790 x 1410	750	3x460 / 60	20.5	40	-	-	-
$\pi^{111PLUS}$	Beschichtungsanlage	1881 x 1185 x 2213 x 3200	1400	3x400 / 50 - 60	42	100	2 - 4	-	N ₂ , Ar, C ₂ H ₂ , He
C111	Kühler für π^{111}	1230 x 790 x 1410	600	3x400 / 50	12.3	16	-	-	-
C111	Kühler für π^{111}	1230 x 790 x 1410	600	3x460 / 60	12.3	16	-	-	-
FL381	Lift	841 x 1330 x 1947	400	115-230 / 50 - 60	0.75	10	-	-	-
V111	Reinigungsanlage	1570 x 1370 x 2410	1200	3x400 / 50 - 60	10	16	3 - 4	6 - 8	N ₂
V411	Reinigungsanlage	1830 x 1980 x 2500	1650	3x400 / 50 - 60	24	40	3 - 4	6 - 8	N ₂ , CO ₂
V1511	Reinigungsanlage	4200 x 1800 x 2450	4500	3x400 / 50 - 60	58	100	3 - 6	6 - 8	N ₂
DE411	Entgasungs-ofen	1950 x 1500 x 2250	1400	3x400 / 50 - 60	28	40	2 - 3	6 - 8	Ar, He
ST-40 HM	Entschichtungsanlage	625 x 825 x 1200	127	230 / 50 - 60	1.1	16	-	-	-
ST-40 HSS	Entschichtungsanlage	625 x 825 x 1200	88	230 / 50 - 60	2.5	16	2 - 6	6 - 8	-
DF-4 HD	Schlepppolieranlage	1150 x 970 x 2260	370	3x400 / 50 - 60	7.5	32	-	-	-
115N	Trockenstrahlanlage	1315 x 1200 x 1885	360	230 / 50 - 60	0.8	16	-	6 - 10	-
TR110	Trockenstrahlanlage	2100 x 1450 x 2430	480	3x400 / 50 - 60	2	16	-	3 - 10	-
C-II	Nassstrahlanlage	2100 x 2050 x 2950	1200	3x400 / 50 - 60	7	32	2 - 4	2 - 5	-
CT-20	Entschichtungsanlage	1860 x 822 x 1460	350	3x400 / 50 - 60	6.5	16	2 - 6	3 - 6	-
PP770	Polieranlage	845 x 840 x 1740	205	230 / 50 - 60	0.15	10	-	3 - 10	-
PQCS	Mikroskop + PC	1500 x 650 x 800	40	230 / 50 - 60	0.4	10	-	-	-

Die Daten sind Richtwerte. Detaillierte Daten siehe PLATIT's Peripheriehandbuch.

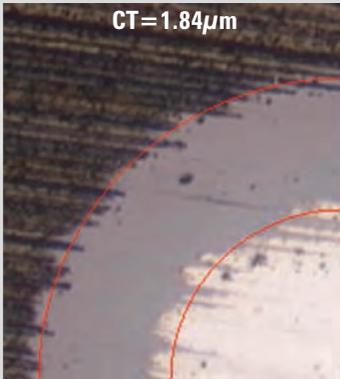


In - House Beschichtungsanlage von eft-Pannon, Budaörs, Ungarn

Schichtgenerationen und ihre Strukturen

1. Generation

Monoblockstruktur ohne Haftlayer

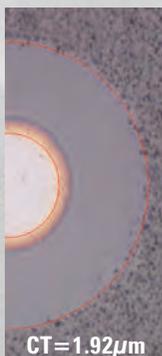


Die **Monoblockstrukturen ohne Haftlayer** können durch den schnellsten, ökonomischsten Prozess erstellt werden. Alle Targets sind gleich und laufen während des gesamten Beschichtungsprozesses.

2. Generation

Konventionelle Strukturen mit Haftlayer

Monoblock



Besonders bei hohem Aluminiumanteil sollte die **Monoblockschiicht** mit einem Haftlayer beginnen (z.B. TiN oder CrN).

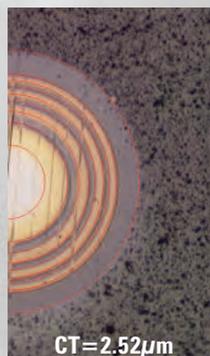
Typische Schicht: AlTiN.

Gradient (G)



Der Anteil harter Komponenten (z.B. kubisches AlN) wird bei **Gradientstruktur** kontinuierlich erhöht, um die höchste Härte an der Oberfläche der Schicht zu erreichen.
Typische Schicht: TiAlCN²

Multilayer (ML) Periode > 20 nm



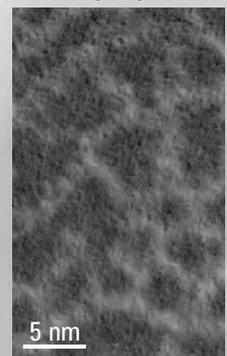
Multilayerstrukturen sind bei niedrigerer Härte zäher als vergleichbare Monoblockschiichten. Die "Sandwich"-Struktur absorbiert die Risse der Subschichten.
Typische Schicht: AlTiN²

Nanolayer (NL) Periode < 20 nm



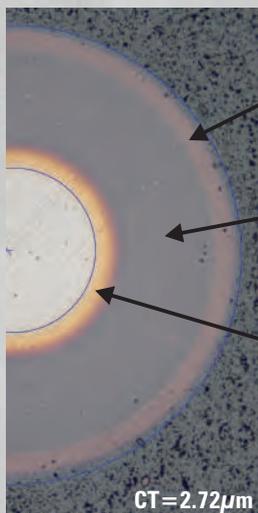
Nanolayer ist die konventionelle Struktur für die sogenannten Nanoschiichten. Es ist eine feinere Version vom Multilayer mit einer Periode von < 20 nm.
Typische Schicht: CrTiN²

Nanocomposite (NC)



Beim Beschichten von **Nanocomposites** werden harte, nanokristalline Körner (TiAlN oder AlCrN) in die amorphe SiN-Matrix eingebettet.
Typische Schicht: nAlCo²

3. Generation: TripleCoatings³®



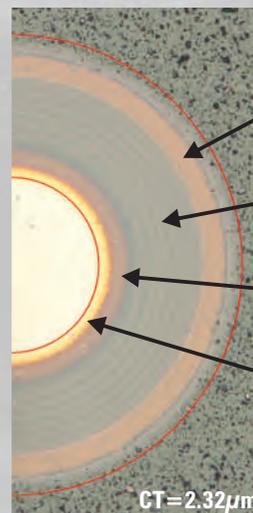
Nanocomposite Toplayer

Monoblock oder Gradient Kernlayer

Haftlayer

Typische Schichten: AlCrN³, TiXCo³

4. Generation: QUAD Coatings⁴®



Nanocomposite Toplayer

Multilayer Kernlayer

Gradient Kernlayer

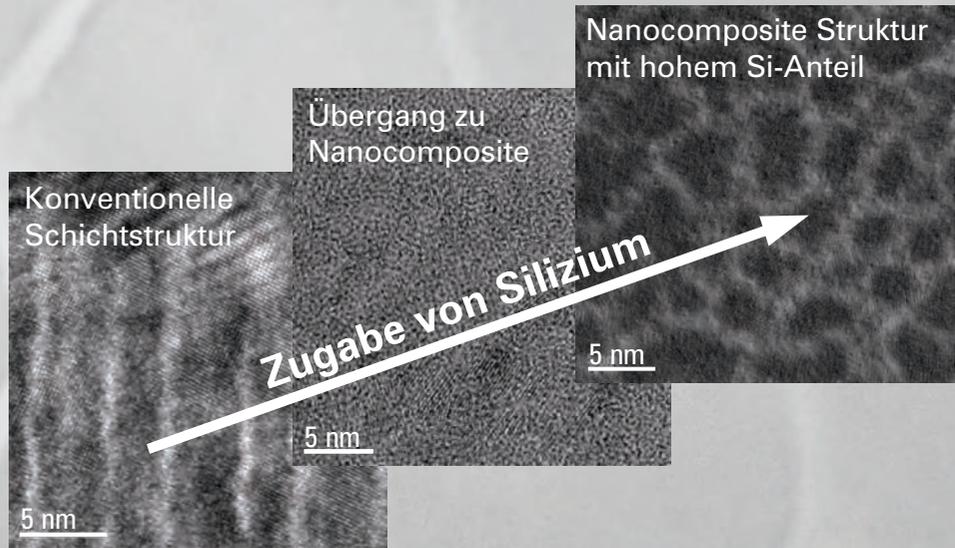
Haftlayer

Typische Schichten: ALL⁴, TiXCo⁴, nAlCoX⁴

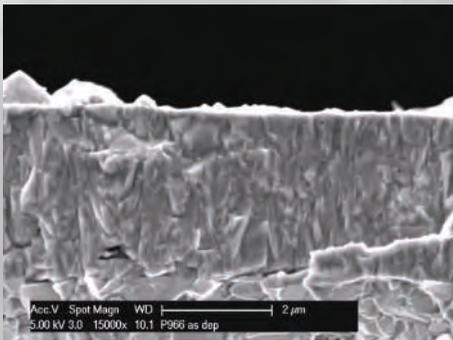
Vergleich der Schichtstrukturen

Durch Abscheidung von sehr verschiedenen Arten von Materialien, werden die Komponenten (z.B. Ti, Cr, Al in der einen Gruppe und Si in der anderen) nicht vollständig vermischt, wodurch 2 Phasen entstehen. Die nanokristallinen TiN-, TiAlN- oder AlCrN-Körner werden in die amorphe Si₃N₄-Matrix eingeschlossen, wodurch die Nanocomposite Struktur entsteht.

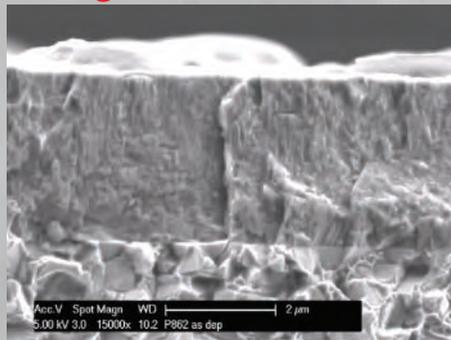
Silizium erhöht die Widerstandsfähigkeit und mindert die verbleibende innere Spannung der Schicht. Die Steigerung der Härte wird allein durch die Struktur erreicht. Die SiN-Matrix umhüllt die harten Körner und verhindert das Kornwachstum.



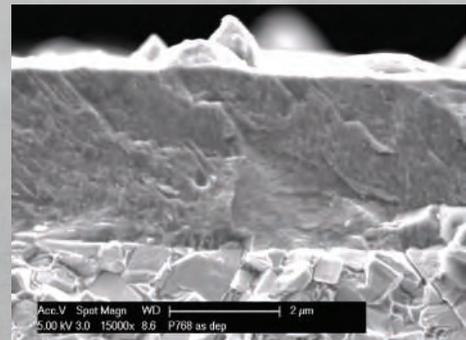
Kein Silizium: AlCrN



Wenig Silizium: AlCrN/SiN

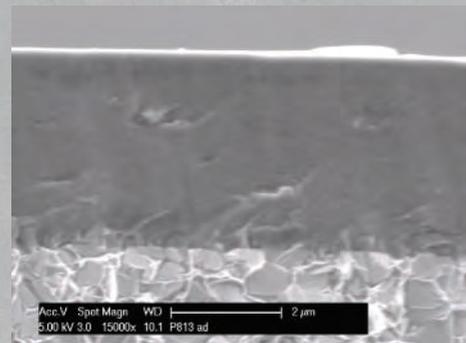


Viel Silizium: AlCrN/SiN

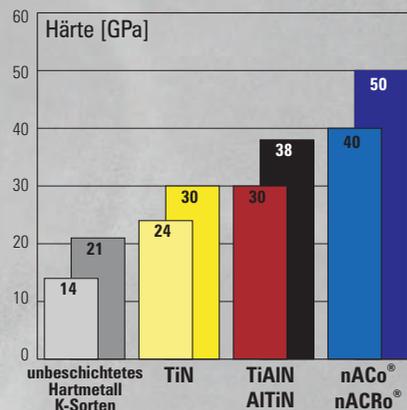
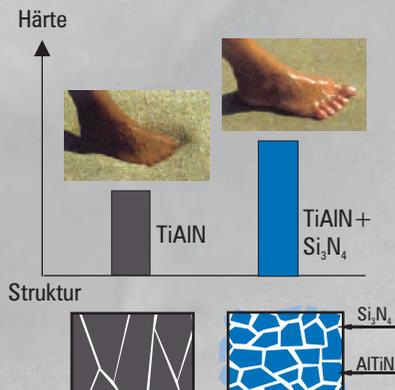


- Zugabe von Si verändert die Mikrostruktur von säulenförmig zu isotrop
- Effekt analog zum Ti-basierten System
- In TiAlN/SiN wird weniger Si benötigt um die glasige Struktur zu erreichen

Viel Silizium: AlTiN/SiN: nACo®

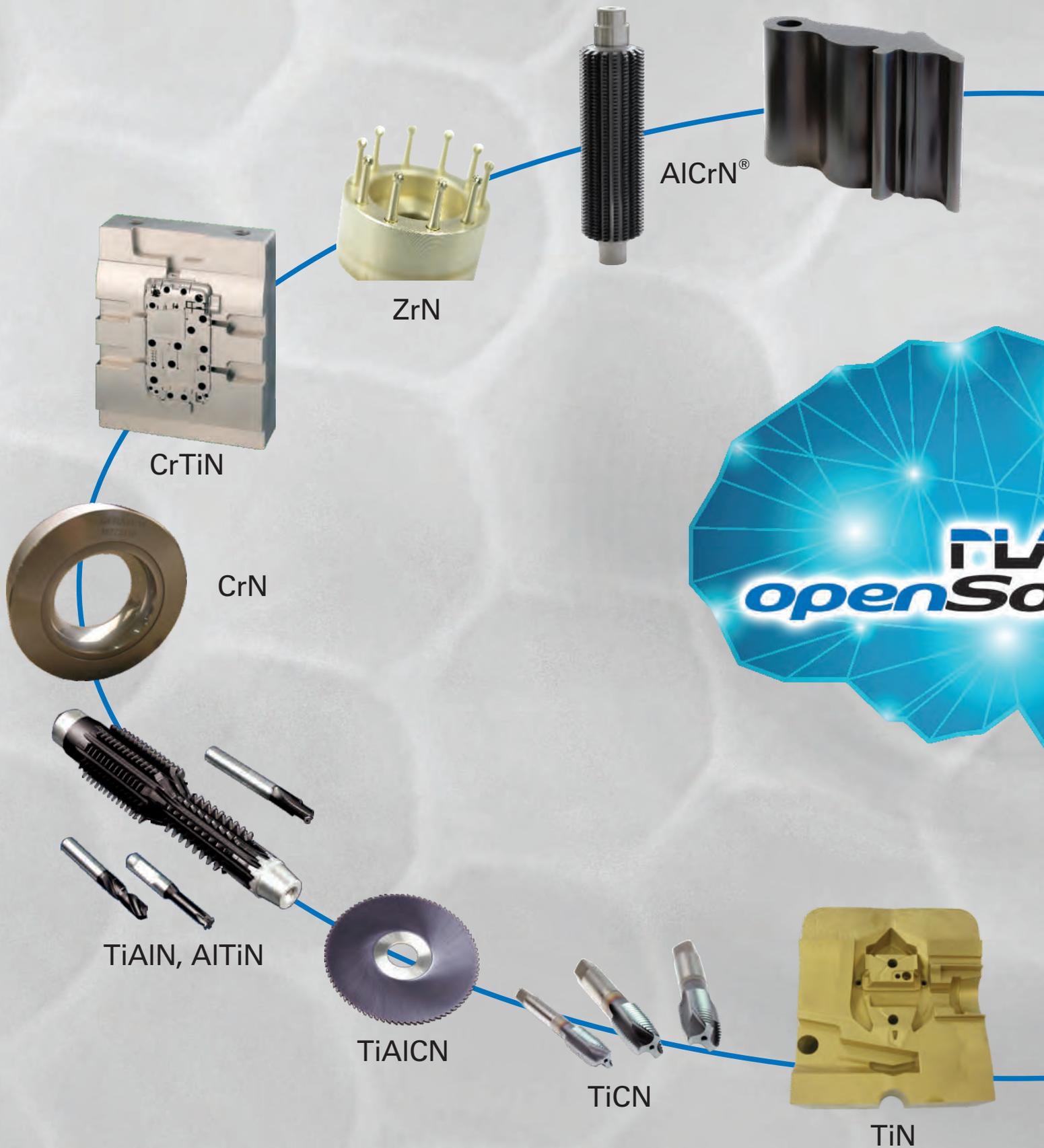


Steigerung der Härte durch Nanocomposites



Der Strandvergleich veranschaulicht die Steigerung der Härte, ermöglicht durch die Nanocomposite Struktur. Normalerweise sinkt der Fuss in den trockenen Sand. Im nassen Sand sinkt der Fuss nicht gleich weit, weil der Platz zwischen den Sandkörnern mit Wasser gefüllt ist. Die Oberfläche hat einen höheren Widerstand und ist somit härter.

PLATIT's Hauptschichten





ALL®
BorAC®



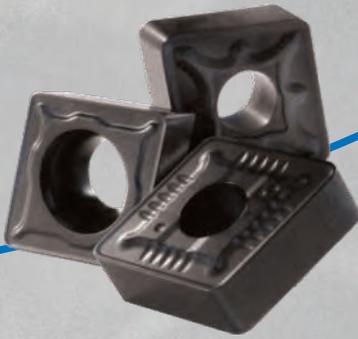
nACo®



nACRo®



TiXCo®
BorCo®



nACoX®



X-Vlc®
WC/C
X-SCILVlc®
ta:C



Schichteigenschaften

		π^{111}	π^{411}	PL^{1011}	PL^{711}	π^{1511}	Farbe	Nanohärte bis zu [GPa]	Schichtdicke [μm]	Reib- (fretting)-koeffizient	Max. Anwendungstemperatur [$^{\circ}\text{C}$]		
ARCing	Nitride	1	TiN *	✓	✓	✓	gold		26	1 - 7	0.4	600	
		2	TiCN-grey *	✓	✓	✓	violett		38	1 - 4	0.25	400	
		3	TiAlN	✓	✓	✓	violett-schwarz		36	1 - 4	0.5	700	
		4	AlTiN	✓	✓	✓	schwarz		32	1 - 4	0.6	900	
		5	TiAlCN	✓	✓	✓	violett-rötlich		36	1 - 4	0.25	500	
		6	CrN *	✓	✓	✓	metall-silber		20	1 - 7	0.5	700	
		7	CrTiN *	✓	✓	✓	metall-silber / gold		30	1 - 7	0.40	600	
		8	ZrN *	✓	✓	✓	weiss-gold		22	1 - 4	0.40	550	
		9	AlCrN	✓	✓	✓	blau-grau		36	1 - 7	0.5	900	
		10	ALL ³ ®	✓	✓	✓	blau-grau		37	1 - 4	0.5	850	
		11	ALL ⁴ ®		✓		blau-grau		37	1 - 5	0.45	850	
		12	nACo®	✓	✓	✓	violett-blau		41	1 - 4	0.4	1200	
		13	nACRo®	✓	✓	✓	blau-grau		40	1 - 7	0.45	1100	
		14	TiXCo®	✓	✓	✓	kupfer		44	1 - 4	0.35	900	
		15	BorAC®-ARC		✓	✓	blau-grau		38	1 - 4	0.5	900	
	DLC OXI		✓		✓	schwarz		30 - 42	4 - 15	0.40	1200		
	DLC	17	X-Vlc® *	✓	✓	✓	grau		20 - 38	1 - 4	0.15	400	
Sputtern	SCIL®	18	X-SCILVlc®		✓		✓	blau-grau		20 - 30	1 - 4	0.15	400
		19	WC/C		✓			grau		16 - 20	1 - 4	0.1	400
		20	X-SCIL® *		✓		✓	variiert		26	1 - 7	0.35	600
		21	TiB ₂		✓			hellgrau		30 - 40	0.5 - 1.5	0.35	600
	DLC	22	HS ta:C *		#		✓	grau		>35	1 - 2	0.15	400
Hybrid	LACS®	23	BorAC-LACS®		✓			blau-grau		30 - 50	1 - 7	0.5	900
		24	BorCO-LACS®		✓			kupfer		44	1 - 7	0.35	900
		25	AlCrN-LACS®		✓			blau-grau		36	1 - 5	0.5	900

*LT: Niedrigtemperaturprozesse möglich. Vlc®: DLC (Diamond Like Coating)

Die hier angegebenen physikalischen Richtwerte können bei den verschiedenen Schichtstrukturen (Gradient, Mono-, Multi- und Nanolayers) variieren.

#: In Entwicklung.

: Die Toplayer DLC² Schichten werden mit der PECVD Methode abgeschieden (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition).

HS: HIPIMS (High Performance Impuls Magnetron Sputtering)

Anwendungsfelder

	Zerspanen	Umformen	Maschinenkomponenten	
1	TiN	universelle Anwendbarkeit	Stempel und Matrizen	univ. Einsatz, auch für Dekoanwendungen
2	TiCN-grey	Gewinden, Fräsen in HSS und HM mit Kühlmittel	Stempel und Matrizen, Stanzen	
3	TiAlN	Bohren, universeller Einsatz, auch für schwache Maschinen		
4	AlTiN	Fräsen, Abwälzfräsen, Hochleistungsbearbeitung, auch trocken		
5	TiAlCN	Sägen, Fräsen, Gewinden, auch mit MQL	Stempel und Matrizen, Stanzen	
6	CrN	Zerspanen von Holz, Leichtmetallen wie Kupfer- und Al-Legierungen mit niedrigem Si-Gehalt	Stempel und Matrizen	
7	CrTiN	Zerspanen und Formen hochlegierter Materialien mit HSS-Werkzeugen	Stempel und Matrizen mit höherer Härte, Extrudieren	Wkz-Halter, Korrosionsschutz, med. Wkz
8	ZrN	Aluminium-, Magnesium-, Titaniumbearbeitung		dekorative Anwendungen
9	AlCrN	Trockenfräsen, Abwälzfräsen, Sägen	Feinstanzen, Stanzen	
10	ALL ^{3®}	universell, Nass- und Trockenzerspanen	Stempel und Matrizen, Stanzen, Tiefziehen, Biegen, Feinstanzen	
11	ALL ^{4®}	universell, Zerspanen abrasiver Materialien	Stempel und Matrizen, Prägen, Feinstanzen	
12	nACo [®]	Drehen, Hartbearbeitung auf stabiler Maschine, Bohren, Reiben, Einstechen	Feinstanzen, Stanzen	
13	nACRo [®]	zähe Nasszerspanung von schwierigen Materialien (Superlegierungen), Mikrowerkzeuge	Reibschweissen, Extrudieren, Formpressen	
14	TiXCo [®]	für superhartes Zerspanen		
15	BorAC [®] -ARC	für Fräsen, Abwälzfräsen	Feinstanzen, Stanzen	
16	nACoX [®]	HSC Trockendrehen und -fräsen		für Komponenten mit hoher abrasiver Belastung
17	X-Vlc [®]	Zerspanen von Leichtmetallen, Holz	Stempel und Matrizen, Stanzen für niedrige Reibung	Auto-, Turbinen-, Säge-, Kupferteile
18	X-SCILVlc [®]	Zerspanung von nicht-eisenhaltigen Materialien, wenn extrem niedrige Rauheit auf Werkzeugen benötigt wird	Stempel und Matrizen für extrem niedrige Rauheit auf der Oberfläche	Auto-, Turbinen-, Säge-, Kupferteile, für extrem niedrige Rauheit
19	WC/C	Reduktion von Reibung beim Einlauf	Stempel und Matrizen für extrem niedrige Rauheit auf der Oberfläche	Auto-, Turbinen-, Säge-, Kupferteile, für extrem niedrige Rauheit
20	X-SCIL [®]	Gewinden, Gewindeformen, Tiefbohren, Reiben		
21	TiB ₂	Zerspanen von Leichtmetallen, besonders Aluminium mit niedrigem Si-Gehalt	Stempel und Matrizen mit einfachem Release	Klemmelemente mit niedriger Reibung und hoher Verschleißfestigkeit
22	ta:C	Zerspanung von nicht-eisenhaltigen Materialien, Kompositmaterialien, Graphit, Mikrowerkzeuge	für Umformwerkzeuge mit hoher Verschleißfestigkeit	für Komponenten mit hoher Verschleißbelastung
23	BorAC-LACS [®]	Trockenfräsen, Abwälzfräsen, Sägen, Reiben	Feinstanzen, Stanzen	
24	BorCO-LACS [®]	universell, speziell für Hartbearbeitung		
25	AlCrN-LACS [®]	Mikrobearbeitung	Feinstanzen, Stanzen	

Die Hauptanwendungsfelder der Schichtkomponenten:

- Ti: Allgemeinkomponent, für Nassbearbeitung, Bohren, Drehen
- C: für Formen und Zerspanen von klebrigen Materialien bei niedriger Temperatur, für Maschinenkomponenten als DLC
- Al: für universellen Einsatz, abrasive Materialien, Trockenbearbeitung
- Cr: für abrasive und hochlegierte Materialien, auch bei Trockenbearbeitung, für Holz
- Si: allgemeine und harte Bearbeitung als Nanocomposites für starre Maschinen, für Schichten
- B: universeller Einsatz der Beschichtung mit niedriger inneren Spannung
- O: für Bearbeitung bei hohen Temperaturen, Drehen, Fräsen
- C: hohe Härte mit niedrigem Reibkoeffizient, begrenzte Warmfestigkeit

Schichtkompass

Einsatzempfehlungen

	Zerspanen				Feinstanzen Stanzen Stempeln	Spanloses Formen		Tribologie
	Drehen	Fräsen Abwälzfräsen Sägen	Bohren Reiben Räumen	Gewinden		Kunststoff- formen	Umformen Tiefziehen Extrudieren	
Unlegierte Stähle < 1000 N/mm²	nACo [®] AITiN	ALL ³ [®] nACRo [®]	nACo [®] AITiN	ALL ³ [®] SCILVlc ² [®]	AlCrN nACVlc [®]	nACVlc [®] CrTiN	ALL ³ [®] -Tribo nACRo [®]	X-Vlc ² - WC/C ta:C
Unlegierte Stähle > 1000 N/mm²	nACo [®] AITiN	ALL ⁴ [®] nACRo [®]	nACo [®] AITiN	ALL ³ [®] SCILVlc ² [®]	AlCrN ALL ⁴ [®]	nACVlc [®] CrN	ALL ³ [®] -Tribo nACRo [®]	
Gehärtete Stähle < 55 HRC	nACo [®] TiXCo ³ [®]	nACo [®] TiXCo ⁴ [®]	nACo [®] TiXCo ³ [®]	nACo [®] SCILVlc ² [®]	AlCrN ALL ⁴ [®]			
Gehärtete Stähle > 55 HRC	TiXCo ³ [®] nACo [®]	TiXCo ⁴ [®] nACo [®]	TiXCo ³ [®] nACo [®]	TiXCo ⁴ [®] nACo [®]	AlCrN TiXCo ⁴ [®]			
Hochlegierte Stähle	nACo [®] nACoX [®]	ALL ⁴ [®] nACRo [®]	nACo [®] TiXCo ³ [®]	ALL ⁴ [®] SCILVlc ² [®]	ALL ⁴ [®] -Tribo CrTi-Vlc ² [®]	ALL ³ [®] -Tribo CrTi-Vlc ² [®]	ALL ³ [®] -Tribo CrTi-Vlc ² [®]	
Superlegierungen Ni-basiert	nACoX [®] nACo [®]	nACoX [®] ALL ⁴ [®]	TiXCo ³ [®] nACoX [®]	nACVlc [®] SCILVlc ² [®]	nACVlc [®] CrTi-Vlc ² [®]	nACVlc [®] CrTi-Vlc ² [®]	nACVlc [®] CrTi-Vlc ² [®]	
Superlegierungen Ti-basiert	ALL ³ [®] nACo [®]	nACRo [®] ALL ⁴ [®]	ALL ⁴ [®] nACo [®]	CrTi-Vlc ² [®] SCILVlc ² [®]	nACVlc [®] CrTi-Vlc ² [®]	nACVlc [®] CrTi-Vlc ² [®]	nACVlc [®] CrTi-Vlc ² [®]	
Gusseisen	nACo [®] AITiN	nACo [®] AITiN	nACo [®] AITiN	nACRo [®] ALL ⁴ [®]				
Aluminium Si > 12%	nACRo [®] TiCN	nACRo [®] TiCN	nACRo [®] TiCN	nACRo [®] SCILVlc ² [®]	AlCrN ALL ⁴ [®] -Tribo	nACRo [®] TiCN	nACVlc [®] CrTi-Vlc ² [®]	
Aluminium Si < 12%	TiB ₂ ZrN	TiB ₂ ZrN	TiB ₂ ZrN	TiB ₂ ZrN	TiB ₂ ZrN	TiB ₂ ZrN	TiB ₂ ZrN	
Kupfer	ta:C CrN	ta:C CrN	ta:C CrN	ta:C CrN	ta:C CrN	ta:C CrN	ta:C CrN	
Bronze, Messing, Plastik	TiCN ta:C	TiCN ta:C	TiCN ta:C	SCILVlc ² [®] ta:C	TiCN ta:C	TiCN ta:C	TiCN ta:C	
Graphit	ta:C TiXCo [®]	ta:C TiXCo [®]	ta:C TiXCo [®]	ta:C TiXCo [®]				
Kohlenstoffaserver- stärkte Kunststoffe	ta:C TiXCo [®]	ta:C TiXCo [®]	ta:C TiXCo [®]	ta:C TiXCo [®]				
Holz	CROMTIVlc [®] nACVlc [®]	CROMTIVlc [®] nACVlc [®]	CROMTIVlc [®] nACVlc [®]	CROMTIVlc [®] nACVlc [®]				

Hauptvorschlag:

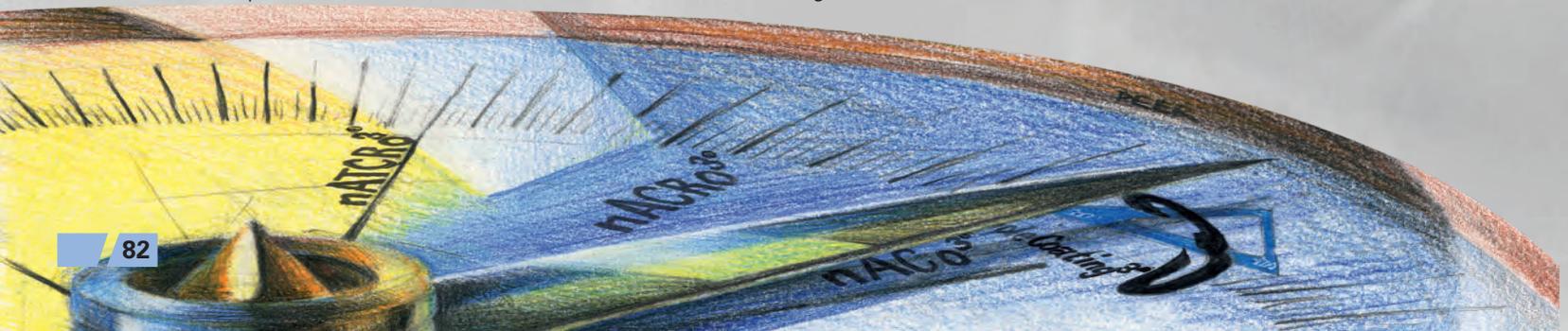
Wenn verfügbar, diese Schicht für die Anwendung verwenden.



Alternativvorschlag:

Die Schicht verwenden, wenn der Hauptvorschlag nicht verfügbar ist.

- Schichtdicke und -struktur kann und sollte anders sein, entsprechend der verschiedenen Anwendungsprozesse auch für dieselbe Schicht.
- Der Exponent x (Schicht^x) wird davon bestimmt, welche Schichtgeneration die Maschine abscheiden kann.



Das Schichtspektrum für die Standardmaschinen

		π^{111} PLUS	π^{411} PLUS		PL ²¹¹	PL ¹⁰¹¹	π^{1511}			
			eco	mit CERC [®] oder SCIL [®]						
ARCing	Nitride	1	TiN	TiN ¹	TiN ¹		TiN ¹	TiN ¹		
		2	TiCN-grey	TiCN ² -grey	TiCN ² -grey		TiCN ² -grey			
		3	TiAlN	TiAlN ² -ML	TiAlN ²		TiAlN ² -ML			
		4	AlTiN	AlTiN ²	AlTiN ²		AlTiN ² -ML	AlTiN ² [®]		
		5	TiAlCN	TiAlCN ²	TiAlCN ²		TiAlCN ²			
		6	CrN	CrN ¹	CrN ¹		CrN ¹			
		7	CrTiN	CrTiN ² -ML	CrTiN ²		CrTiN ²			
		8	ZrN	ZrN ²	ZrN ²		ZrN ²			
		9	AlCrN	AlCrN ³ [®]	AlCrN ³ [®]	AlCrN ³ [®] +		AlCrN ²	AlCrN ³ [®]	
		10	ALL ³ [®]		ALL ³ [®]			ALL ³ [®]	ALL ³ [®]	
		11	ALL ⁴ [®]		ALL ⁴ [®] eco	ALL ⁴ [®]			ALL ⁴ [®]	
		12	nACo [®]	nACo ² [®]	nACo ² [®]	nACo ⁴ [®]		nACo ³ [®]	nACo ⁴ [®]	
		13	nACRo [®]	nACRo ² [®]	nACRo ² [®]	nACRo ⁴ [®]		nACRo ³ [®]	nACRo ⁴ [®]	
		14	TiXCo [®]	TiXCo ³ [®] eco	TiXCo ³ [®] eco	TiXCo ⁴ [®]		TiXCo ³ [®]	TiXCo ⁴ [®]	
		15	BorAC-ARC [®]		BorAC ³ [®] -ARC			BorAC ³ [®] -ARC		
	DLC OXI	16	nACoX [®]		nACoX ⁴ [®]					
	DLC	17	X-Vlc [®]	(Ti, AlTi, Cr, CrTi, Zr)NVlc ² [®]						
Sputtern	SCIL [®]	18	X-SCILVlc [®]	(Ti, Cr, CrTi)-SCILVlc ² [®] (Ti, Cr)-SCILVlc ² [®]				DLC		
		19	WC/C	WC/C						
		20	X-SCIL [®]	TiN ¹ -SCIL [®]		TiN/CrN-SCIL ¹ [®]				
		21	TiB ₂	TiB ₂ -SCIL [®]						
	HS	22	ta:C		ta:C #	ta:C		DLC		
Hybrid	LACS [®]	23	BorAC [®] -LACS	BorAC ³ [®]						
		24	BorCO [®] -LACS	BorCO ⁴ [®]						
		25	AlCrN-LACS [®]	AlCrN-LACS ² [®]						

Schicht-
lotse

Schicht^x: Der Exponent x wird davon bestimmt, welche Schichtgeneration die Maschine abscheiden kann (entsprechend Seite 76):

1. Schichtgeneration: Monoblockschicht; der Haftlayer ist derselbe wie die gesamte Schicht (z.B. TiN¹)
2. 2. Schichtgeneration = Haftlayer + Kernlayer (z.B. AlTiN²)
3. TripleCoatings: 3. Schichtgeneration = Haftlayer + Kernlayer + Toplayer (z.B. nACo³)
4. QuadCoatings: 4. Schichtgeneration = TripleCoating + zusätzlicher Layerblock (z.B. TiXCo⁴)

Wenn die Schicht keinen Exponenten hat, ist die Schichtfamilie gemeint. Die erreichbare Generation hängt von der verfügbaren Maschine ab.

#: In Entwicklung.

HS: HIPIMS (High Performance Impuls Magnetron Sputtering)



Schichttypen

Konventionelle Schichten

Die Maschinensymbole zeigen, welche Schicht von welcher Maschine abgeschieden werden kann.
Die beschichtbaren Stöchiometrien können je nach verwendeter Maschine unterschiedlich sein.

TiN



Die Universalschicht für:

- Zerspanung
- Umformen, Kunststoffformen
- tribologische Anwendungen (für Maschinenkomponenten)
- verfügbarer Prozess mit 1, 2 oder 4 Kathoden

TiAlN



Universelle Schichten

Monoblock (MB) und Gradient (G): für stabilen Schnitt
Multilayer (ML): für unterbrochenen Schnitt

%-Verhältnis Al/Ti:

TiAlN-F (ML): ~50/50
TiAlN-G: ~50/50
TiAlN-MB: ~50/50

AlTiN



Universelle Hochleistungsschicht

Monoblock (MB) und Gradient (G): für stabilen Schnitt
Multilayer (ML): für unterbrochenen Schnitt

%-Verhältnis Al/Ti:

AlTiN-ML: ≥60/40
AlTiN-G: ≥60/40
AlTiN-T (MB): ≥60/40
AlTiN-C (MB): ≥67/33

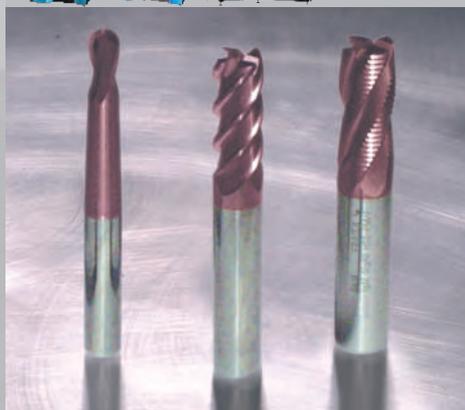
TiCN-grey



Konventionelles Kohlenstoffnitrid-Schicht (grau):

- fürs Fräsen und Gewinden
- fürs Stempeln, Stanzen und Umformen

TiAlCN



PLATIT Gradient-Schicht für universellen Einsatz:

- mit hoher Härte
- bei niedrigem Reibungskoeffizient
- zum Fräsen und Gewinden
- zum Stempeln und Stanzen

und deren Hauptanwendungsfelder

X-Vlc[®]: a:C:H:Me; mit Metall gedopte Carbon Based Diamond Like Coating (CBC)

X-Vlc^{2®}: a:C:H:Si metallfreie, mit Silizium gedopte Carbon Based Diamond Like Coating (DLC²)

Die Schichten CBC und DLC² können nur als Top-schichten abgeschieden werden.

CrN



Die Standardschicht für nicht-zerspan-Anwendungen:

- für Matrizen und Gesenke
- für Maschinenteile
- zum optimalen Auswurf von Umformwerkzeugen
- niedrige Beschichtungstemperatur möglich (etwa über 220 °C)
- CrCN (Tribo) kann als Toplayer auf allen Schichten als tribologischer Schmierstoff eingesetzt werden

CrTiN



Multilayer-Schicht zum universellen Einsatz:

- wirtschaftlicher durch Verwendung von Ti
- hervorragende chemische Widerstandsfähigkeit und Härte durch feine Multilayer-Struktur
- für Matrizen, Gesenke und Maschinenteile
- für HSS-Werkzeuge zur Zerspaltung von hochlegierten Werkstoffen
- niedrigere Beschichtungstemperatur möglich

ZrN



Monolayer Schicht mit Ti- oder Cr-basiertem Haftlayer:

- reduziert Aufbauschneiden beim Zerspanen von Aluminium- und Titanlegierungen
- für medizinische Anwendungen
- für Umformanwendungen mit optimalem Ausstoss
- schicke Farbe
- auch verfügbar als Toplayer als ZrCN

CBC + DLC²

Harte Schmierschicht

Alle Schichten + Vlc^{2®}



Duplexschicht mit nanogradienter Struktur

Basislayer + DLC Toplayer

- für Bauteile
- zur Vermeidung von Aufbauschneiden
- zur Aluminiumbearbeitung und Titanlegierungen
- für Umformanwendungen mit optimalem Ausstoss

$TiN^1 + CBC = cVlc^®$

$TiN^1 + DLC^2 = cVlc^2®$

$CrN^1 + DLC^2 = CROMVlc^2®$

$CrTiN^1 + DLC^2 = CROMTIVlc^2®$

$ZrN^2 + DLC^2 = ZIRVlc^2$

$AlTiN^2 + DLC^2 = ALLVlc^2®$

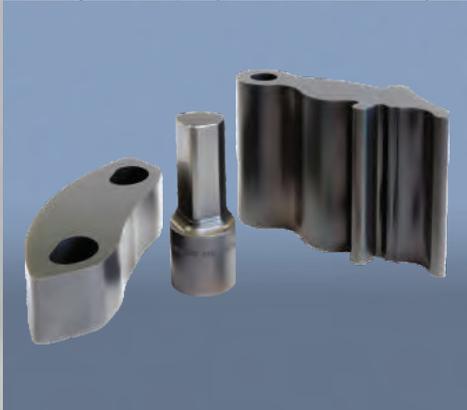
$nACRo^2 + DLC^2 = nACVlc^2®$

*DLC-Typenerklärung siehe Seite 124

Multikomponenten-Schichten (Ti, Al, Cr, B, C) ohne Silizium

Die Maschinensymbole zeigen, welche Schicht von welcher Maschine abgeschieden werden kann.
Die beschichtbaren Stöchiometrien können je nach verwendeter Maschine unterschiedlich sein.

AICrN



Klassische Schicht für universellen Einsatz
Stöchiometrie:

AICrN: CrN - AICrN-MB
AICrN³: CrN - AICrN-NL - AICrN-MB

- fürs Fräsen, Abwälzfräsen
- fürs Feinstanzen
- Standardversion von FeinAl und Nanosphere

ALL³® = AITiCrN³

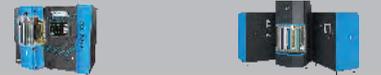


All-in-One, AlTi basierte Schicht für universellen Einsatz

Stöchiometrie:
CrTiN - AICrN-NL - AITiCrN

- fürs Umformen
- fürs Kunststoffformen
- zur Nasszerspanung

ALL⁴® = AICrTiN⁴



All-in-One, AlCr basierte Schicht für universellen Einsatz

Stöchiometrie:
CrTiN - AICrTiN-G - AICrN-NL - AICrTiN

- für Nass- und Trockenbearbeitung
- fürs Umformen, Stanzen und Feinstanzen
- fürs Abwälzfräsen und Fräsen
- fürs Kunststoffformen

AICrN+



Schicht zum Fräsen von Stempeln & Matrizen
Kathoden: Ti-LARC - Al-LARC - Cr-LARC - AITi-CERC
Stöchiometrie: CrN - AITiN-NL - AICrN-NL

- für WSPs und Schaftwerkzeuge
- fürs Schruppen in gehärteten Materialien
- verschiedene Farben verfügbar
- für Schneidräder

ALL⁴® eco



Schicht zum Abwälzfräsen in den **eco** Maschinen

π^{427} eco Kathoden:
CrTi-LARC - Al-LARC - Cr-LARC

Stöchiometrie: CrN - AICrN-G - AICrTiN-NL

- für Abwälzfräser mit grossen Durchmessern
- zum Zerspanen abrasiver Materialien

BorAC³-ARC **NEU** **B**



Bor-gedopte AICrN Schicht

Kathoden:
 π^{427} : Al-LARC - AICrB-LARC - Cr-LARC - keine
PL¹⁰¹¹: Cr - AICr - AICrB - AICr

Stöchiometrie: CrN - AICrN - AICrBN

- Abscheidung mit Bor-legierten Targets (AICrB)
- fürs Abwälzfräsen und Fräsen

Nanocomposite Schichten mit Silizium

X-Vlc[®]: a:C:H:Me; mit Metall gedopte Carbon Based Diamond Like Coating (CBC)

X-Vlc^{2®}: a:C:H:Si metallfreie, mit Silizium gedopte Carbon Based Diamond Like Coating (DLC²)

Die Schichten CBC und DLC² können nur als Top-schichten abgeschieden werden.

nACo[®]



Nanocomposite Schicht basierend auf Ti und Si
Stöchiometrie:

nACo^{3®}: TiN - AlTiN - AlTiN/SiN

nACo^{4®}: TiN - AlTiN-G - AlTiN-NL - AlTiN/SiN

TiAlSiN: TiN / TiAlSiN

- zum Bohren, Drehen, Hartfräsen
- auch verfügbar mit dekorativer blauer Deckschicht

nACRo[®]



Nanocomposite Schicht basierend auf Cr und Si
Stöchiometrie:

nACRo^{3®}: CrN - AlTiCrN - AlCrN/SiN

nACRo^{4®}: CrN - AlCrN-G - AlCrN-NL - AlCrN/SiN

- für "zähe", schwierig zu schneidende Materialien hochlegierte Stähle, Superlegierungen
- zum Kunststoffformen

TiXCo[®]



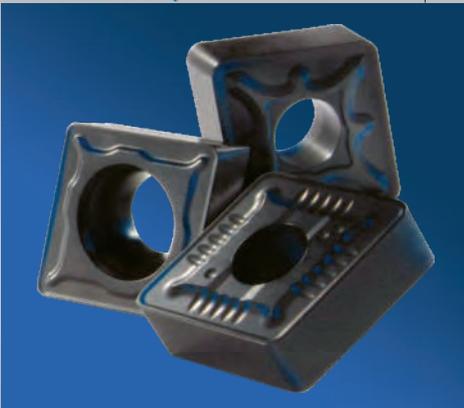
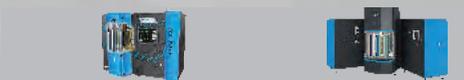
Nanocomposite Schicht mit hohem Si-Gehalt
Stöchiometrie:

TiXCo^{3®}: TiN - nACo - TiN/SiN

TiXCo^{4®}: TiN - nACo - AlCrTiN/SiN - TiN/SiN

- zur Hartbearbeitung, Fräsen, Bohren, Reiben
- für Papierschnitt
- für Superlegierungen

nACoX[®]



Oxidschicht

Kathoden: Ti - AlSi - AlCr₄₅ - AlTi

Stöchiometrie:

nACoX^{4®}: TiN - AlTiN - nACo - AlCrON

Anwendungsfelder:

- HSC-Trockendrehen und -fräsen



Gesputterte Schichten

Die Maschinensymbole zeigen, welche Schicht von welcher Maschine abgeschieden werden kann.
Die beschichtbaren Stöchiometrien können je nach verwendeter Maschine unterschiedlich sein.

<p>TiN-SCIL[®]</p> <p>TiCN-SCIL[®]</p> <p>CrTiN-SCIL[®]</p> <p>AlTiN-SCIL[®]</p>	<p>XN-SCIL[®]</p>  <p>Gesputterte Monoblock-Schicht (CrN und ZrN auch üblich) Kathoden: X: Ti oder Cr oder CrTi</p> <p>Stöchiometrie: LGD – TiN-(CrN, ZrN, CrTiN) SCIL[®]-MB</p> <ul style="list-style-type: none"> • universeller Einsatz, wenn eine glatte Schicht unbedingt nötig ist 	<p>TiB₂-SCIL[®]</p>  <p>Gesputterte Schicht zum Zerspanen von nicht-eisenhaltigen Materialien und für Bauteile.</p> <p>Kathoden: Ti-LARC - Al-LARC - TiB₂-SCIL</p> <p>Stöchiometrie: LGD – TiB₂-SCIL[®]-MB</p> <ul style="list-style-type: none"> • zum Zerspanen von Aluminium, Kupfer und Kunststoff • für Komponenten mit hoher Verschleißfestigkeit
--	--	--

<p>ta:C</p> <p>NEW </p>  <p>Kohlenstoff-basierte Schicht: ta-C Stöchiometrie: C-MB, sp³ > 50% Kathoden: PLTM: Cr - C π^{4TM}: Ti-LARC - Al-LARC - Cr-LARC - C-SCIL</p> <ul style="list-style-type: none"> • harte DLC³ Schicht mit > 35 Gpa • für Bauteile, Lager • für medizinische Teile und Werkzeuge • glatte Oberfläche ohne Polieren • Reinigungcharge ist nach jeder Charge notwendig 	<p>X-SCILVlc^{2®}</p>  <p>Gesputterte Duplex-Schicht Kathoden: X: Ti oder Cr oder CrTi Stöchiometrie: X-(Ti, Cr, CrTi, AlTi)N-SCILVlc^{2®}</p> <ul style="list-style-type: none"> • für Bauteile • für Umformanwendungen mit optimalem Ausstoss • für medizinische Teile und Werkzeuge • niedrige Temperatur notwendig (<200°C) • Reinigungcharge ist nach jeder Charge notwendig 	<p>WC/C</p>  <p>Gesputterte Schmierschicht mit LGD-Ätzen Kathoden: Ti-LARC - Al-LARC - W-SCIL Stöchiometrie: LGD – WC/C</p> <ul style="list-style-type: none"> • für Bauteile mit sehr niedrigem Reibungskoeffizienten • höhere Temperatur bei der Abscheidung möglich • cleaning batch after 5 coating batches necessary
--	--	--

Hybrid-Schichten mit LACS[®]-Technologie

X-Vlc[®]: a:C:H:Me; mit Metall gedopte Carbon Based Diamond Like Coating (CBC)

X-Vlc^{2®}: a:C:H:Si metallfreie, mit Silizium gedopte Carbon Based Diamond Like Coating (DLC²)

Die Schichten CBC und DLC² können nur als Top-schichten abgeschieden werden.

BorAC^{3®}



Cr basierte LACS[®]-Schicht mit Bor
Simultanes ARCo und Sputtern

Kathoden: Ti-LARC – Al-LARC – Cr-LARC – TiB₂-SCIL

Stöchiometrie: CrN – AlCrN-G – AlCrTiN/BN-NL

- fürs Abwälzfräsen und Fräsen

BorCO^{4®}

NEU



Cr, Ti & Si basierte LACS[®]-QuadCoating mit Bor:
Kathoden:

TiSi-LARC – Al-LARC – Cr(Ti)-LARC – TiB₂-SCIL

Stöchiometrie:

CrN – AlCr(Ti)N - AlCrTiSiN/BN-NL – TiSiN

- zähe Kernschicht mit niedriger inneren Spannung
- sehr harte Deckschicht
- zur Hartbearbeitung und Schneiden von Papier
- zur Bearbeitung von Superlegierungen

AlCrN[®]-LACS[®]

NEU



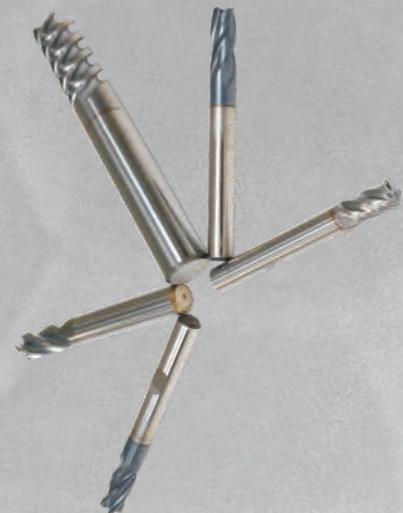
AlCr basierte LACS[®]-Schicht

Simultane LGD + AlCrN Abscheidung

Kathoden: Al-LARC – Cr-LARC – AlCr-SCIL

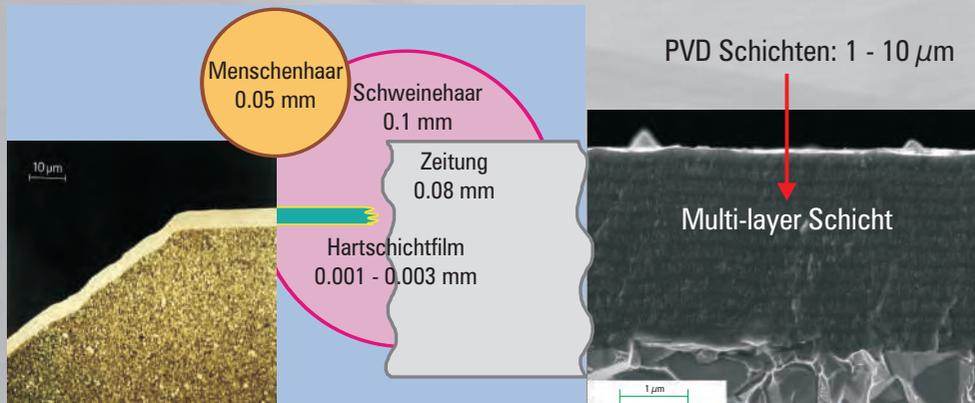
Stöchiometrie: AlCrN-MB

- Mikrowerkzeuge
- Zerspanwerkzeuge für IC-Panels
- Abwälzfräsen
- glatte Oberfläche ohne Polieren



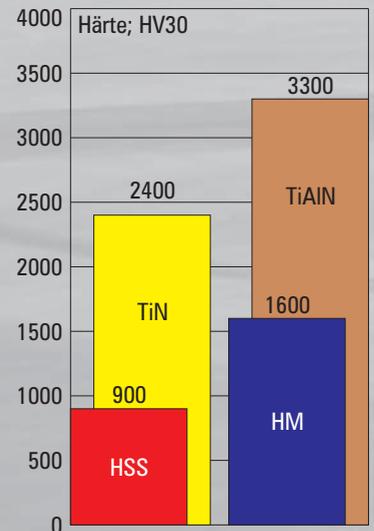
Basisdaten

Was ist eine Beschichtung? Ein dünner, harter Film.



Material in Form eines **schützenden, dünnen Films** auf der Werkzeugoberfläche, der die Eigenschaften des Grundmaterials verbessert:

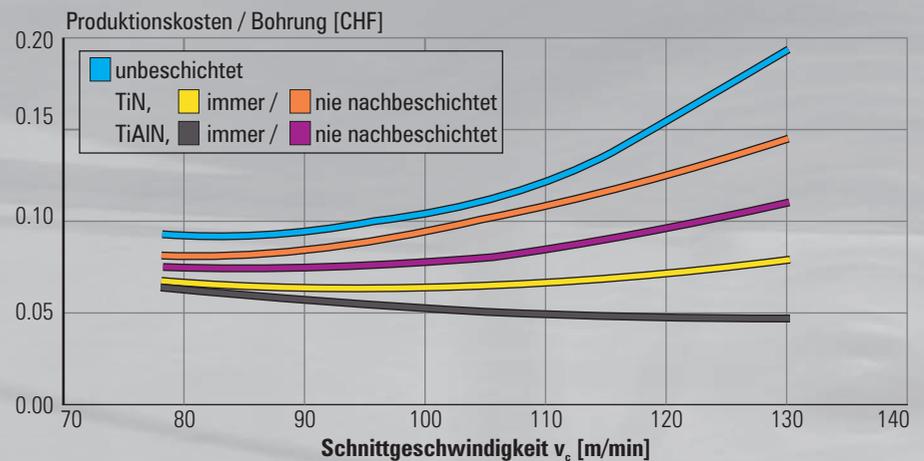
- Härte
- Oxidationswiderstand
- Reibungskoeffizient
- Bruchfestigkeit
- Chemische Stabilität



Kostenvergleich

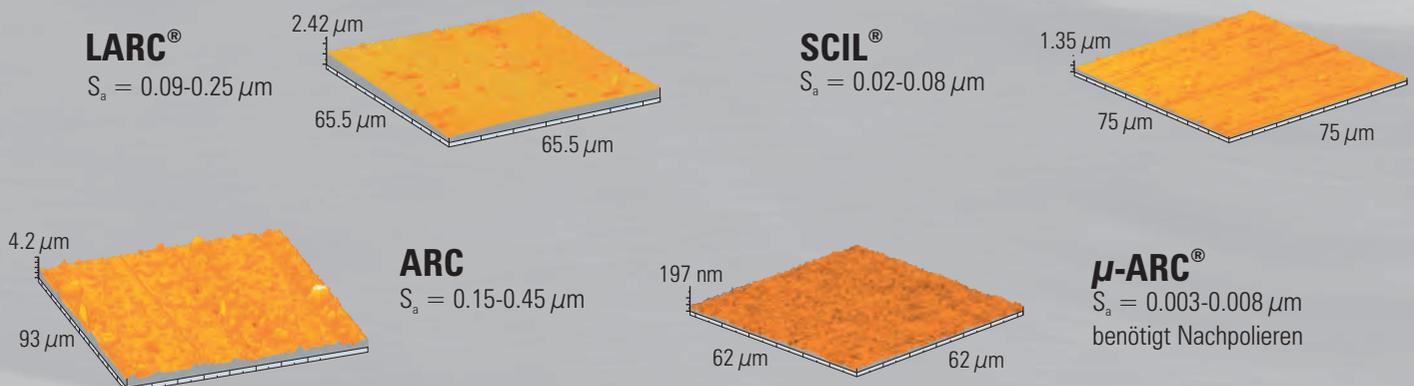


Produktionskosten mit Hartmetall-Bohrwerkzeugen



Produktionskosten = Maschinenkosten + Arbeitskosten + Werkzeugkosten
Kosten für den Werkzeugwechsel sind nicht einberechnet, alle Werkzeuge 10x nachgeschliffen

Typische Schichtoberflächen



Gemessen durch AFM, bei einer Schichtdicke von 2 µm

Schichteigenschaften

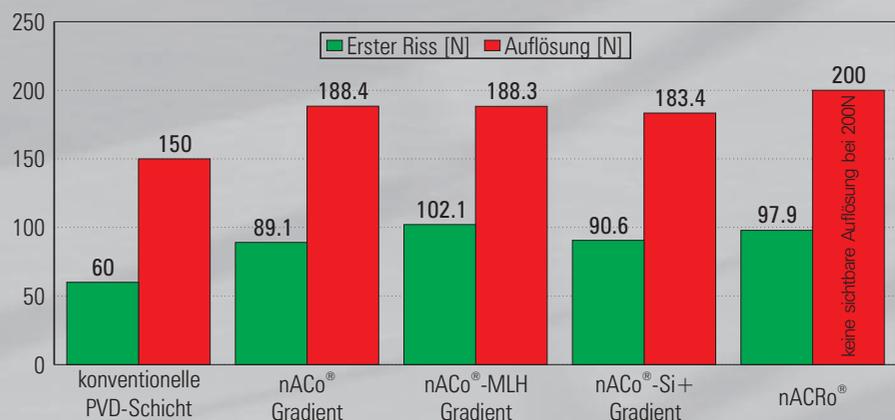
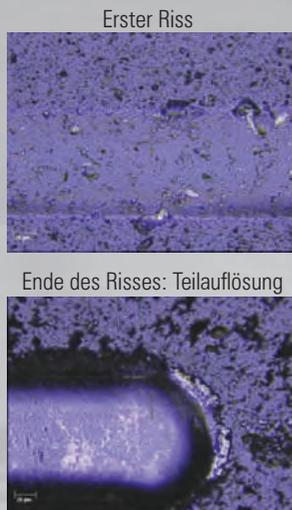
Einfluss der wichtigsten Materialien auf die Eigenschaften der Schicht

Schicht	+ Komponent	Kornfeinheit	Verminderung des internen Stresses	Härte	Verschleissfestigkeit (abrasiv)	Verschleissfestigkeit (gegen Oxidation)	Warmhärte	Wärmedämmung	Max. Anwendungstemperatur	Möglichkeit zur Schichtdickenerhöhung	Verminderung der Reibung	Möglichkeit zu Nanocomposite	Niedrige Targetkosten wenn Targetis legiert	Niedrige Targetkosten mit unlegierten LARC
Ti+N=TiN Basisschicht	+N	0	-	+	+	+	0	0	0	-	0	no	0	0
TiCN	+C	0	--	++	++	-	-	--	-	--	++	no	0	0
üblicherweise TiAlCN mit Al~20-25%	+Al	(+)	+	-	-	+	+	+	+	+	-	no	--	0
üblicherweise TiAlN	+Al / (-C)	+	-	+ falls Al<X% / - wenn Al>X%	+	+	+	++	+	-	-	no	-	+
üblicherweise AlTiCrN	+Cr	-	+	+	+	+	+	+	(+)	+	-	no	-	(-)
üblicherweise AlCrN Cr~30%	+Cr / (-Ti)	--	+	(+)	++	(+)	+	+	(+)	+	(-)	no	--	-
üblicherweise TiAlN/SiN CrAlN/SiN, AlCrTiN/SiN	+Si	++	(+)	++	+	++	++	++	++	0	0	yes	--	+

+ bedeutet eine positive Änderung aus Sicht des Anwenders - bedeutet eine negative Änderung aus Sicht des Anwenders X ca. bei 65%

Haftung

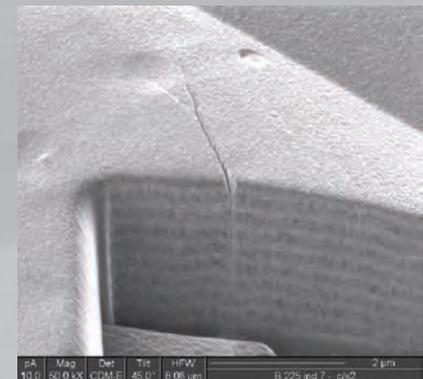
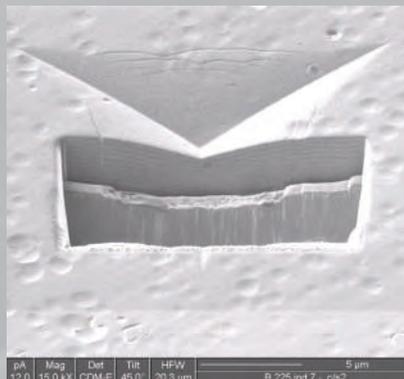
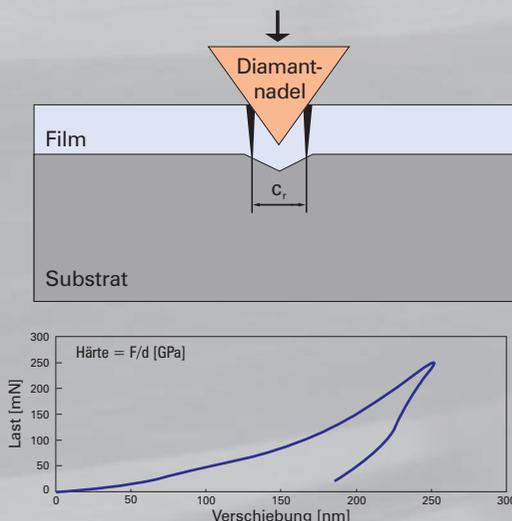
Kritische Last beim Ritztest



Durchschnittliche Werte min. 10 Messungen mit Abweichung; <5%
Ritzlänge: 70 mm - Ritzgeschwindigkeit: 0.4 - 60 mm/min
Messung auf HM K40, durch CSEM, Neuchâtel, Schweiz

Härte

Riss-Absorption durch Multilayer Struktur

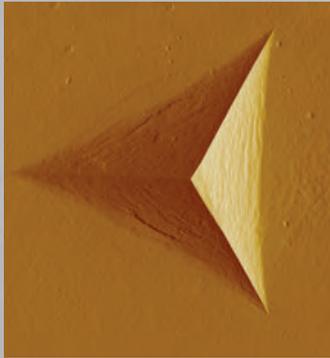


Quelle: TOPNANO-Projekt, EPF Lausanne, Schweiz
Messung der Härte durch Nanoindentation

Nanostrukturen

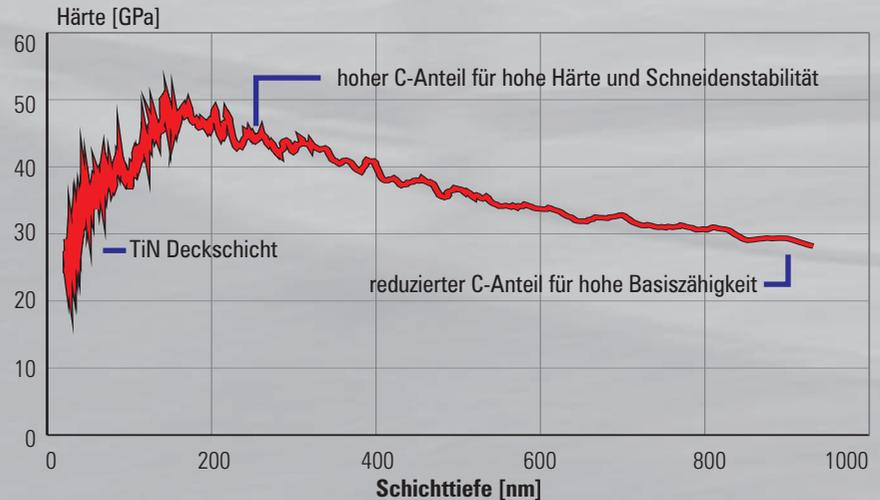
Nanogradienten

Die Schichtstruktur wird kontinuierlich verändert. Die Schichtzusammensetzung kann durch Gaseinlass oder metallische Inhaltvariationen angepasst werden.



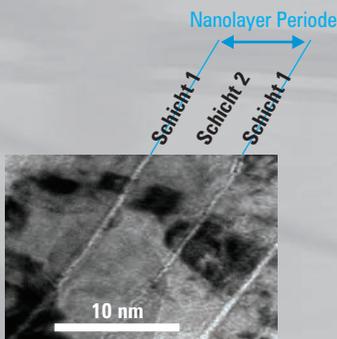
Rissfreie Einkerbung von nanogradienter Schicht

Variation der Nanohärte durch Gaseinlass

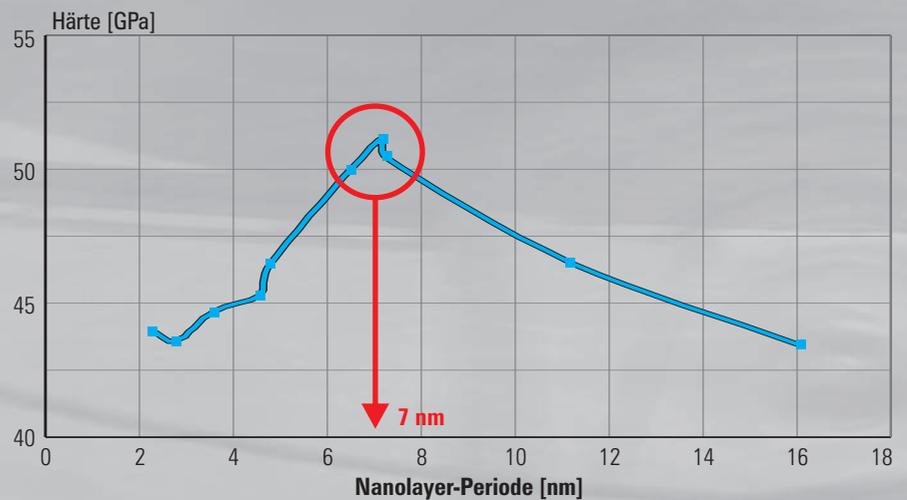


Nanolayers

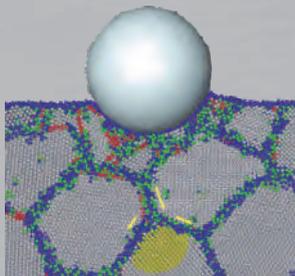
Die Schichtstärke hängt von der Schichtdickenperiode der Subschichten ab. Die optimale Periode der Supergitter erhöht die Härte enorm.



Härte von Nanocomposite mit Nanolayer-Struktur



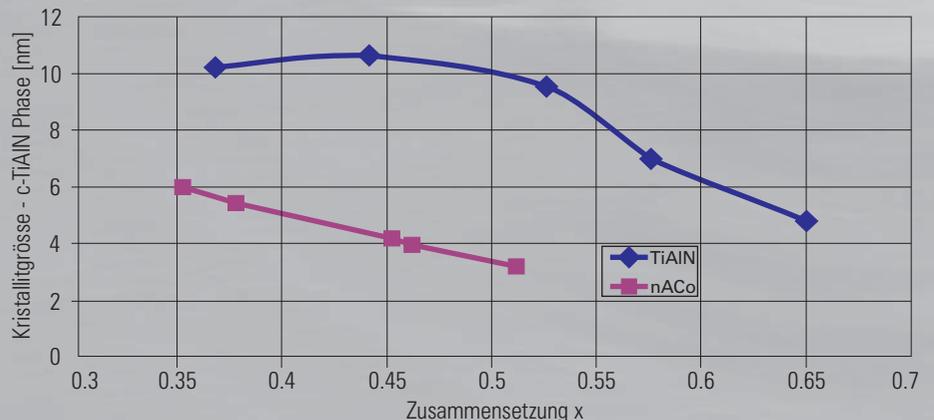
Nanocomposite-Körner



Modelldarstellung einer Schicht mit 5 nm Korngröße nach einer Indentation-Eindringung von 20Å. Die Nanocomposite-Schichten haben eine höhere Härte als die konventionellen Schichten, weil die amorphe SiN Matrix die nanokristallinen Körner umhüllt und deren Wachstum verhindert.

Quelle: Paul Scherrer Institut, Villigen, Schweiz

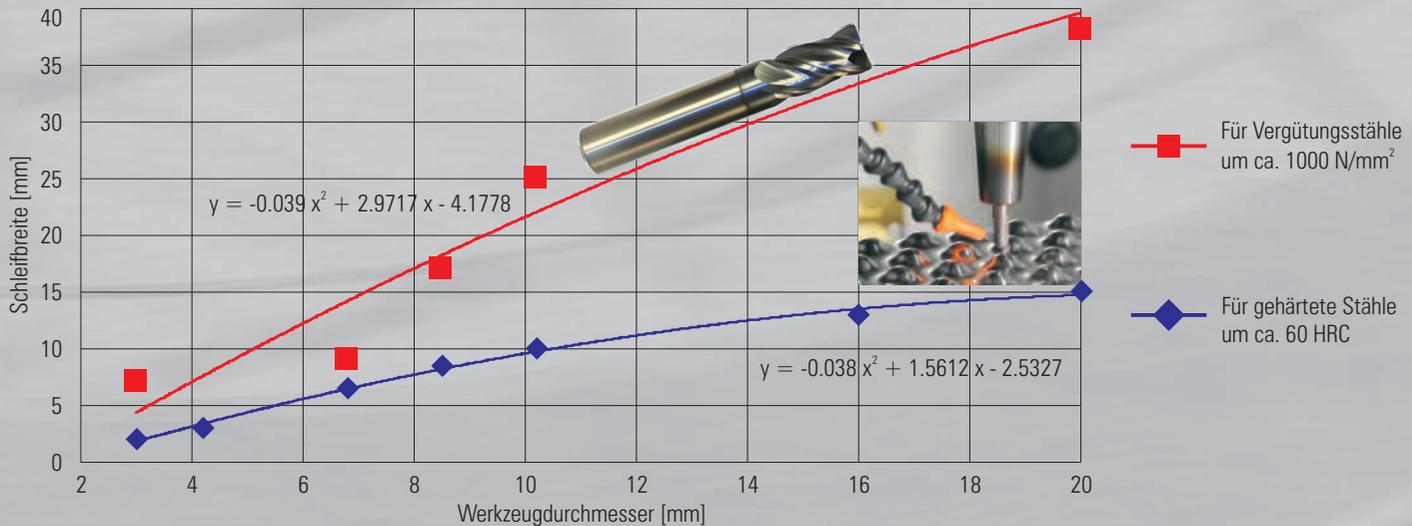
Korngrößenvergleich: $Ti_{1-x}Al_xN$ und $nACo = Ti_{1-x}Al_xN/SiN$



Berechnet von XRD Daten durch die Scherrer Gleichung
Gleiches lineares Verhalten, aber kleinere Kristallitgrößen als im Cr-basierten System

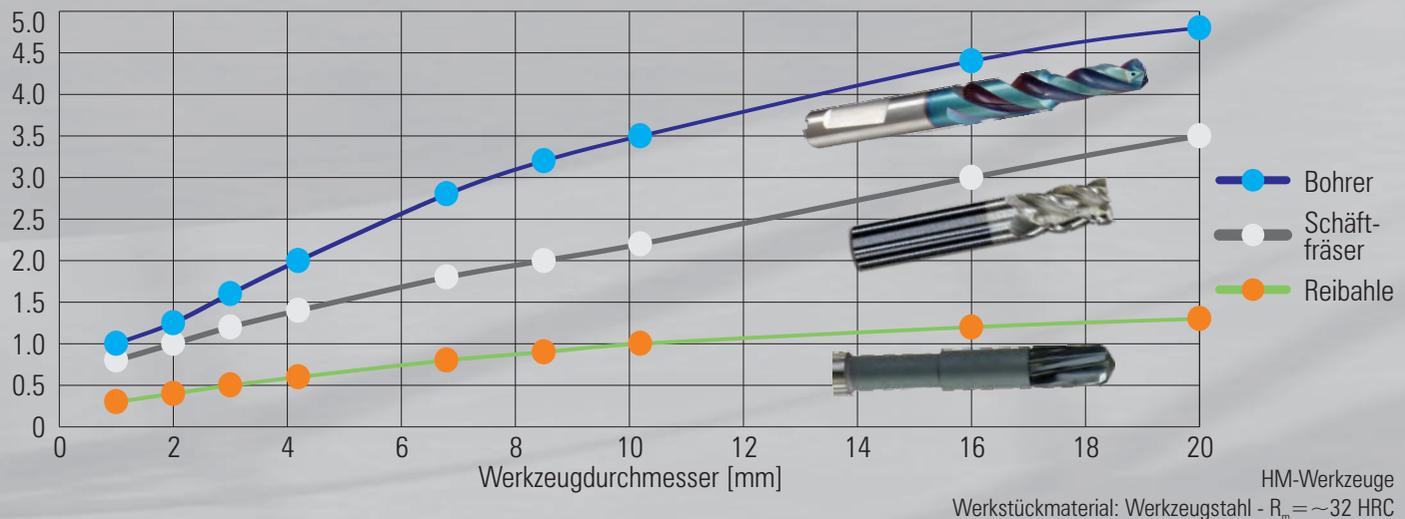
Schichteigenschaften

Typische Schneidkantenverrundungen für Schafffräser für verschiedene Werkstückmaterialien



Bohren, Fräsen, Reiben

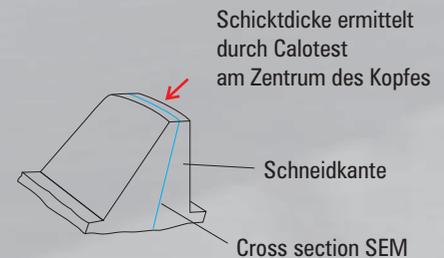
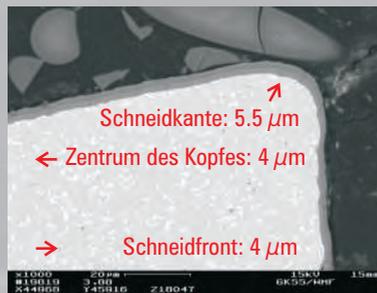
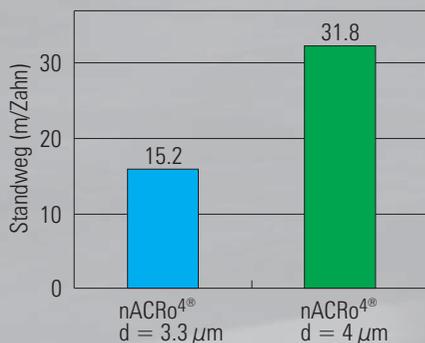
Typische Schichtdicken



Abwälzfräsen

Einfluss der Schichtdicke

- 3.3 μm vs. 4 μm (im Zentrum des Schneidrad-Zahnkopfes)
- 20% höhere Schichtdicke – Standweg verdoppelt!
- Höhere Schichtdicke verzögert Kraterverschleiss

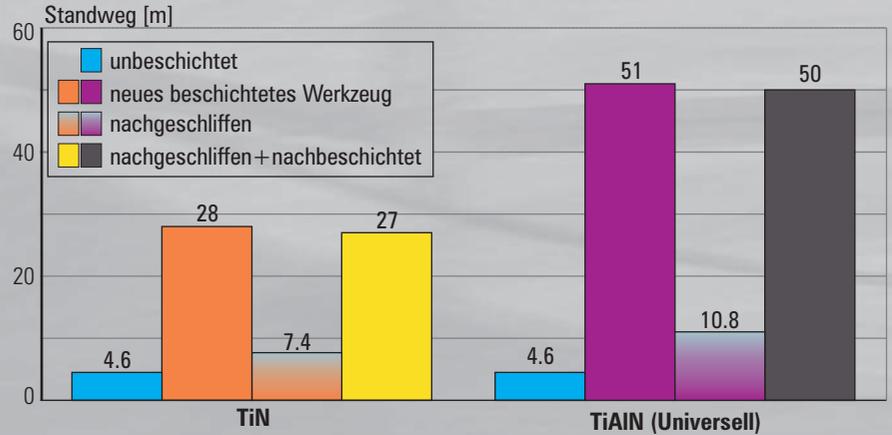


Konventionelle Schichten

VHM-Bohrer



Standwegvergleich

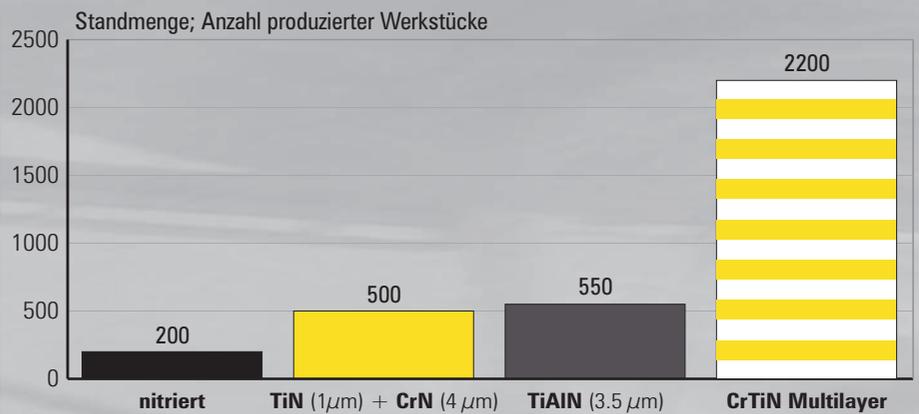


Werkstück: Radnabe, Material: 38MnV35, $R_m = 800 \text{ N/mm}^2$, Ext. Kühlung: Emulsion 7%, HM K40UF
 $d = 12.6 \text{ mm}$, $a_p = 13.5 \text{ mm}$, $v_c = 78 \text{ m/min}$, $f = 0.25 \text{ mm/U}$ - Quelle: Daimler, Deutschland

Aluminium Extrudieren



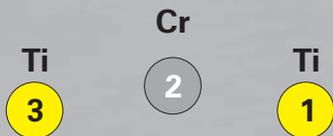
Standwegvergleich



Schichtreihenfolge in µm: 1xTiN=1.3 - 9x(TiN=0.25 / CrN=0.4) - 1xCrN=0.35
 Mat.: Al 6012; Gesamte Schichtdicke: 7.5 µm - Quelle: Metalba, Italien

Multifunktionsschicht: CrTiN

Standwegvergleich

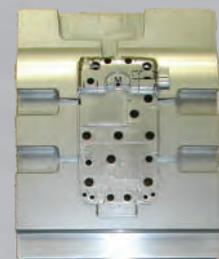


Beschichten von Fräserkopfhalterungen mit CrTiN & goldener Top-Farbe durch die $\pi 303$ Konfiguration.
 Quelle: Fraisa, Bellach, Schweiz

- für Stempel und Matrizen
- für Maschinenteile
- für Werkzeughalterungen
- für Aluminium Zerspan- und Formwz.
- mit hoher Härte und Zähigkeit
- mit sehr guter chemischen Widerstandsfähigkeit
- mit sehr feiner Multilayerstruktur und -oberfläche
- mit wählbarer Top-Farbe
- beschichtet durch LARC®-Technologie



Schichtdicke = 4 µm

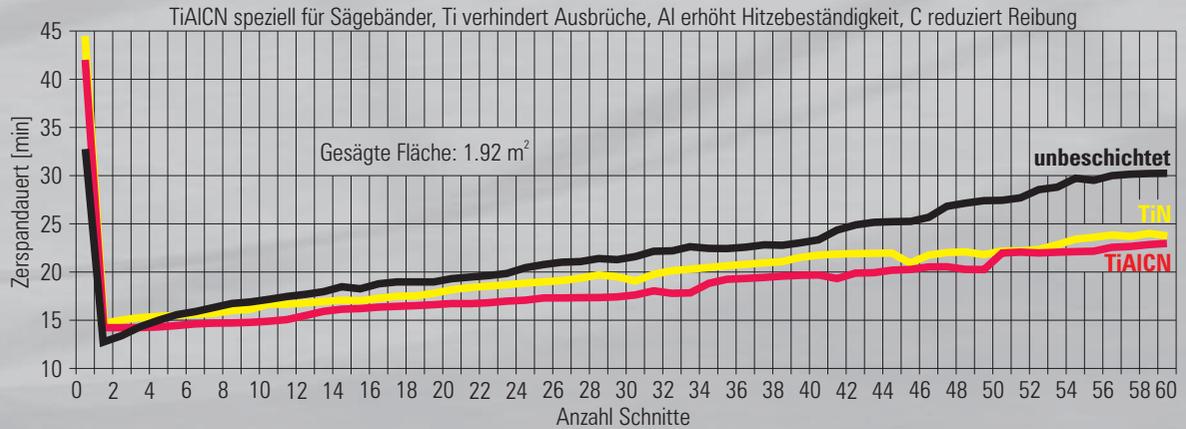


Stempel für Mobiltelefon beschichtet mit CrN Toplayer

Anwendungen

Sägen

Hoher Produktivitätszuwachs durch Sägeband-Beschichtung

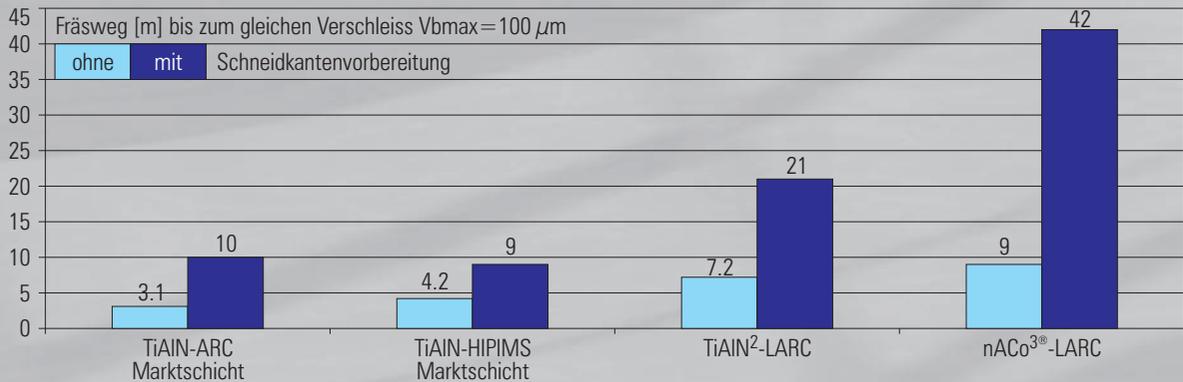


Werkzeug: Bimetall-Sägeband M42 - 41x1.3mm 3-4 ZpZ - Schneidkanten-vorbereitung: Bürsten - Werkstückmaterial: Edelstahl 1.4571 - ø200 mm - $v_c = 35$ m/min - $v_f = 13$ mm/min, $P_c = 20$ cm³/min, $f_z = 0.0027$ mm/Zahn - Kühlung: Emulsion (4%)
Quelle: Wikus, Spangenberg, Deutschland

Fräsen

Hochleistungserspanung mit optimierter Kantengeometrie

Einfluss der Kantenvorbereitung auf beschichteten VHM-Schaftfräsern. "Je besser die Schicht, desto wichtiger die Kantenvorbereitung."



Werkstückmaterial: 1.2379 - X155CrVMo12-1 - FRAISA-Schaftfräser NX-V - d=10 mm
 $z = 4 - a_e = 0.25 \times d - a_p = 1.5 \times d - v_c = 150$ m/min - $f_z = 0.05$ mm/z - MMS
Gemessen von GFE, Schmalkalden, Deutschland

Gewinden

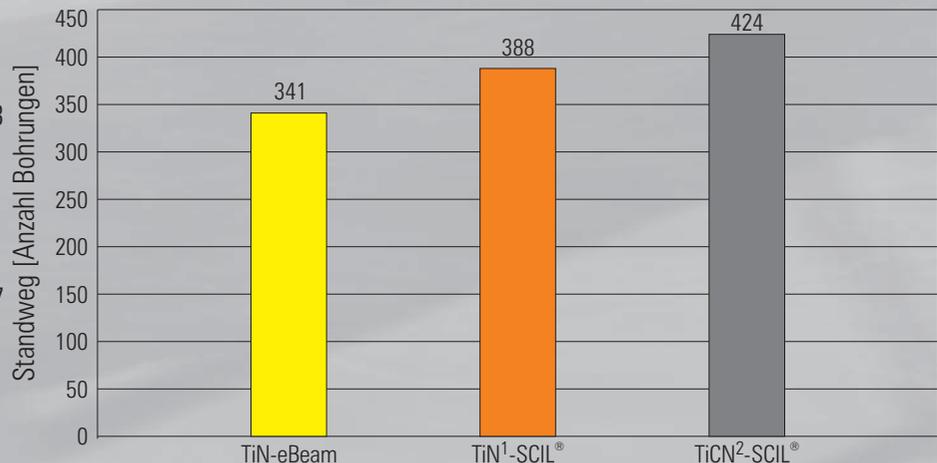
Standwegvergleich



TiN-eBeam
bei Bohrung Nr. 403

TiN¹-SCIL[®]
bei Bohrung Nr. 527

TiCN²-SCIL[®]
bei Bohrung Nr. 527



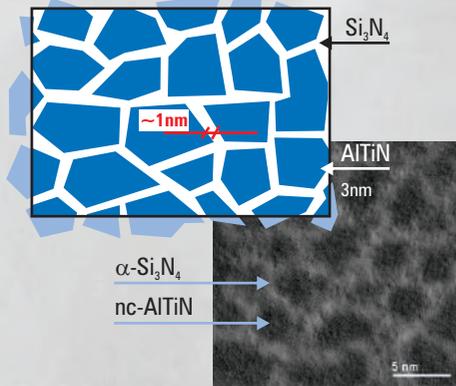
Material: 1.7225 / 42CrMo4 - Kühlmittel: Emulsion
Werkzeuge: M6 - PM-HSS-E - $v_c = 15$ m/min - $a_p = 12$ mm - Sackbohrungen

Nanocomposites

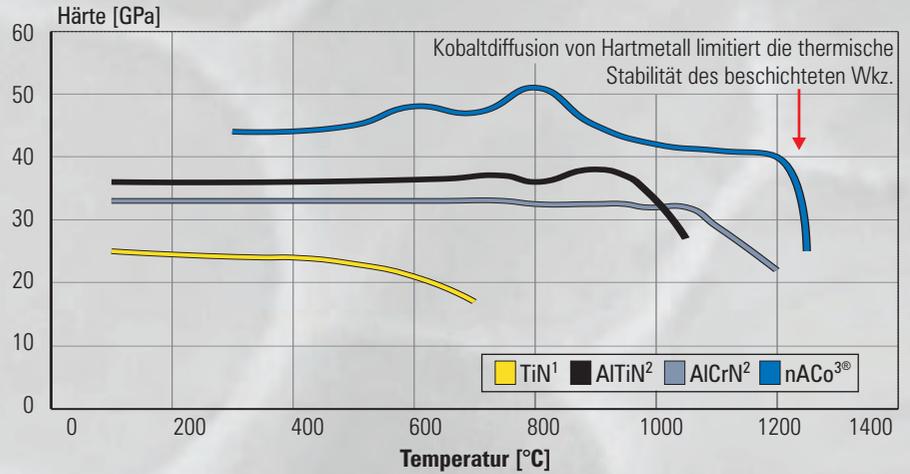
nACo[®] : AlTiN/SiN

Nanocomposites

Zusammensetzung aus nicht mischbaren Komponenten. Nanokristalline Körner sind eingebettet in eine amorphe Matrix.

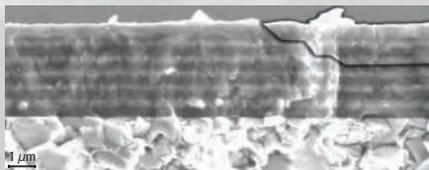


Hitzewiderstandsvergleich

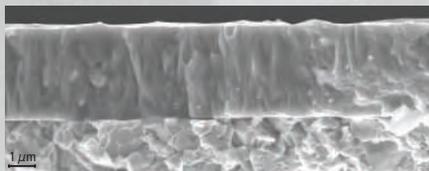


Zahnradfräsen mit WSP

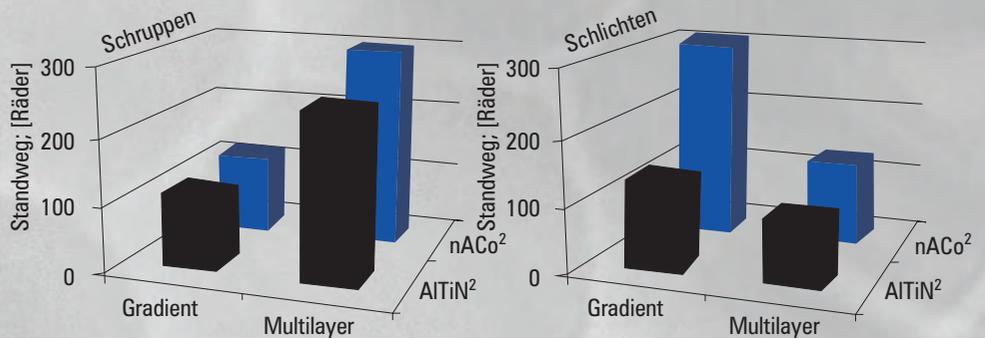
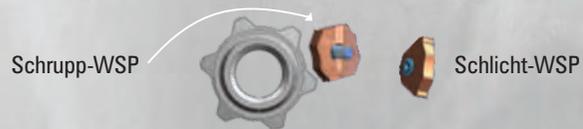
Einfluss der Schichtstruktur



Multilayer zum Schruppen:
Bei dynamischer Ladung werden die Risse bei den Grenzen von den Sublayers absorbiert.

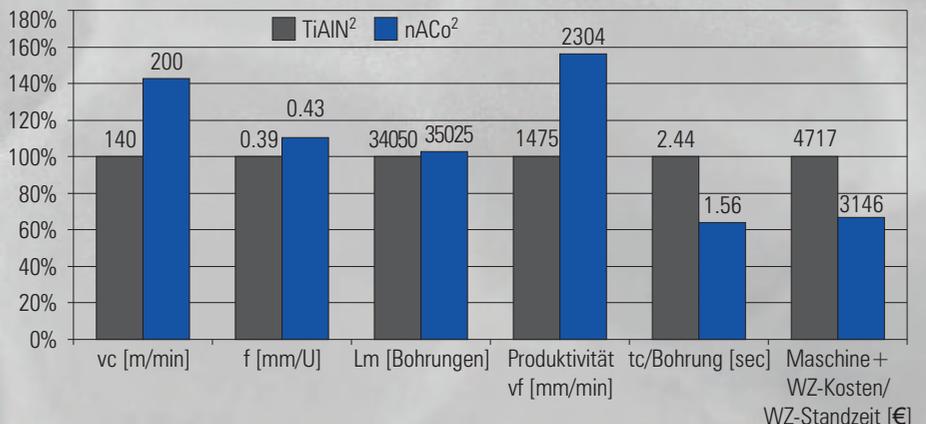


Monolayer zum Schlichten:
Höhere Härte verlängert Standzeit.



Bohren

Produktivitätssteigerung durch höhere Geschwindigkeit und Vorschub

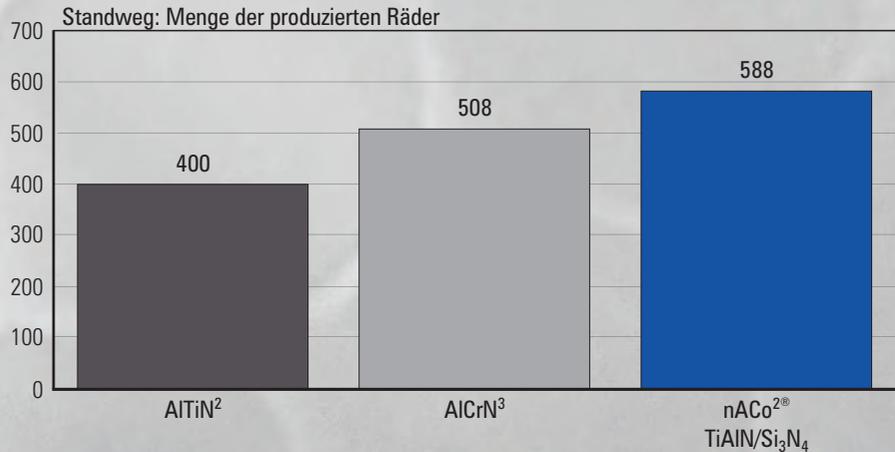


Werkstückmaterial: GGG40 – ap=60 mm
VHM-Stufenbohrer: d=7.1/12 mm – interne Kühlung mit 70 bar - 5 % Emulsion
Quelle: Sauer Danfoss, Steerings, Dänemark

Schwierige Zerspanaufgaben

Kegelradfräsen

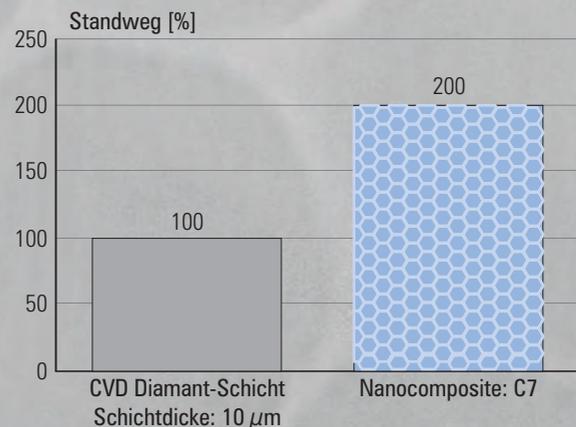
Standwegvergleich



Fräsen von Kegelrädern mit HM Tri-Ac Schneidmessern
Quelle: Gleason, Rochester, NY, USA

Bohren

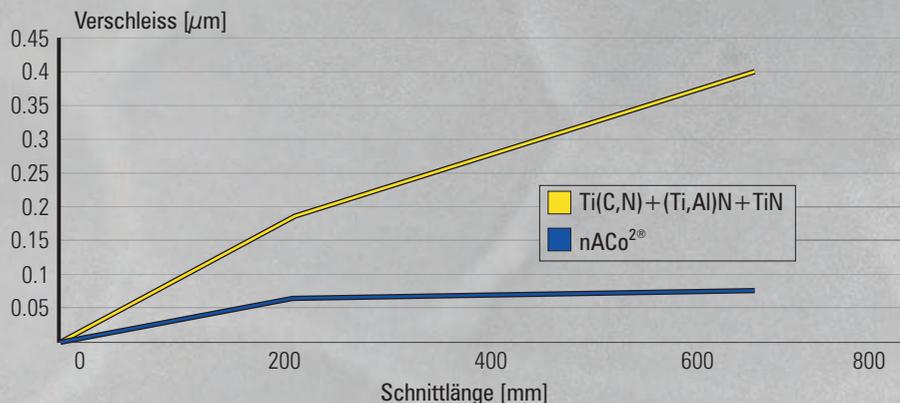
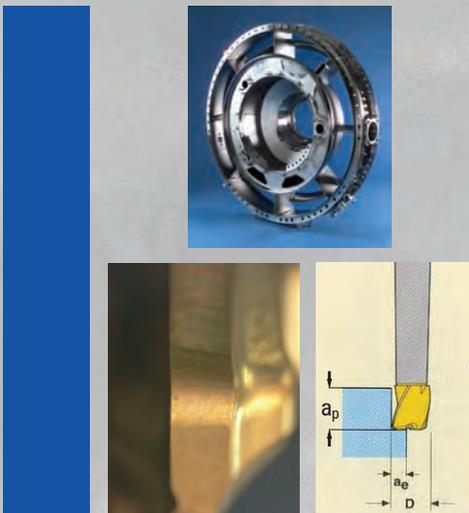
Standwegvergleich



Werkzeug: d=10/12mm VHM-Bohrer
Kompositmaterial: Kohlefaser / Aluminium
Quelle: Unimerco, Lichfield, England

Turbinenfräsen

Verschleissvergleich



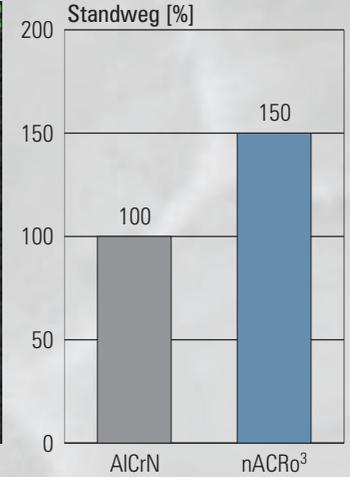
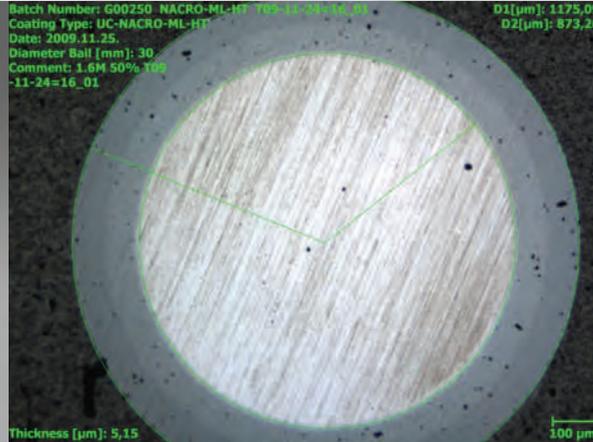
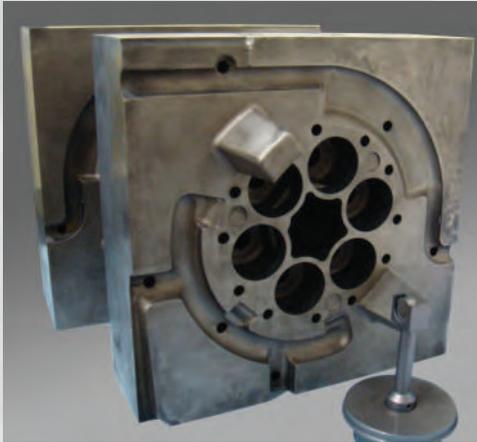
Material: IN100 - Nickel Basis - 12Cr-18Co-3.2Mo - 4.3Ti-5.0Al-0.8V-0.02B-0.06Zr
Werkzeug: HM-WSP - Minimaster MM12; D=12 mm, r=2 mm, z=2
v_c = 21 - 30 m/min, fz = 0,05 mm, a_p=20 mm, a_e=3 mm, Turbinenfräsen
Quelle: EU F&E Projekt Macharena - Volvo Aero Norge AS

Nanocomposites

nACRo[®]: AlCrN/SiN

Spritzgiessen

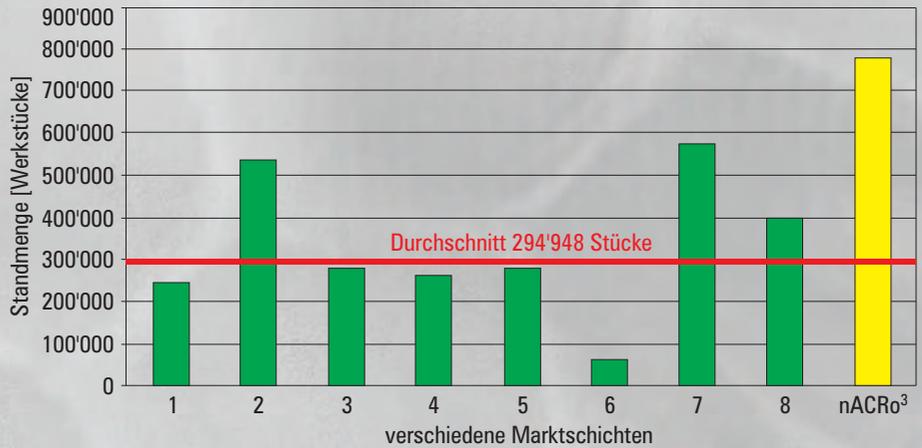
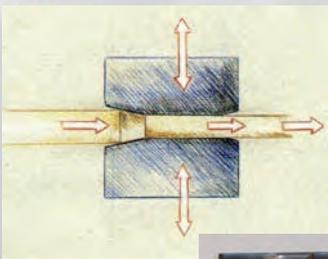
Aluminium-Spritzgiessen mit Dedicated Multilayer-nACRo



Quelle: Gibbs Die Casting Ltd. Retsag, Ungarn

Drehschmieden

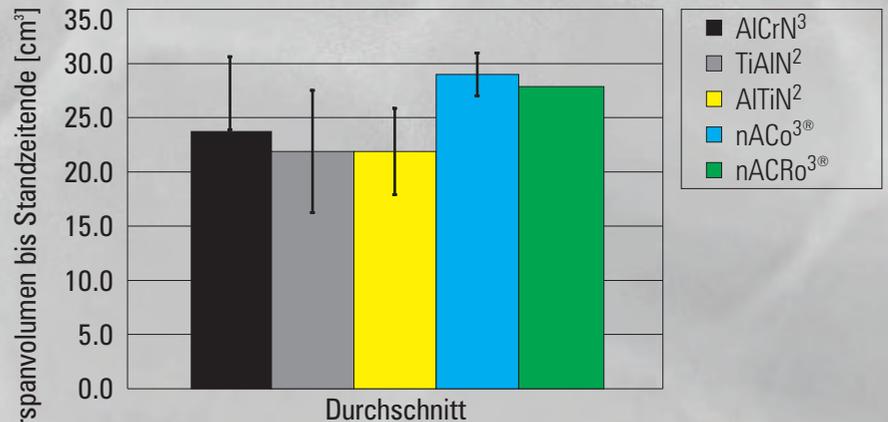
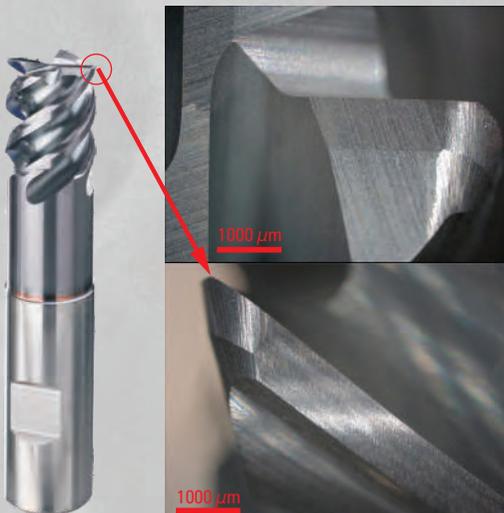
Standmengenvergleich



Quelle: GFE, Schmalkalden, Deutschland
Fa. Thyssen Krupp Presta Ilsenburg, Deutschland

Nutenfräsen

Standwegvergleich in Inconel 718

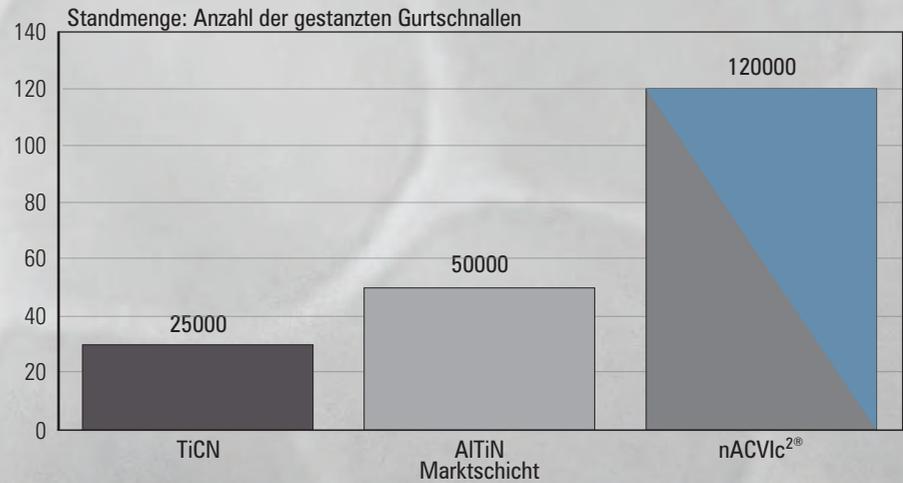


Werkzeuge: FRAISA 5325.450 NX-V, Ø10 mm z=4, Helix-Winkel 38/41°
a_s = 10 mm, a_p = 2.5 mm, v_c = 25m/min, f_z = 0.025 mm
Quelle: EU F&E Projekt MACHERENA

Anwendungen

Stanzen

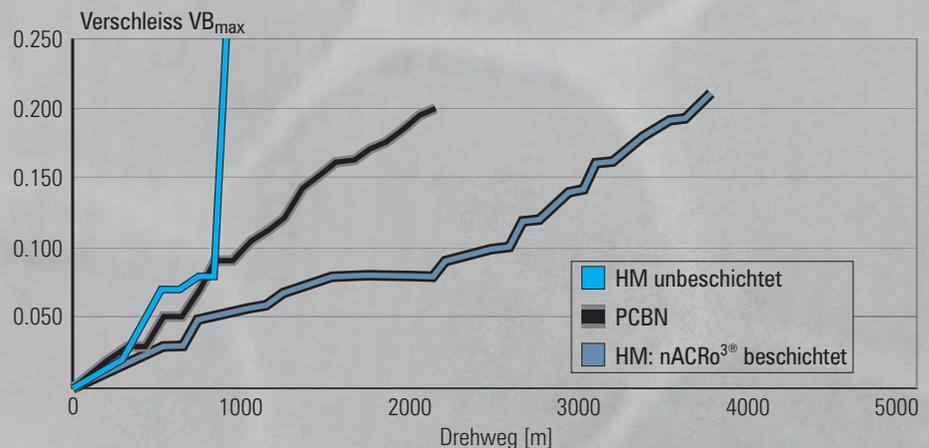
Standmengenvergleich



Material: Ck45, 3.0 mm - Quelle: Brano - Liss, Roznov, Tschechische Republik

Drehen

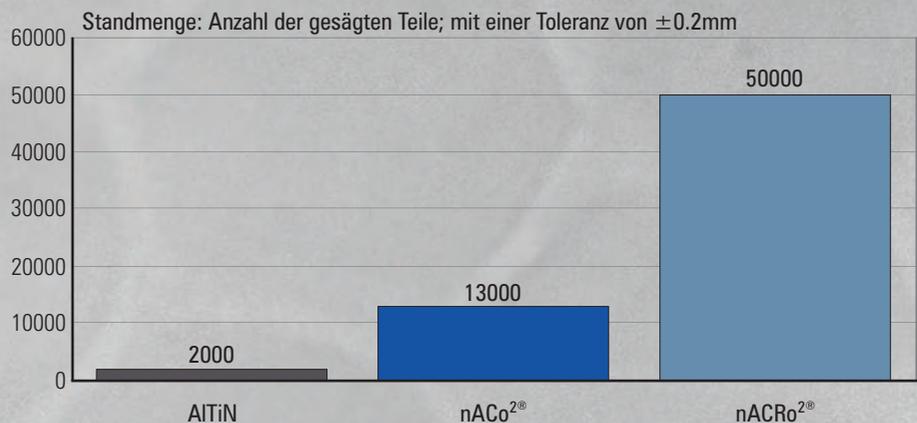
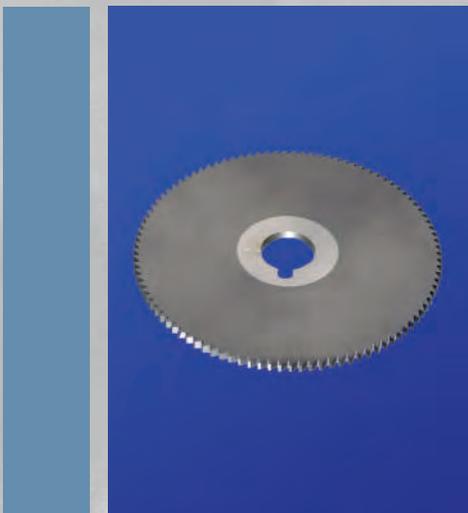
Standwegvergleich



Material: Somaloy SMC550; Leicht magnetisches Kompositmaterial $v_c = 700$ m/min, $f = 0.1$ mm/U - $a_p = 0.2$ mm
Gemessen von IWF, TU Berlin, EU F&E Projekt PM-MACH

Sägen

Standmengenvergleich



VHM-Sägeblätter, $\varnothing 125 \times 3.6$ mm, $z = 100$ – gesintertes Werkstückmaterial: Co1
 $n = 300$ U/min - $v_f = 800$ mm/min - $a_p = 35$ mm, Kühlung: Emulsion 7% - Quelle: Prétat, Selzach, Schweiz

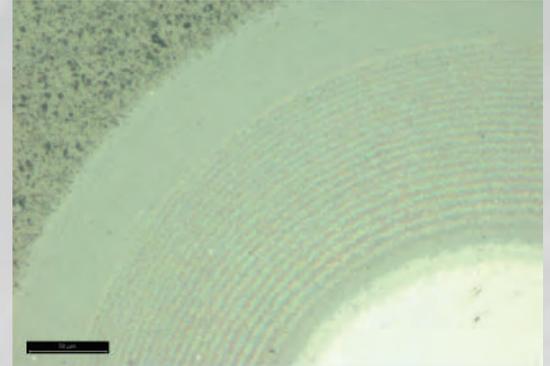
AlCrN³: Für Trockenzerspanung abrasiver Materialien

Stöchiometrie: CrN - Al/CrN-ML - AlCrN

π^{11PLUS}	: 1: Al	- 2: Cr		
π^{411}	: 1: keine	- 2: Al	- 3: Cr	- 4: AlCr ₃₀
PL^{1011}	: 1: Cr	- 2: AlCr _{36}}	- 3: keine	- 4: AlCr _{36}}
π^{1511}	: 1: Ti	- 2: Al	- 3: Cr	- 4: AlCr ₃₀ - 5: AlCr ₃₀

AlCrN³+ : AlCrN³ gedopt mit Titan: TiN - AlTiN - Al/CrN-ML

π^{411}	: 1: Ti	- 2: Al	- 3: Cr	- 4: AlTi ₃₃
-------------	---------	---------	---------	-------------------------



ALL³: AlTiCrN³: Universell für Zerspanung und Umformen

Stöchiometrie: Ti(Cr)N - Al/CrN-ML - AlTiCrN

π^{11PLUS}	: 1: Al	- 2: CrTi _{15}}		
π^{411}	: 1: Ti	- 2: Al	- 3: Cr	- 4: keine
PL^{1011}	: 1: Cr	- 2: AlTi _{33}}	- 3: AlTi _{33}}	- 4: AlCr ₃₆ (AlTiCrN-G)
PL^{1011}	: 1: Cr	- 2: AlTi _{33}}	- 3: Cr	- 4: AlTi ₃₃ (AlTiCrN-ML)
π^{1511}	: 1: Ti	- 2: Al	- 3: Cr	- 4: AlTi ₃₃ - 5: AlTi



nACo³: Für universellen Einsatz, Drehen, Bohren

Stöchiometrie: TiN - AlTiN - nACo

π^{411}	: 1: Ti	- 2: AlSi _{18}}	- 3: keine	- 4: AlTi ₃₃
PL^{1011}	: 1: Ti	- 2: AlTi _{33}}	- 3: AlTi ₃₀ Si ₁₀	- 4: AlTi ₃₃



nACRo³: Für Superlegierungen, Fräsen, Abwälzfräsen

Stöchiometrie: CrN - AlTiCrN-ML - nACRo

π^{411}	: 1: Ti	- 2: AlSi _{18}}	- 3: Cr	- 4: AlTi ₃₃
PL^{1011}	: 1: Cr	- 2: AlCr ₃₀ Si ₁₀	- 3: Cr	- 4: AlCr ₃₆



TiXCo³: Für superharte Bearbeitung, Fräsen, Bohren

Stöchiometrie: TiN - nACo - TiSiN

π^{11PLUS}	: 1: Al	- 2: TiSi ₂₀	(TiXCo ³ ^{eco})	
$\pi^{411} eco$: 1: Ti	- 2: Al	- 3: TiSi ₂₀	- 4: keine
π^{411}	: 1: Ti	- 2: Al	- 3: TiSi ₂₀	- 4: AlTi ₃₃
PL^{1011}	: 1: Ti	- 2: AlTi _{33}}	- 3: TiSi ₂₀	- 4: AlTi ₃₃



BorAC³: Fürs Fräsen und Abwälzfräsen

Stöchiometrie: CrN - AlCrN - AlCrTiBN

$\pi^{411} eco$: 1: AlCrB	- 2: Al	- 3: Cr	(BorAC ³ -ARC)
π^{411}	: 1: Ti	- 2: Al	- 3: Cr	- 4: TiB ₂
PL^{1011}	: 1: Ti	- 2: AlCrB	- 3: Cr	- 4: AlCrB (BorAC ³ -ARC)





QUADCoatings⁴[®]

ALL⁴[®] : AlCrTiN⁴: Universell für Zerspanung und Umformen

Stöchiometrie: CrTiN - AlCrTiN-G - Al/CrN-ML - AlCrTiN - (CrCN optional)

π^{477} : 1: Ti - 2: Al - 3: Cr - 4: AlCr₃₀

π^{1511} : 1: Ti - 2: Al - 3: Cr - 4: AlCr₃₀ - 5: AlCr₃₀



ALL⁴[®] *eco*: Dedicated für grosse Abwälzfräser

Stöchiometrie: CrTiN - AlCrTiN-G - Al/CrN-ML - AlCrTiN - (CrCN optional)

π^{477} : 1: CrTi₁₅ - 2: Al - 3: Cr - 4: keine

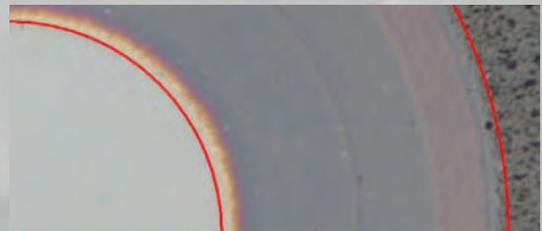


nACo⁴[®] : Für universellen Einsatz, Drehen, Bohren

Stöchiometrie: TiN - AlTiN-G - AlTiN-ML - nACo

π^{477} : 1: Ti - 2: Al - 3: AlSi₁₈ - 4: AlTi₃₃

π^{1511} : 1: Ti - 2: Al - 3: TiSi₂₀ - 4: AlTi₃₃ - 5: AlTi₃₃



nACrO⁴[®] : Für Superlegierungen, Fräsen, Abwälzfräsen

Stöchiometrie: CrN - AlCrN-G - AlCrN-ML - nACrO

π^{477} : 1: Cr - 2: AlSi₁₈ - 3: Cr - 4: AlCr₃₀

π^{1511} : 1: keine - 2: AlSi₁₈ - 3: Cr - 4: AlCr₃₀ - 5: AlCr₃₀



TiXCo⁴[®] : Für superharte Bearbeitung

Stöchiometrie: TiN - nACo-G - AlTiCrN/SiN - TiSiN

π^{477} : 1: Ti - 2: Al - 3: TiSi₂₀ - 4: AlCr₃₀

π^{1511} : 1: Ti - 2: Al - 3: TiSi₂₀ - 4: AlTi₃₃ - 5: AlTi₃₃



nACoX⁴[®] : Für HSC Trockendrehen und Fräsen

Stöchiometrie: TiN - AlTiN - nACo - AlCrON

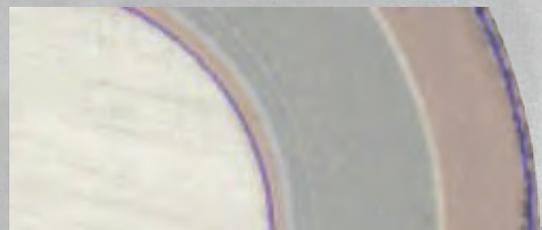
π^{477} : 1: Ti - 2: AlSi₁₈ - 3: AlCr₄₅ - 4: AlTi₃₃



BorCO⁴[®] : Für Hartbearbeitung und für Superlegierungen

Stöchiometrie: CrTiSiN - AlCrN - AlCrTiBN - TiSiN

π^{477} : 1: TiSi₂₀ - 2: Al - 3: Cr - 4: TiB₂

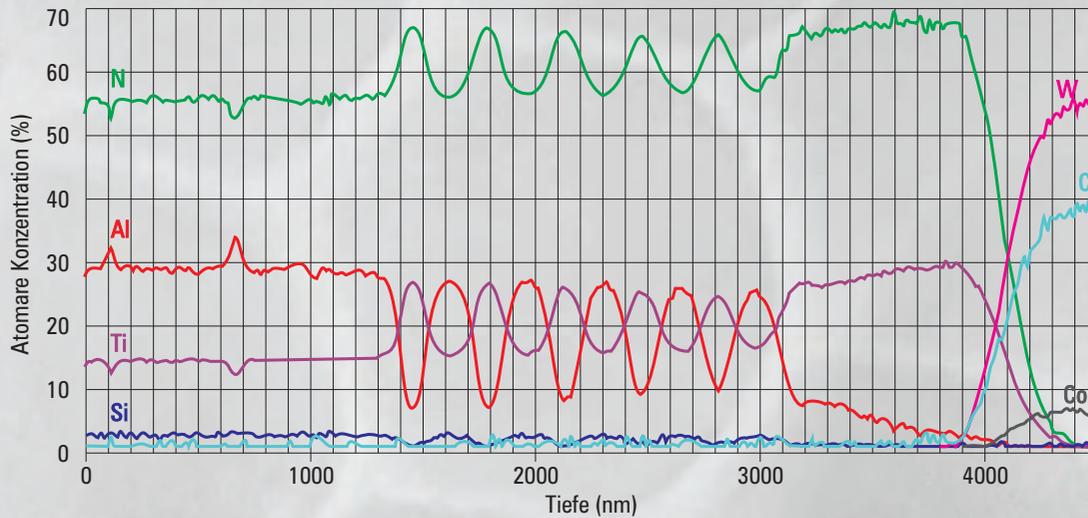


TripleCoatings³[®]

nACo³[®] & nACRo³[®]

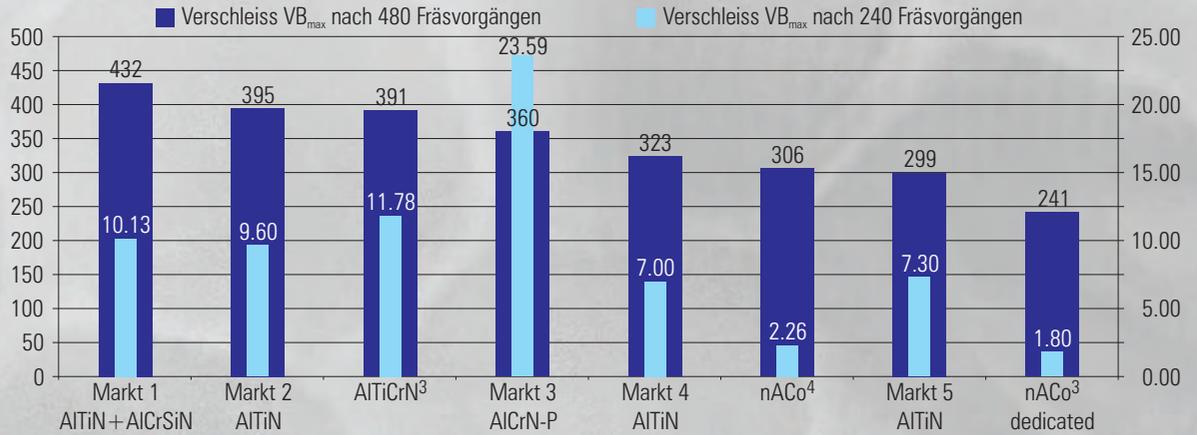
Triple-Schichtstruktur

Tiefenprofil von nACo³[®]



Fräsen

Benchmarking in hochlegiertem Stahl



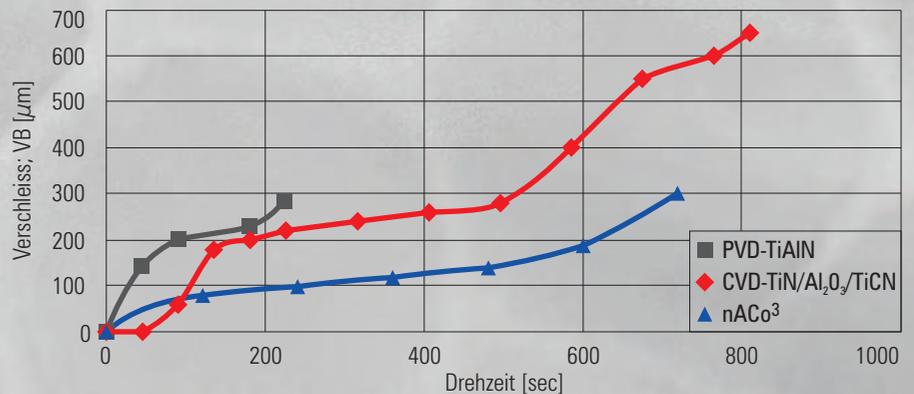
Material: SUS316 Handygehäuse – VHM-Schaftfräser, D4 - z=4 – Zerspanlänge 6 mm – a_p=0.1

a_e=4.0 – v_c=100.53 m/min – n=8000 min⁻¹ – f_t=0,0625 mm/z – f=0,2500 mm/U – v_r=2000 mm/min – Kühlmittel: Emulsion

Quelle: Füllanti, Shenzhen, China

Trockendrehen

TripleCoatings³[®] im Standzeitvergleich zur CVD-Schicht



Material: rostfreier Stahl AISI 316L - WSP: Sandvik CNMG 12 04 08

v_c=290 m/min- ap=0.8 mm - f=0.24 mm/U - Trocken

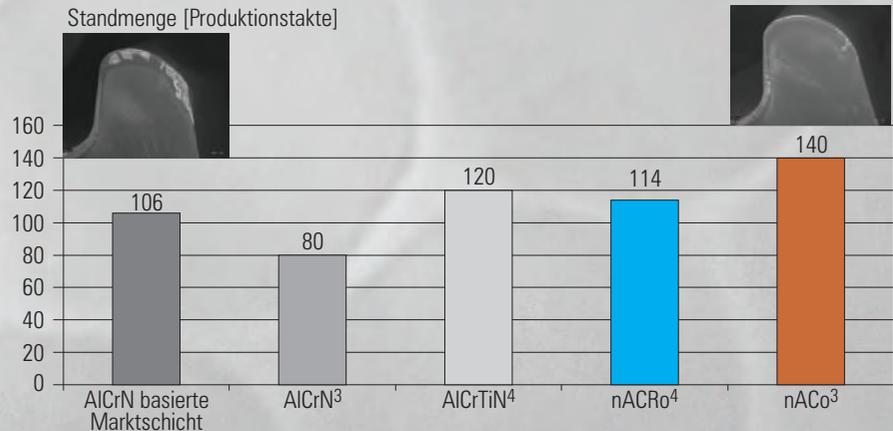
Standwegkriterien: VB_{max} ≤ 300 μm - KT_{max} ≤ 130 μm - N8 (Ra < 3.2 μm - Rz < 12.5 μm)

Quelle: EIG, Genf, Schweiz

Anwendungen

Drehen - Einstechen

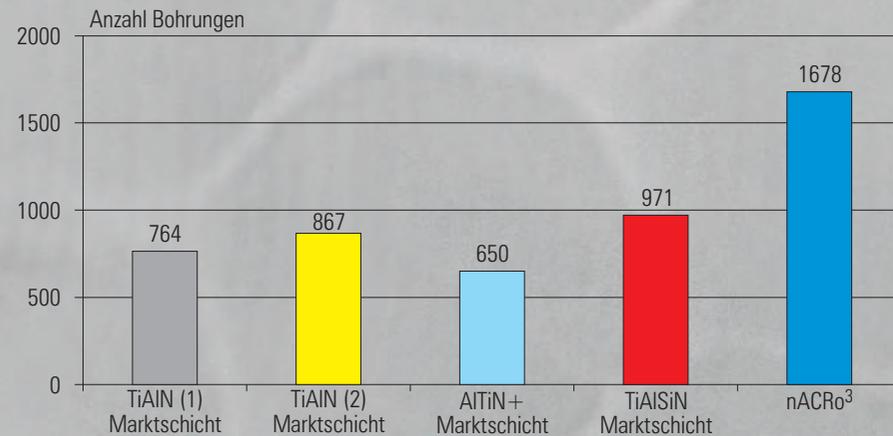
Standmengenvergleich



Material: Turbinengehäuse – Gusschromstahl - D1123A0 als GX40N9CrSiNb38-19 (1.4849), aber reduzierter Ni-Gehalt
 $v_c = 63 \text{ m/min} - f = 0.1 \text{ mm/U} - \text{Minimalschmierung} - \text{Getestet von Daimler, Stuttgart, Deutschland}$

Bohren

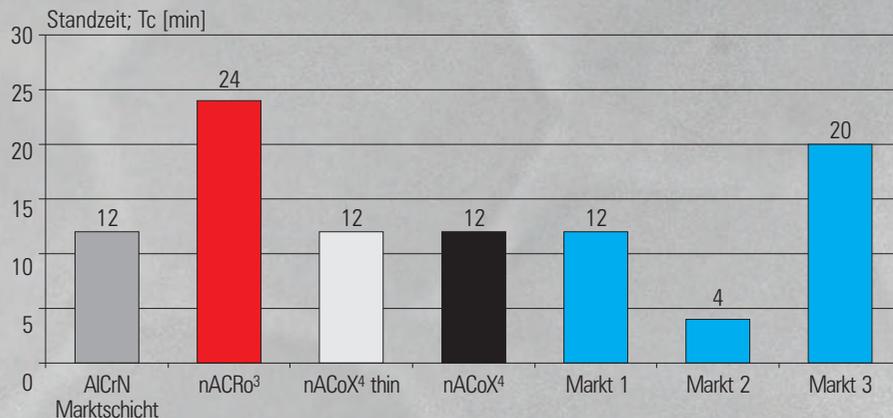
Standwegvergleich



VHM-Bohrer $\varnothing 8 \text{ mm} - \text{DIN6539-D8} - \text{Werkstückmaterial } 42\text{CrMeV} - \text{HRC } 30\sim 32;$
 kontinuierlicher Schnitt - Bohrtiefe $a_p = 24 \text{ mm} - v_c 150 \text{ m/min} - 5968 \text{ U/min} - \text{Vorschub/U } f = 0.15 \text{ mm};$
 Vorschubrate $v_f = 895 \text{ mm/min} - \text{Kühlmittel } 8\% - \text{Quelle: TDC Dalian, China}$

Fräsen mit Kühlung im Edelstahl

nACRo³: Höchster Widerstand gegen Temperaturänderungen



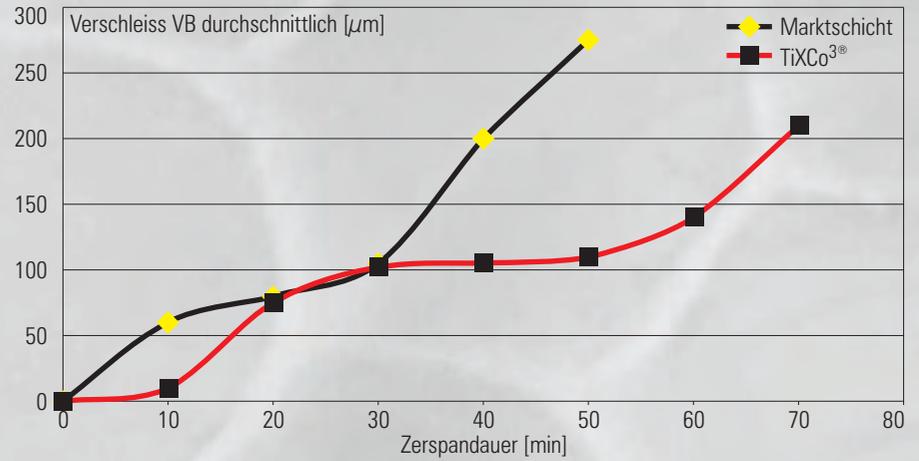
Werkzeug: Fräskopf mit SDMT-WSP - Kühlung: Emulsion
 Material: Rostfreier Stahl - A500 = <1.4301> X5CrNi18-10
 $v_c = 200 \text{ m/min} - n = 1273 \text{ U/min} - a_p = 3 \text{ mm} - a_e = 32 \text{ mm} - f_z = 0,2 \text{ mm}$

TripleCoatings³[®] TiXCo³[®] für harte Aufgaben

Fräsen mit TiXCo³[®]



TiSiN (Si > 20%) in gehärtetem Stahl mit 54 HRC

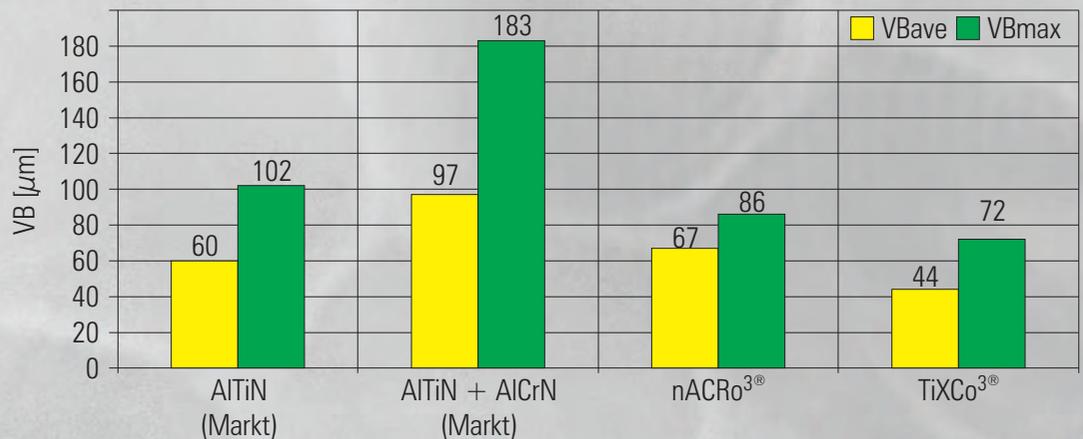


Material: Kalter Arbeitsstahl - 1.2379 - SKD11 - Werkzeug: d=10 mm - z=2
 $v_c=100$ m/min - $a_p=0.3$ mm - $a_e=5.5$ mm - $f_z=0.165$ mm - MMS

Superhart-Fräsen



Verschleissvergleich

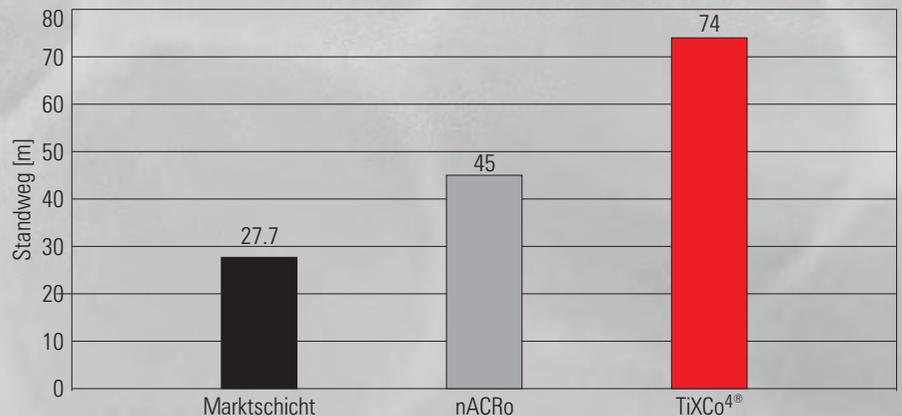


Torus Schaftfräser in Kaltarbeitsstahl X210Cr12 (1.2080) - 61.5 HRCø 8 mm - z=4 - $a_p=0.1$ mm - $a_e=3$ mm $v_c=100$ m/min
 $n=4000$ min⁻¹ - $f_z=0.2$ mm - $v_f=3200$ mm/min - trocken - Quelle: Entwicklungsprojekt LMT Fette-PLATIT

Fräsen in rostfreiem Stahl



Standwegvergleich

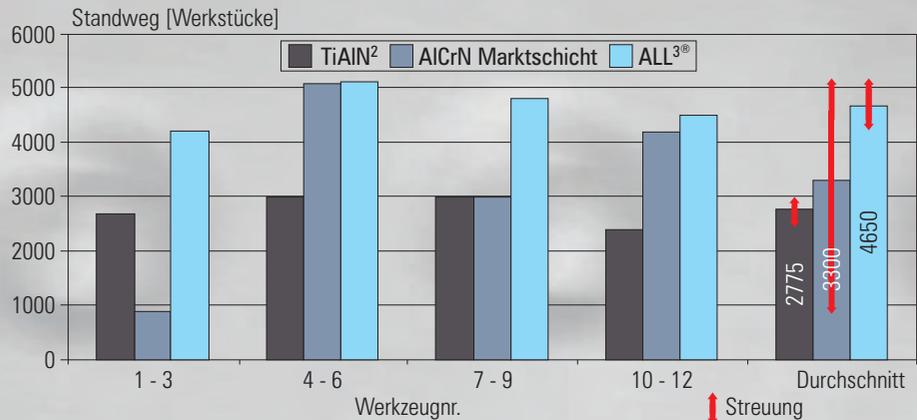


Werkzeug: Schaftfräser - d=10 mm - Kriterien: Verschleiss ≤ 0.3 mm
 Werkstück: Edelstahl - X2CrNiMo - Kühlmittel: Emulsion
 $v_c=250$ m/min, $f=3000$ mm/min, $a_p=0.3$ mm, $a_e=4$ mm

TripleCoatings³® Anwendungen der PL¹⁰¹¹

Abwälzfräsen

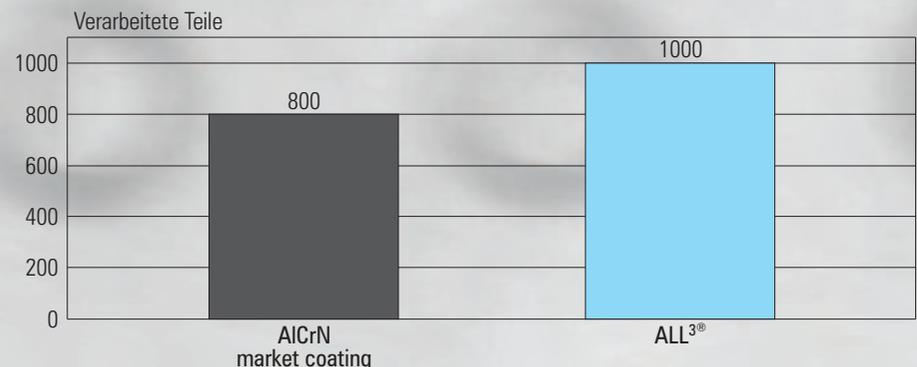
Standwegvergleich



Werkstück Mat.: 34CrNiMo6 (1.6582)
 vc=45m/min, fn=0.12 mm/U, RPM=500
 Kühlung: Öl - Quelle: Unimerco, Sund, Dänemark

Abwälzfräsen

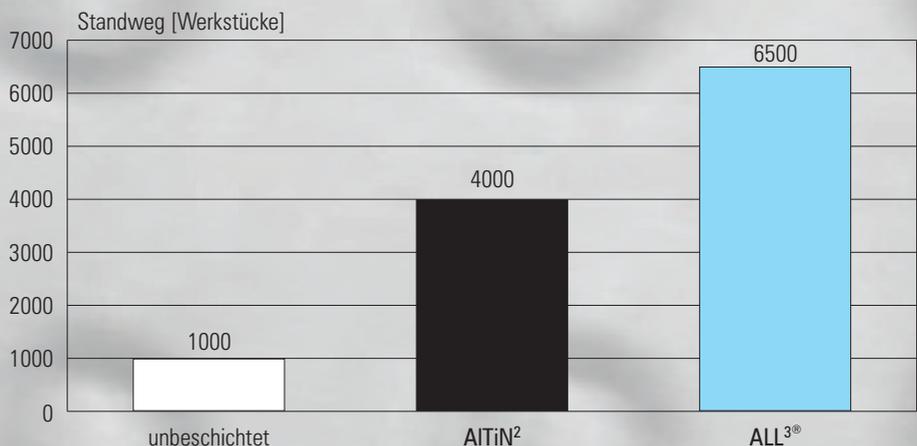
Standwegvergleich



Verarbeitung von Planetenrädern; Werkstück Mat.: 212 M; Breite des Werkstücks: 63 mm
 Werkzeuge: HSS Schneidräder ø95 x 150 mm
 Schruppen: vc=120 m/min - f=2 mm/U
 Schlichten: vc=140 m/min - f=1.5 mm/U
 Standwegkriterium: Serie von 200 Teilen ohne Profilversatz (sehr kleine Toleranz)

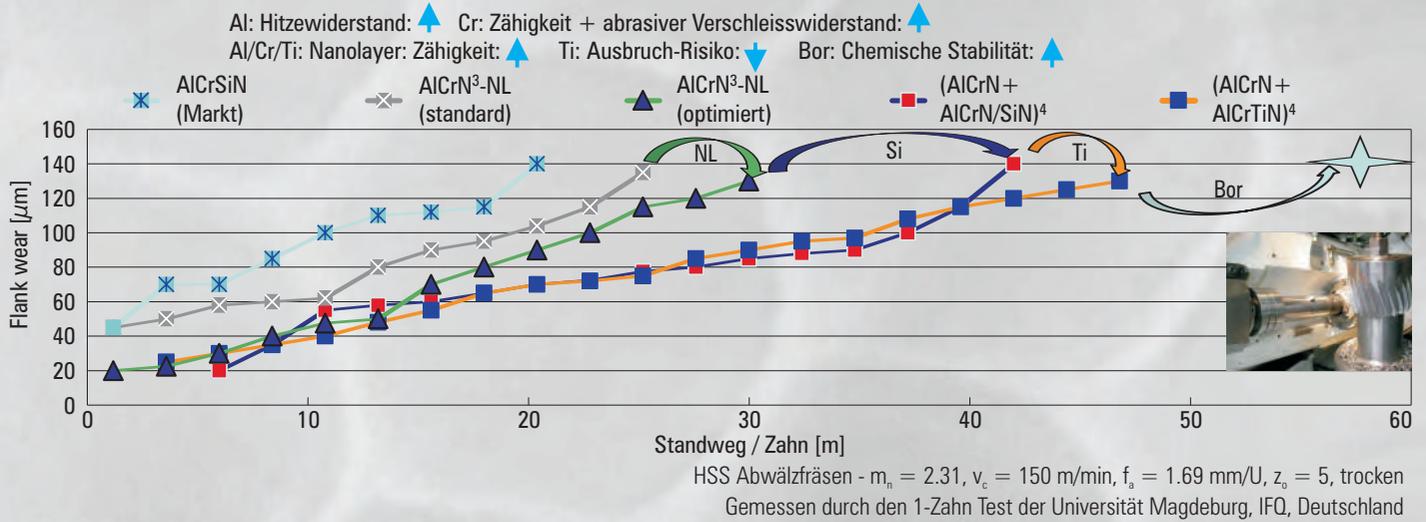
Sägen

Standwegvergleich



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

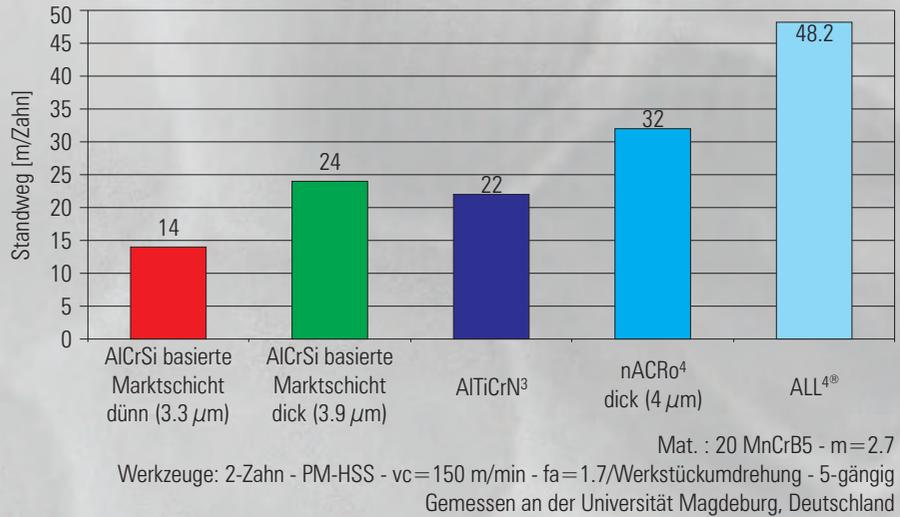
Verwendung von Schichtmaterialkomponenten zur Leistungssteigerung



Abwälzfräsen



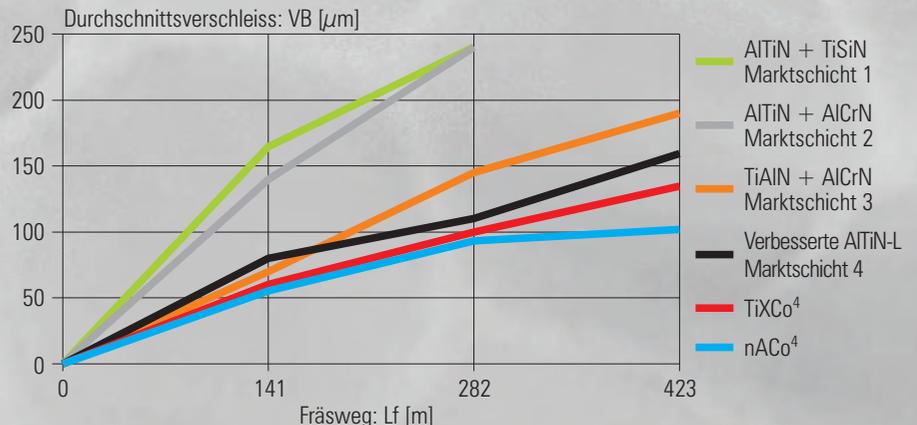
Standwegvergleich bei trockenem Abwälzfräsen



Fräsen



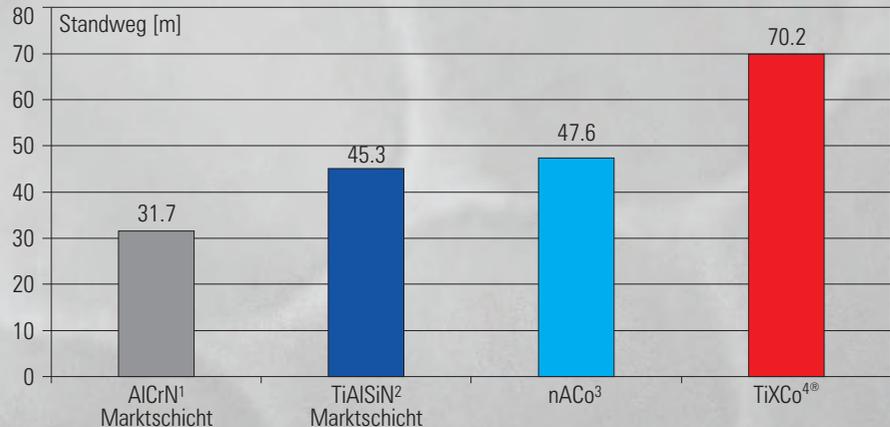
Verschleissvergleich beim Hartfräsen mit WSP



Anwendungen

Bohren

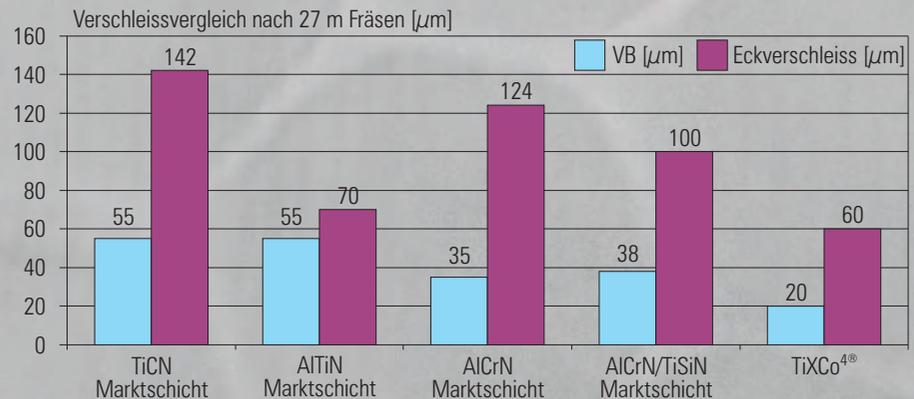
Standwegvergleich in hochlegiertem Stahl



Werkstückmaterial: X155CrVMo12 - 1.2379 - R_m = 1150 N/mm² - Kühlmittel: Emulsion 7%
 Werkzeug: HM-Bohrer: ø6.8 mm; Schneidenpräparation: 50 µm - Schichtdicke: 3 µm
 $v_c = 70$ m/min - $f = 0.16$ mm/U - $a_p = 15$ mm - Getestet durch GFE, Schmalkalden, Deutschland

Fräsen

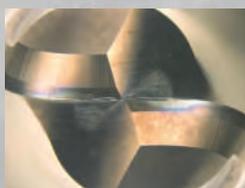
Verschleissvergleich im Warmarbeitsstahl, 54HRC



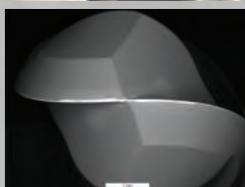
Werkzeug: VHM-Fräser - d=8 mm - $v_c = 100$ m/min - $a_p = 4$ mm - $a_e = 0.03$ mm
 Kühlmittel: Emulsion - Schichtdicke: 2 µm - Schneidenradius: 7 µm - Schnittlänge: 27 mm
 Werkstückmaterial: Warmarbeitsstahl - 1.2344 / SKD61 - 54 HRC
 Quelle: Werkzeughersteller, China

Verschleissverhalten-Vergleich beim Hartfräsen nach $t_c = 140$ min

Beschichter B
140 min Fräszeit

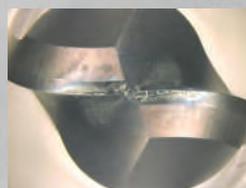


Lichtmikroskop

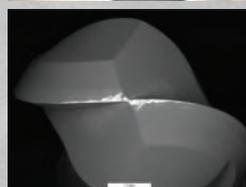


REM / BSE-Modus

Beschichter C
140 min Fräszeit

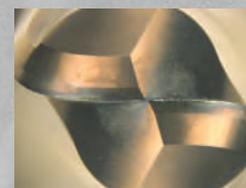


Lichtmikroskop



REM / BSE-Modus

TiXCo³®-AlTi
140 min Fräszeit



Lichtmikroskop

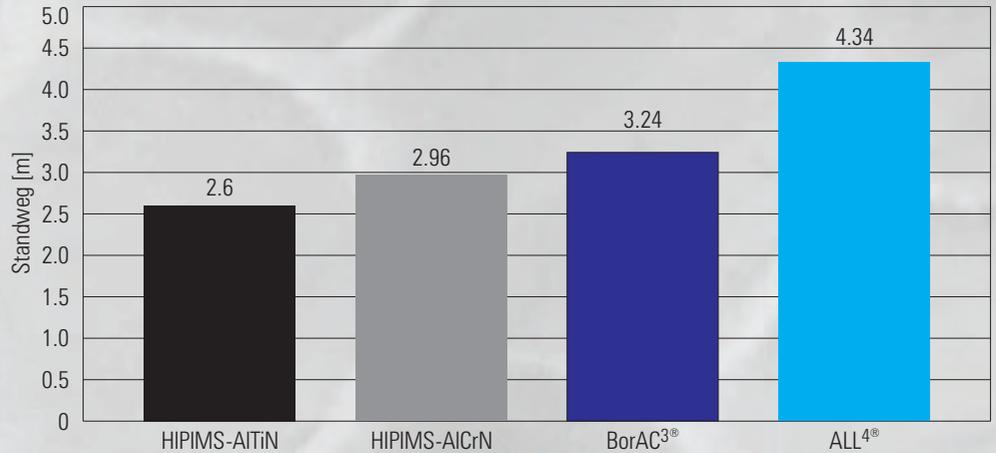


REM / BSE-Modus

Werkstück: 1.2379 (60 HRC) – Werkzeug: d=10 mm – Kugelkopffräser – Schruppen: $v_c = 87$ m/min – $f_z = 0.065$ mm – $a_p = 0.4$ mm – $a_e = 0.4$ mm
 Schichten: $v_c = 167$ m/min – $f_z = 0.07$ mm – $a_p = 0.12$ mm – $a_e = 0.12$ mm – Quelle: Fraisa, Bellach, Schweiz

ALL⁴[®]

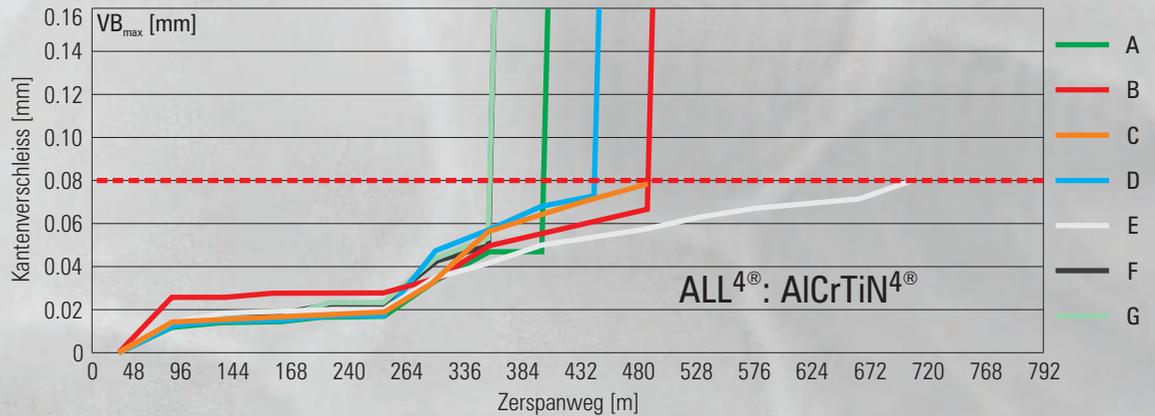
Standwegvergleich in wärmebehandeltem Stahl



Material: Werkzeugstahl, 1.2312, HRC 28.4, $a_p = 14$ mm, $a_e = 0.6$ mm, $v_c = 177$ m/min
Werkzeug: d=8 mm, Fraisa NB-NVDS, z=4, $f_z = 0.18$ mm/Zahn – trocken

ALL⁴[®]: AlCrTiN⁴[®]

Verschleissvergleich beim Fräsen

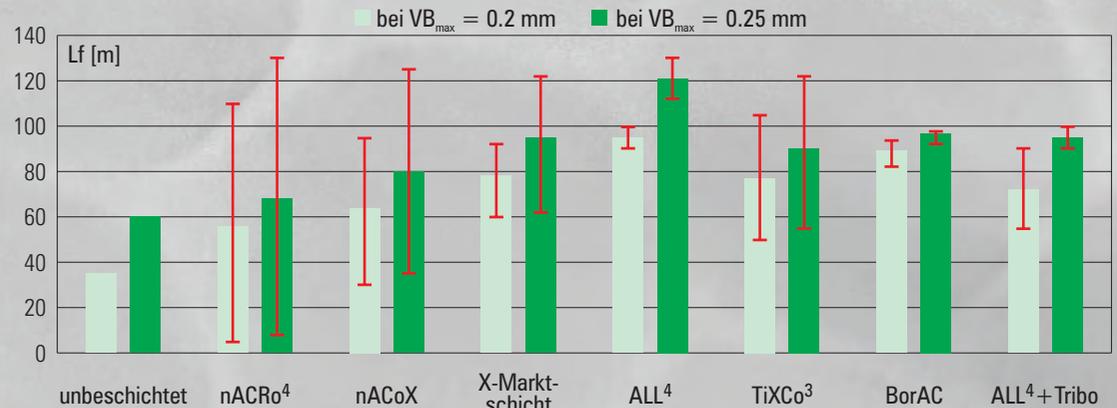


A, B, C, D, F, G
Marktschichten

Maschine: DMC80 linear – Material: 42CrMo4 160x50x300 – Schruppen – 6% FU60 externe Emulsion
Werkzeug: H4038217-3-0.2 D3 R0,2 z4 – $D_c = 3$ mm

Trochoidales Fräsen

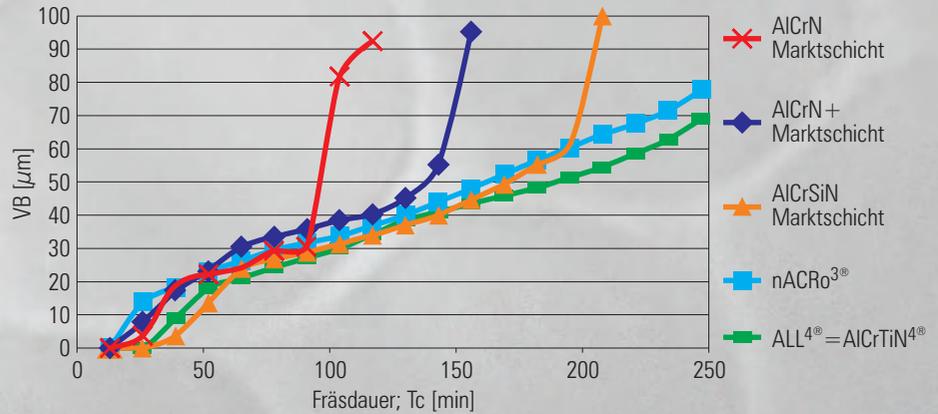
Standwegvergleich beim Schruppen in Nickel-basiertem Material



Werkstück: dünnwandige Stege mit Inconel 718 – Werkzeug: VHM-Torus-Schaftfräser d=10 mm – z=4
 $v_c = 90$ m/min – $a_e = 0.1$ mm – $a_p = 12$ mm – $f_z = 0.21$ mm/t
Kühlmittel: Blaser Swisslube B-Cool 9665 – Gemessen von GFE Schmalkalden, Deutschland

Anwendungen

Standwegvergleich beim Fräsen mit QuadCoatings^{4®}

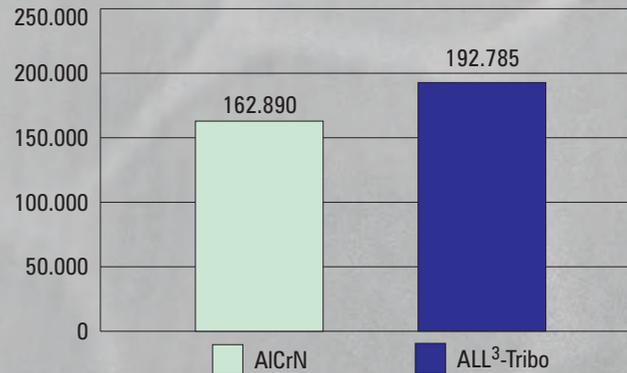


Werkzeuge: VHM-Schaftfräser – d=8 mm – z=4 – ap=5 mm – a=3.5 mm –
vc=110 m/min – f=0.24 mm/U – Werkstückmaterial: DIN 1.2085 – X33CrS16 – 31 HRC –
externe Minimalschmierung

Standmengenvergleich



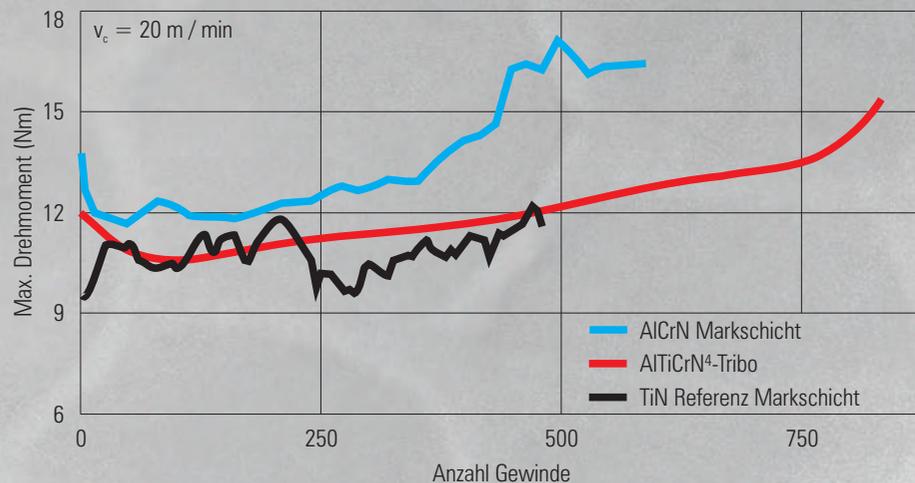
Anwendungen mit ALL⁴® + Tribo beim Feinstanzen



Stanzenmaterial BÖHLER S600 (58-60 Hrc) & K890 (60-62 HRC)
Zerspanstanzen mit Öl als Kühlmittel – Stanzhöhe / min: 25 bis 40
Werkstückmaterial: S420-MC (EN-10149-2) & S275JR (EN-10125) - Materialdicke 4.5 bis 7 mm
Quelle: HCNF, Italien

Gewindeformen

Spindeldrehmoment gemessen in hochfestem Stahl



Werkstückmaterial: 40CrMnMo7 - R_m = 945 N/mm²
Tool: M8-InnoForm1-Z - HSSE 23/1 – Ø7.4 – a_p = 1.5x d – Minimalmengenschmierung (MMS)

Oxide und Oxinitride

als QUAD Coatings⁴[®]

Ziele der oxidischen und oxinitridischen Schichten

Trennung von Werkzeug und Werkstück zur Verminderung der chemischen Affinität in trockenen Zerspanprozessen bei hoher Temperatur

Verschleisschutz

- gegen adhäsiven Verschleiss
- gegen abrasiven Verschleiss
- stabil gegen weitere Oxidation, Vermeidung von Oxigendiffusion
- chemische und thermische Isolierung

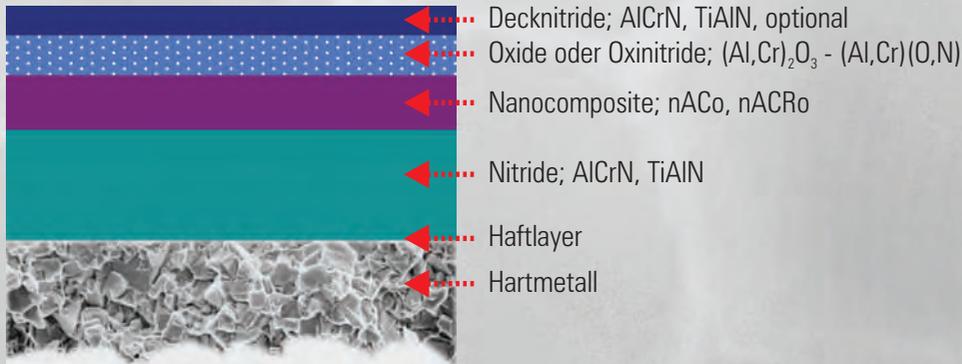
Reibungsreduzierung

- bei Temperaturen über 1000°C
- Reduzierung von Aufbauschneiden und
- Reduzierung von Materialinterdiffusion in der tribologischen Kontaktzone
- chemische Indifferenz

Schichtarchitektur

- Sandwich wie bei CVD
- Metallnitride notwendig um Risse und plastische Deformation zu vermeiden

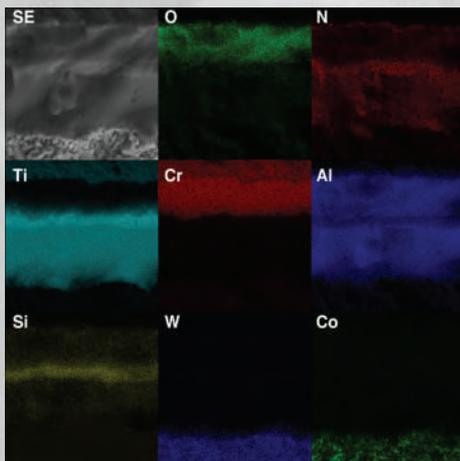
Schichtarchitektur



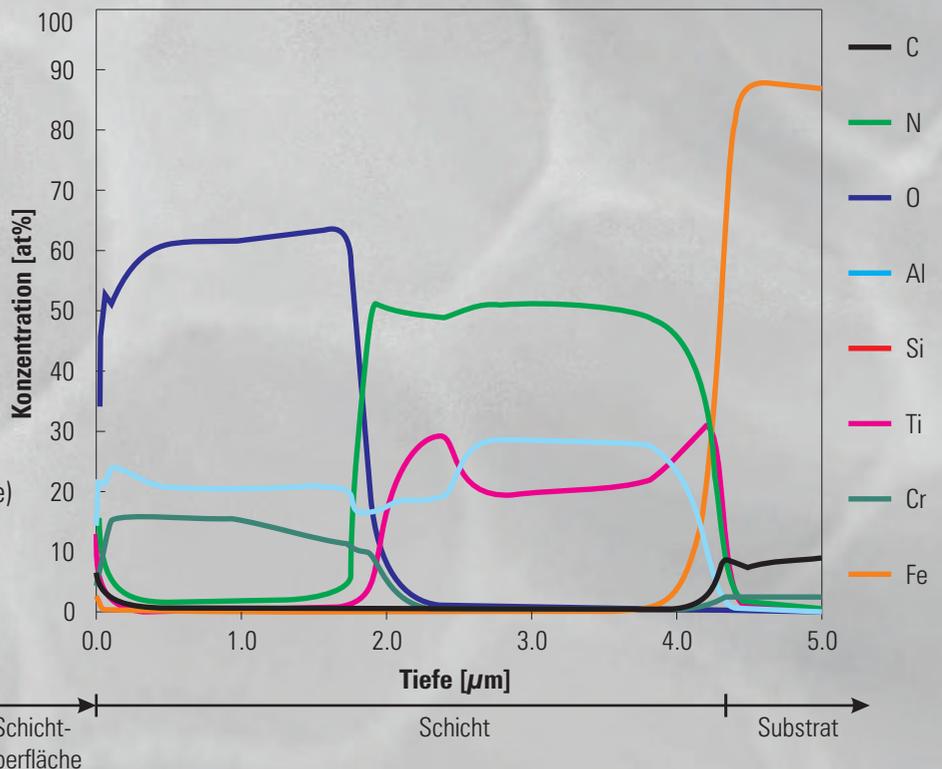
Eigenschaften von nACoX⁴[®]

- Verhältnis Nitrogen zu Oxigen: N/O: 50/50% – 80/20%
- Typische Schichtdicke auf WSP zum Drehen: 4 - 18 μm
- Typische Gesamthärte: 30 GPa
- Typischer Young's Modulus: ~400 GPa

Tiefenprofile von nACoX⁴[®]

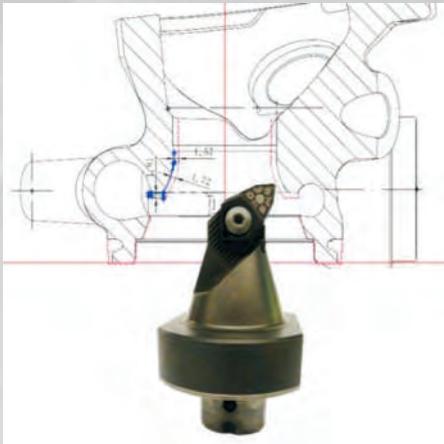


EDX-(Energiedispersive Röntgenspektroskopie) Schichtkarte, welche die Verteilung der Elemente in der Tiefe der Schicht zeigt

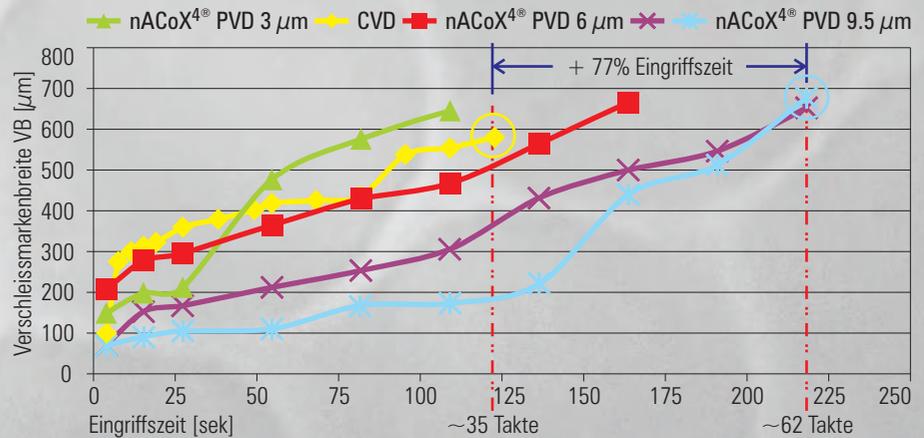


Anwendungen

OXI-Option: Oxydische Quad-Schichten vs. CVD beim Drehen hochlegierter Stähle



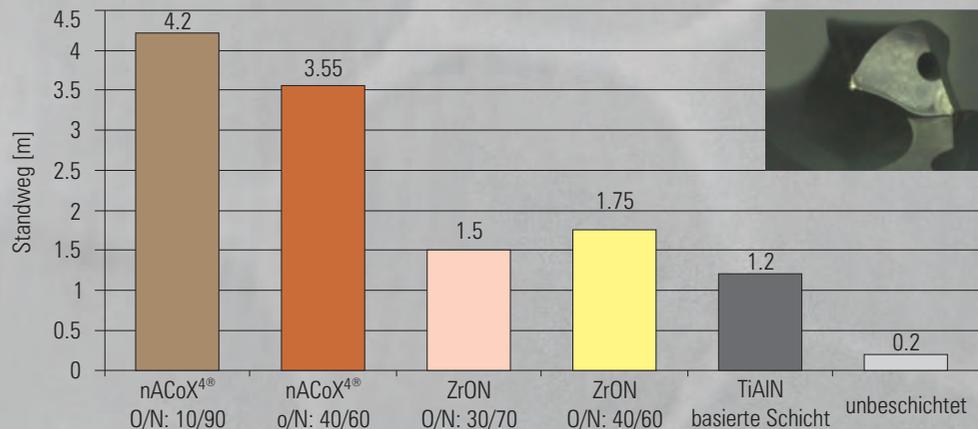
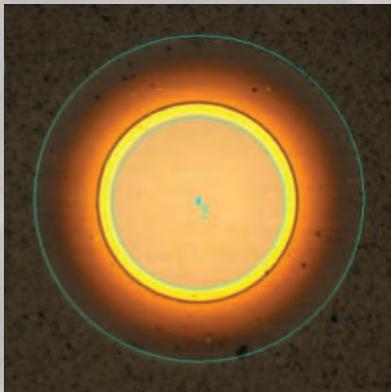
KMUs können mit eigenen, dicken PVD-OXI-Schichten gegen CVD mehr als mithalten!



WSP: WNMG – $v_c = 110$ m/min – $f = 0.4$ mm – Schnittlänge/Takt: 6.42 m
 Material Ni-Stahl – $R_m = 620$ N/mm² – Kühlmittel: MMS
 Quelle: Daimler AG, Stuttgart, Deutschland

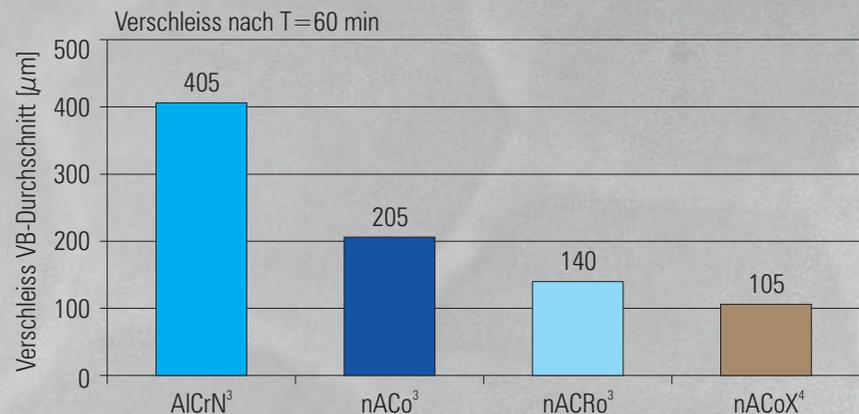
Bohren in schwer zerspanbarem Gusseisen mit Oxinitridschichten

Zr-O-N mit Gradient Triple-Struktur
 Schleifball-Durchmesser [mm]: 30
 300 U/min 120s
 Schichtdicke: 7.260 μm



Mat.: ADI 900 – Werkzeug: HM-Bohrer $d = 6.8$ mm
 $v_c = 120$ m/min – $f = 0.3$ mm/U – $a_p = 15$ mm - internes MQL
 Quelle: GFE, Schmalkalden, Deutschland

Profilfräsen mit WSP - Schruppen



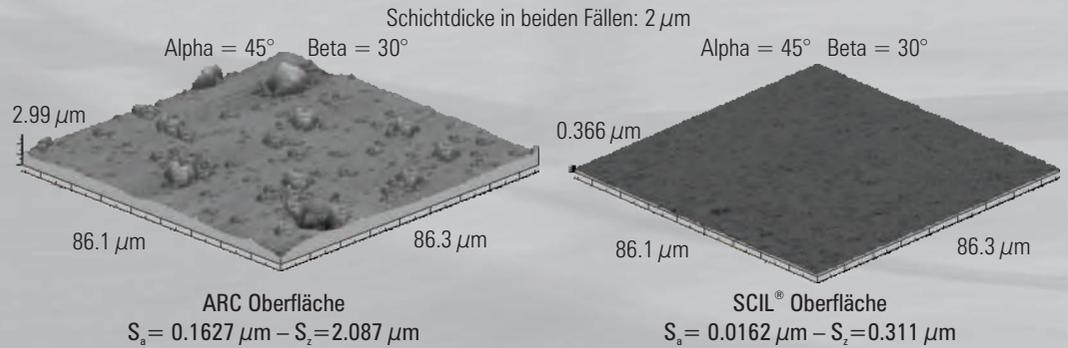
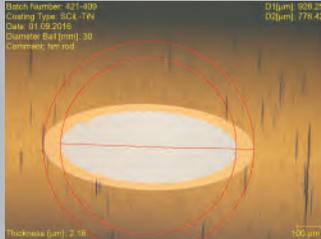
Material 1.2379 – $R_m = 1000$ N/mm²
 $v_c = 240$ m/min – $f_z = 0.4$ mm $a_p = 1.5$ mm – $a_e = 1$ mm
 Kühlmittel: interne Luft

SCIL® Schichten und Anwendungen



Tiefbohren

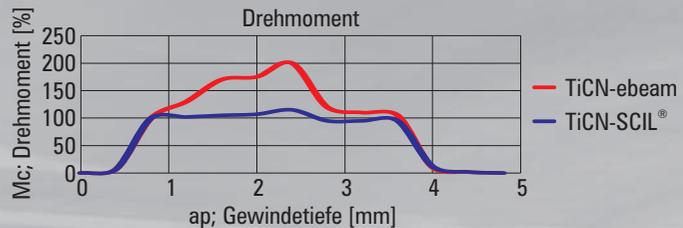
TiN-ARC <-> TiN-SCIL®



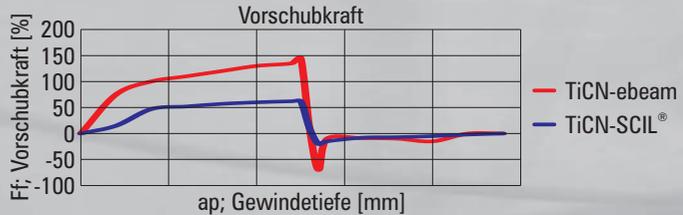
Sputterleistung: Bis zu 30kW - Keine säulenförmige Struktur - Reaktive und nicht-reaktive Prozesse
Wachstumsrate in reaktivem Prozess: $\approx 2 \mu\text{m/h}$ in Dreifach-Rotation
Applikationsfelder: Tiefbohren, Gewinden, dekorative Schichten

Gewindeformen

Drehmoment- und Kraftvergleich



Werkzeuge: M3 - $v_c = 10\text{mm/min}$ - MMS
Material: Edelstahl; SUS 304 - X2CrNi19-11
Die Aufbauschneide mit SCIL® ist kleiner als mit eBeam



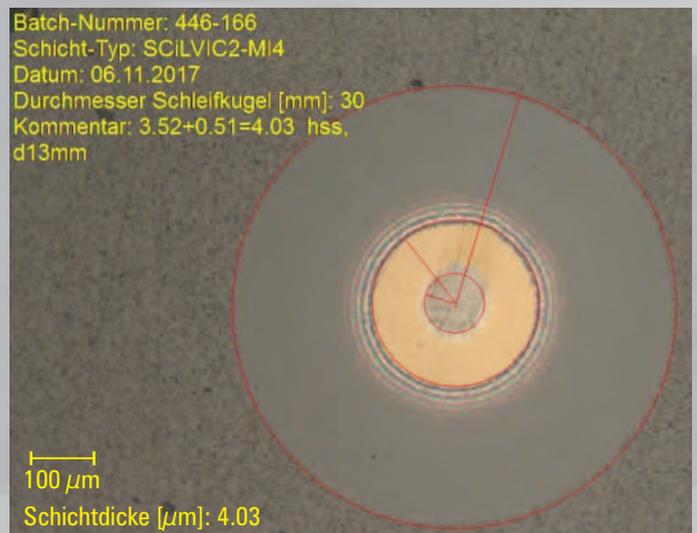
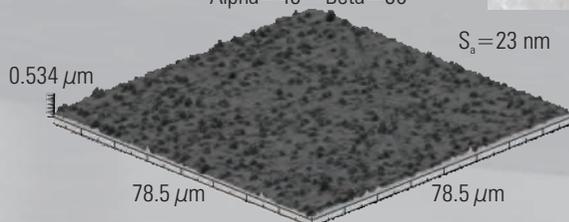
	Haftsicht Ti - TiN	Kernschicht TiCN	Topschicht TiCC
Gesamtdicke [µm]	1. Schichtdicke [µm]	2. Schichtdicke [µm]	3. Schichtdicke [µm]
2.59	1.16	0.41	1.02

Mikrowerkzeuge

SCILVIC²®: Struktur und Rauheit



Alpha = 45° Beta = 30°



Anwendungen

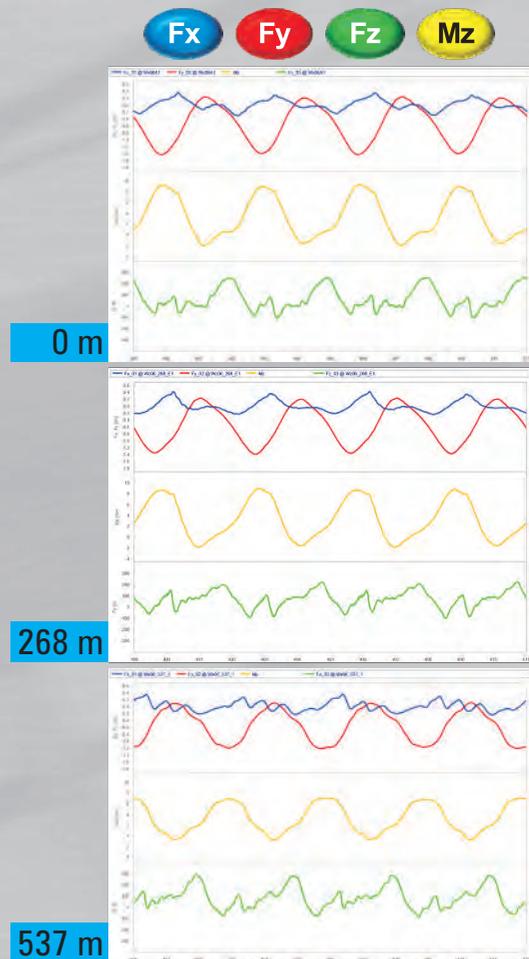
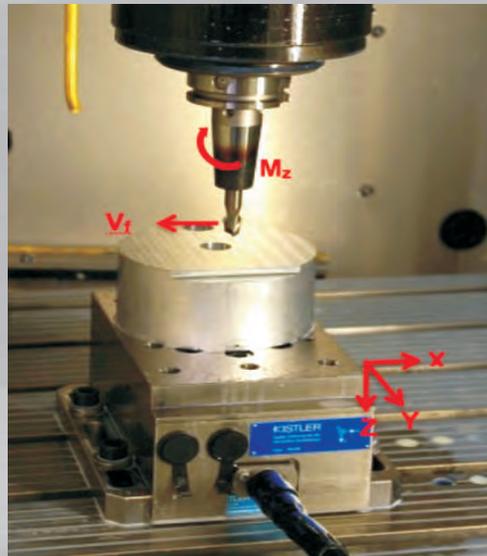
TiB₂-SCIL[®] und Charakteristik

- Entwickelt zur Aluminiumbearbeitung
- Bevorzugt anwendbar zur Bearbeitung von weichen, schmiedbaren Legierungen mit niedrigem Si Gehalt (~6 %)
- Zur Beschichtung von Maschinenkomponenten mit
 - hoher Härte und
 - niedrigerem Reibungskoeffizienten

TiB₂ Merkmale:

- Schichtdicke = 1.3 µm
- H = 32.8 GPa
- E = 515 GPa
- Lc₂ HM > 100 N
- Lc₂ HSS > 51.8 N

- Homogene Oberfläche bleibt nach der Beschichtung
- Ideale Abdeckung der Schneiden
- Keine Freisetzung der Schneiden notwendig, auch nicht nach einer Nachbehandlung

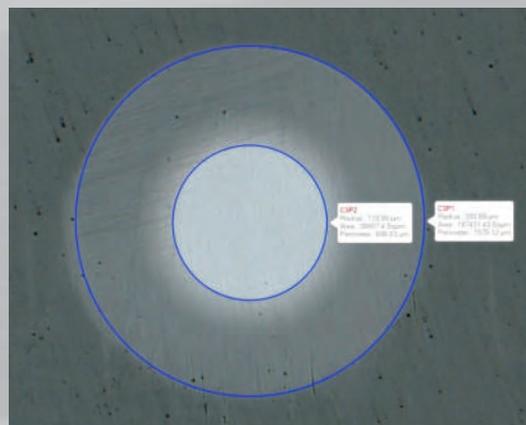


FRAISA AX-RV2 Torus-Schaftfräser; ø12 mm; r = 2.5 mm; Z=2; Emulsion 5-6%
 Q = 120 cm³/min; Fräsweg/Zyklus = 2.63 m; Bearbeitungszentrum DMC 64 V linear
 Al-Legierung AlZnMgCu1.5 (Alloy 7075); Status = hart; 156 HB;
 a_p = 6 mm; a_e = 5 mm; v_c = 377 m/min; n = 10'000 min⁻¹
 f_z = 0.20 mm/Z; f = 0.40 mm/U; v_f = 4'000 mm/min

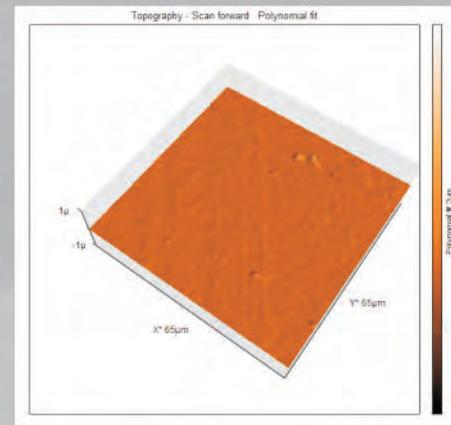
WC/C-SCIL[®] und charakteristische Eigenschaften



Maschinenkomponenten beschichtet mit WC/C-SCIL[®]



Schichtdicke: 1.44 µm

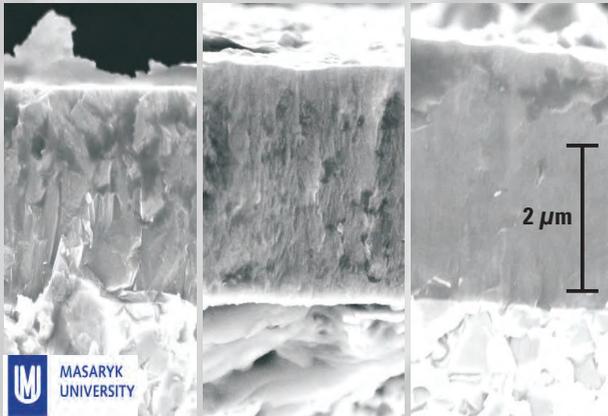


S_a = 3.5 ± 0.9 nm - S_q = 9.3 ± 5.6 nm

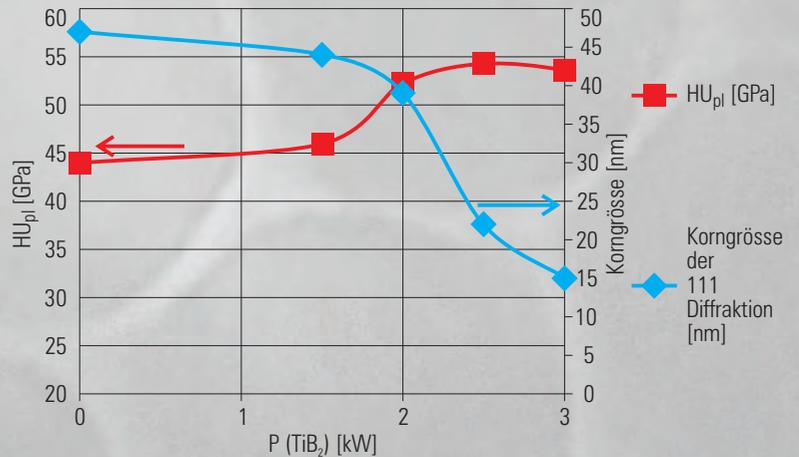
H ~ bis zu 20 GPa - Y = 240 GPa

Hybrid LACS® Schichten

Verkleinerung der Korngrösse und Erhöhung der Härte mit LACS®-Technologie für BorAC³-Schicht (AlCrTiN/BN)



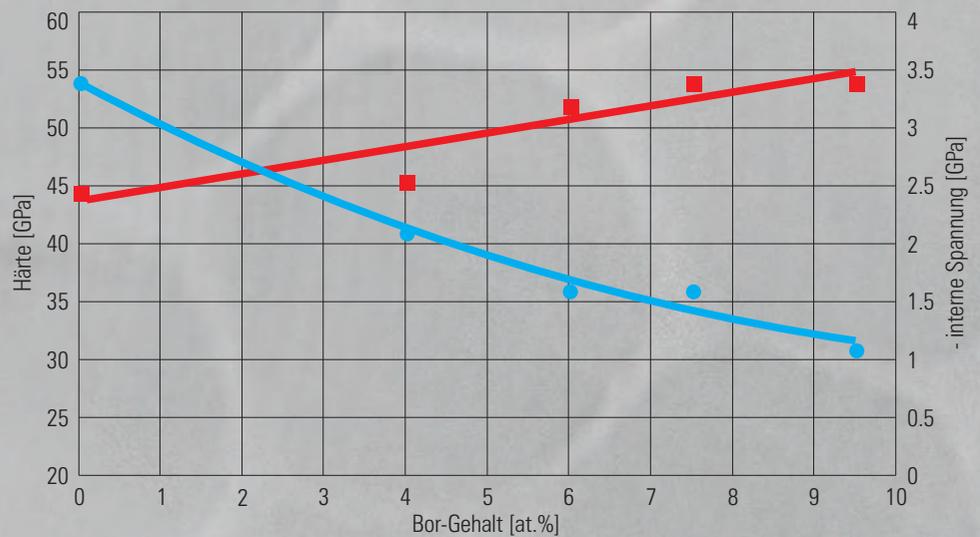
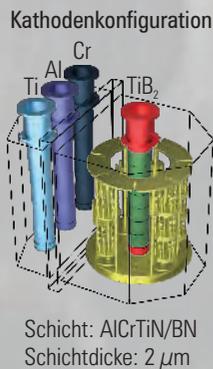
Querschnitt SEM: Amorphe Struktur mit Bor-Zusatz



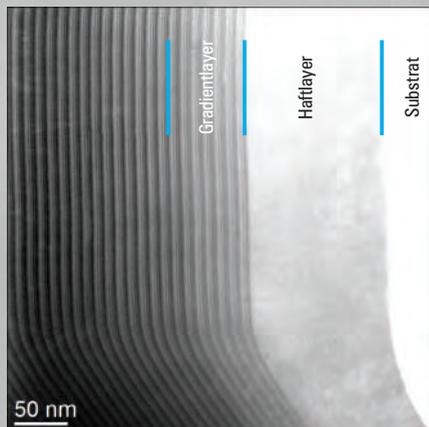
XRD: 111 Korngrößenänderung 57 nm → 16 nm mit erhöhtem Bor-Gehalt
Quelle: C. Tritremmel et al. Surface & Coatings 213 p.1-7

Zusammenhang zwischen Härte, interner Spannung und Bor-Gehalt

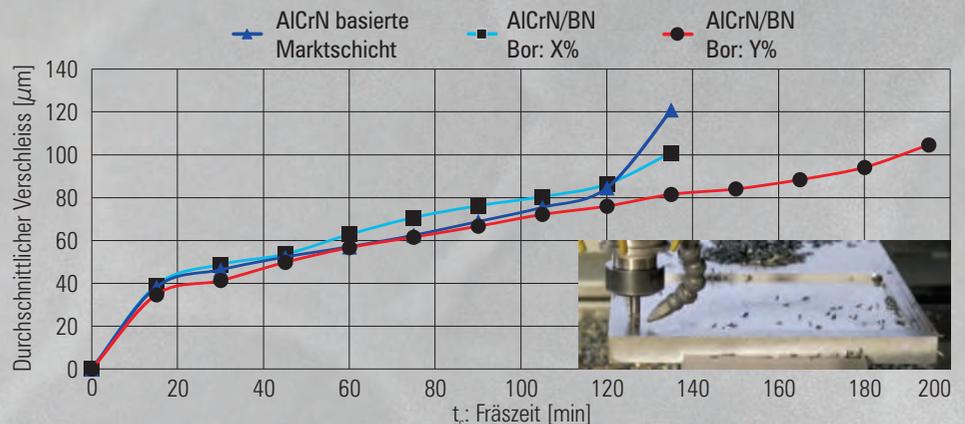
Die innere Spannung kann durch höheren Bor-Gehalt, trotz höherer Härte, reduziert werden



Bor als Materialkomponente zur Optimierung der internen Schichtspannung



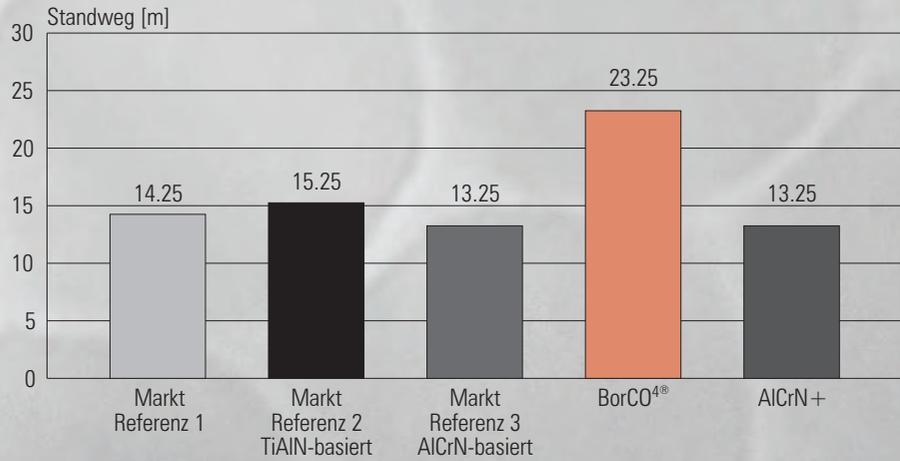
AlCrN/BN Schicht mit Triple-Struktur gemessen durch Disperse-Röntgen Spektroskopie
Quelle: Universität Freiberg, Deutschland



Mat.: Werkzeugstahl - 1.2085 - X33CrS16 - HRC 29.2 - a_s=5 mm - a_e=0.25 mm - v_c=120 m/min
Werkzeuge: d=8mm - Fraisa NX-V Torus - d=2.2 mm - z=4 - f_t=0.06 mm/Zahn - MMS
Durchschnittsverschleiss = (Max. Rundphasenverschleiss + VB_{max} (Freiflächenverschleiss) + Stirnschneidenverschleiss + Eckenverschleiss) / 4

Anwendungen fürs Fräsen und Bohren

LACS®-Technologie mit Bor und Silizium beim Fräsen in Kaltarbeitsstahl

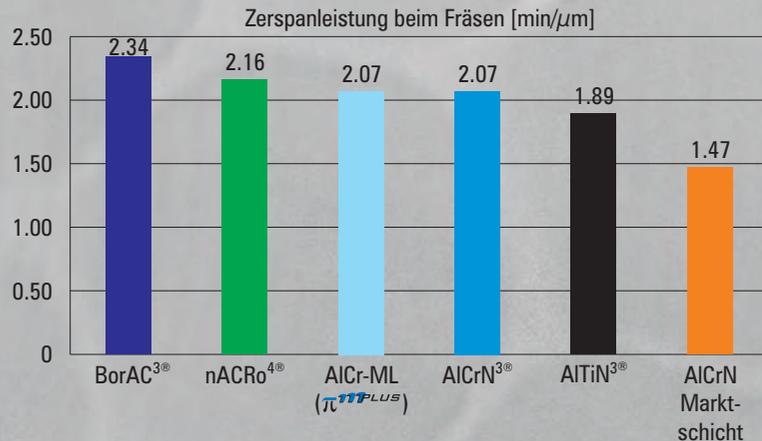


Mat.: Kaltarbeitsstahl, 1.2379 (X155CrMoV 5-1), $a_p = 10$ mm, $a_e = 8$ mm, $v_c = 160$ m/min
 $z = 4$, $f_z = 0.06$ mm/U – trocken

LACS®-Technologie: BorAC® - AlCrN/BN: Zerspanleistung beim Fräsen



Zerspanleistung gemessen und berechnet als
 Zerspanzeit [min] / durchschnittlicher Verschleiss [μ m]



Mat.: Werkzeugstahl – 1.2085 – X33CrS16 – HRC 29.2 – $a_p = 5$ mm – $a_e = 0.25$ mm – $v_c = 120$ m/min
 Werkzeuge: $d = 8$ mm – Fraisa NX-V Torus – $d = 2.2$ mm – $z = 4$ – $f_z = 0.06$ mm/Zahn – MQS

Durchschnittsverchleiss = (Max. Rundphasenverschleiss + VBmax (Freiflächenverschleiss) + Stirnschneidenverschleiss + Eckenverschleiss) / 4

LACS®-Technologie: BorAC^{3®} - AlTiN/BN: Verschleissverhalten beim Bohren

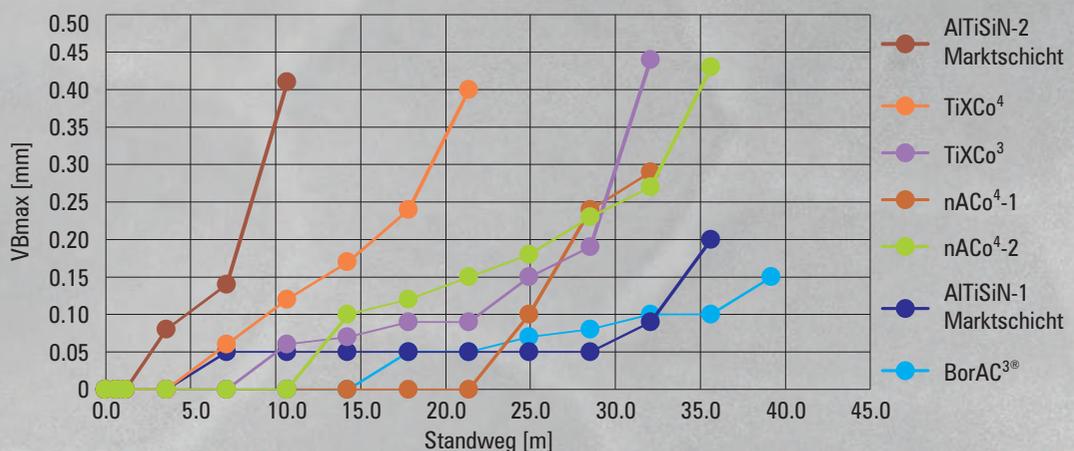


AlTiSiN-1



BorAT®

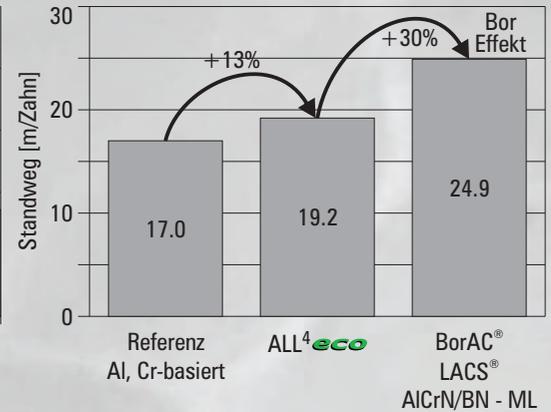
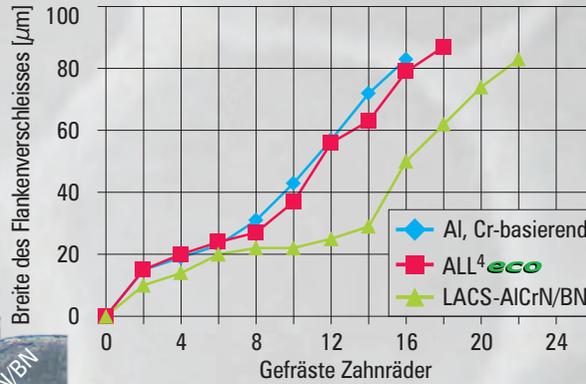
Bohrer Schneiden-Verschleiss nach 2178 Bohrungen



Mat.: Vergütungsstahl – 1.7225 – 42CrMo4 – HRC 30 – $a_p = 18$ mm – $v_c = 120$ m/min
 Werkzeuge: HM-Bohrer – $d = 6.8$ mm – Schlenker GmbH – $z = 2$ – $f = 0.15$ mm/U – MQS
 Gemessen von GFE, Schmalkalden, Deutschland

Hybrid LACS® Schichten fürs Abwälzfräsen

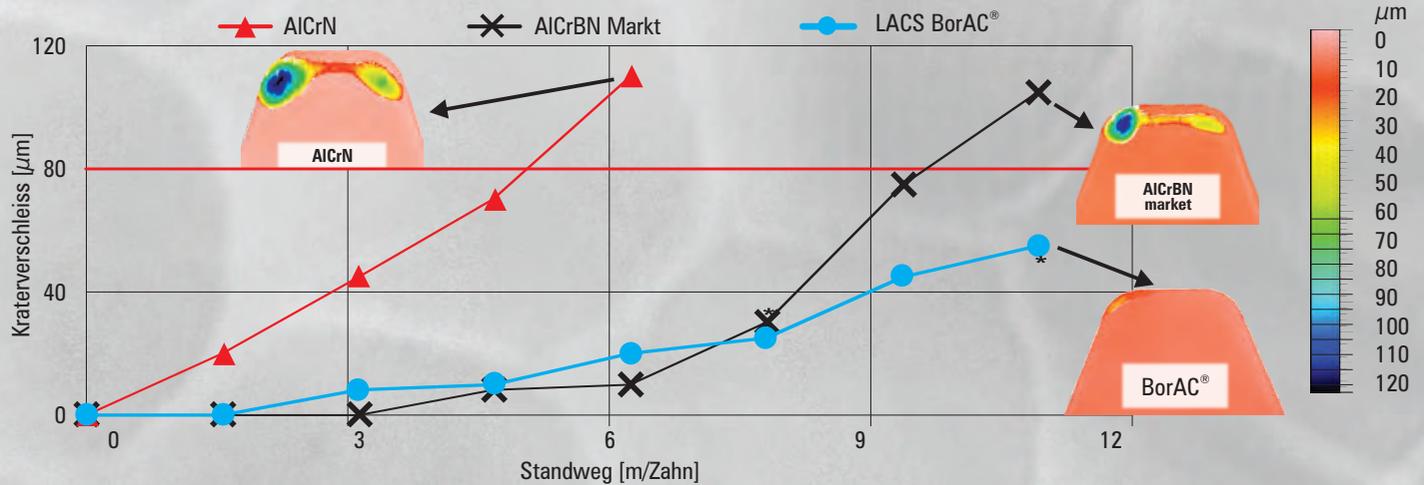
BorAC® - Abwälzfräsen mit Bor gedopt in AlCrN-ML



1-Zahn-Abwälztest mit PM-HSS - Alle Zähne gerundet mit Nussstrahlen, R = 15 - 18 µm
Schichtdicke für alle drei Varianten durch Calo-Test, d = 4 µm
LACS-AlCrN/BN schützt gegen Kraterverschleiss am besten
 $v_c = 180$ m/min - $f_a = 3.6$ mm/U, max. Spandicke = 0.20 mm

Abwälzfräser-Benchmark

BorAC®: Maximaler Schutz gegen Kraterverschleiss

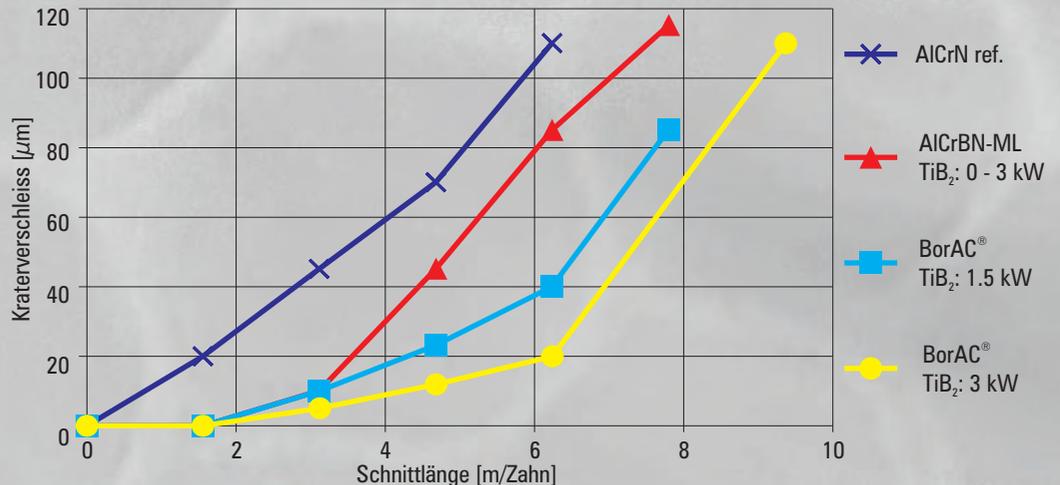


$v_c = 220$ m/min $f_a = -6.4$ mm/U, $h_{cu,max} = 0.24$ mm, *erreichtes VB_{max}

Abwälzfräser-Benchmark

Der Einfluss des Bor-Gehalts

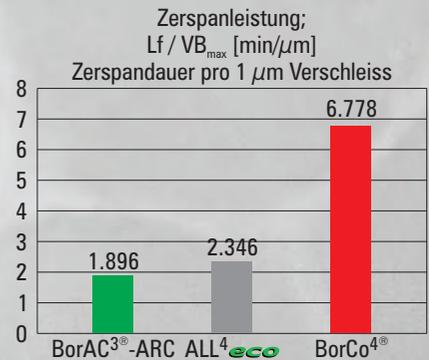
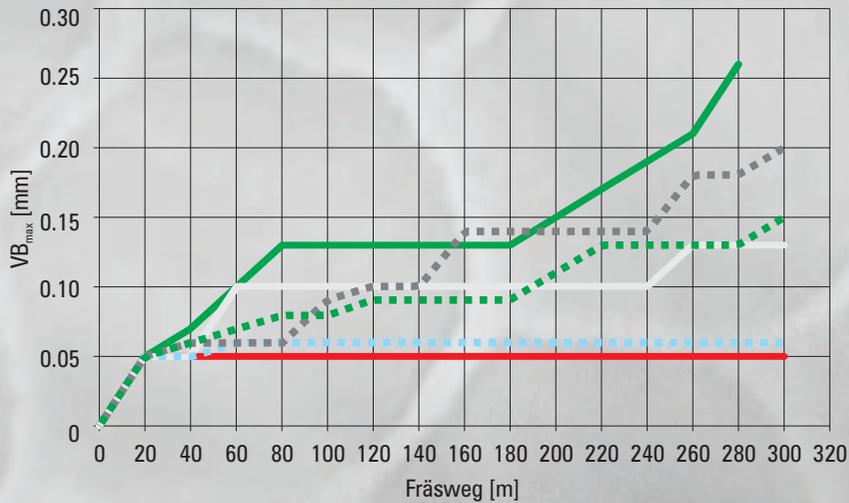
Erhöhung des Bor-Gehalts mindert Krater-Verschleiss



$v_c = 220$ m/min $f_a = -6.4$ mm/U, $h_{cu,max} = 0.24$ mm, *erreichtes VB_{max}

Anwendungen für Hartfräsen und Reiben

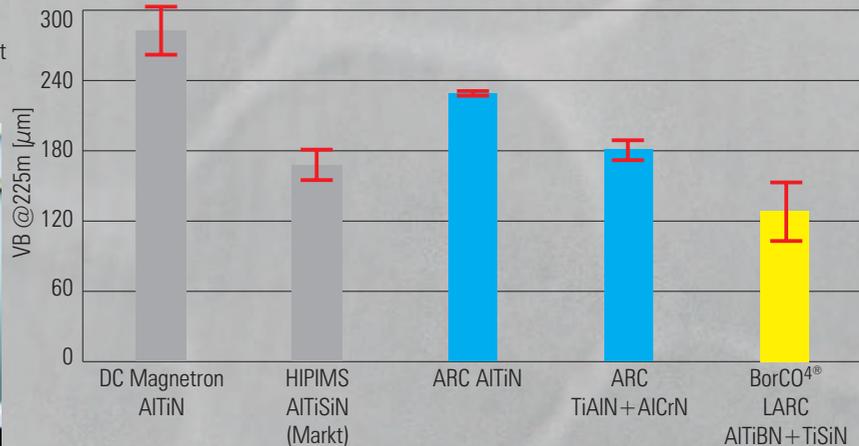
LACS®-Technologie mit Bor und Silizium beim Hartfräsen (63 HRC)



vc	182	m/min
$n = vc * 1000 / d / \pi$	5796	1 / min
f	0.14	mm/U
$vf = f * n$	811	mm/min
Kugelkopfräser d=10 mm		

LACS®-Technologie mit Bor und Silizium beim Hartfräsen (63 HRC)

- Vergleich: ARC und LACS® mit Sputter-Referenzen
- HIPIMS und ARC auf ähnlichem Leistungsniveau in diesem Test
- Niedrigster Verschleiss für die LACS® Schicht: BorCO⁴



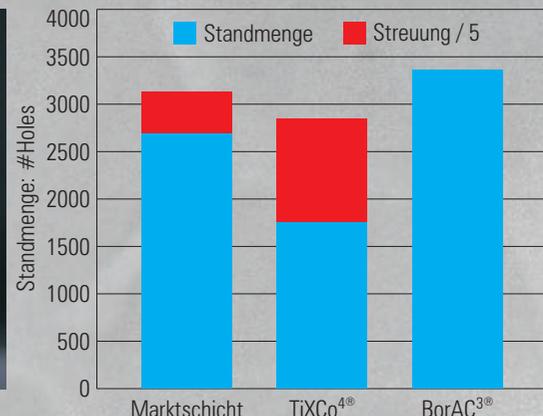
Material: Kaltarbeitsstahl, 1.2379 (SKD11), HRC 55, $a_e = 0.2\text{mm}$, $a_p = 0.3\text{mm}$, $v_c = 200\text{m/min}$
 Werkzeuge: LMT-Kieninger Fräser-WSP, $z = 2$, $f_z = 0.2\text{mm/Zahn}$ – trocken

LACS®-Technologie

BorAC® - AlCrN/BN: Verschleissverhalten beim Reiben



Bildquelle: Mauth GmbH, Oberndorf, Deutschland



Kaltarbeitsstahl – $R_m = 500\text{ N/mm}^2$ — Toleranz: H7
 $d = 14\text{mm}$ - $v_c = 150\text{ m/min}$ - $a_e = 0.125$ - $f_z = 0.06\text{ mm}$ - MMS

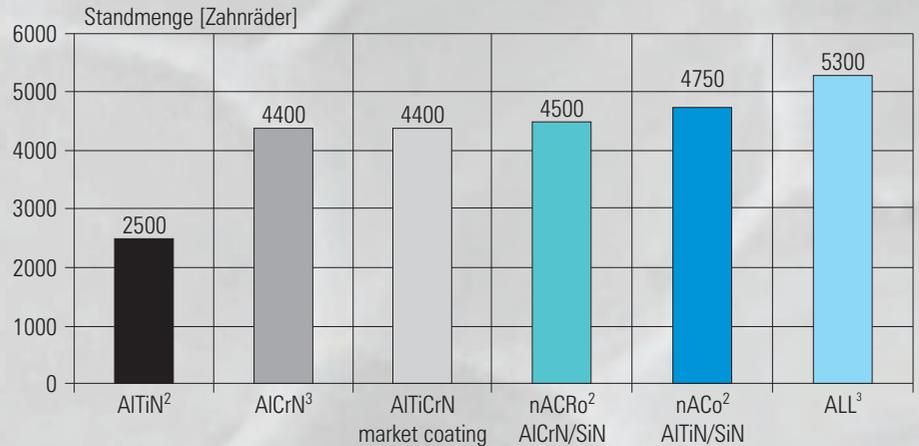
Dedicated Schichten

Entwickelt von/mit PLATIT Anwendern

Abwälzfräsen



Standmengenvergleich

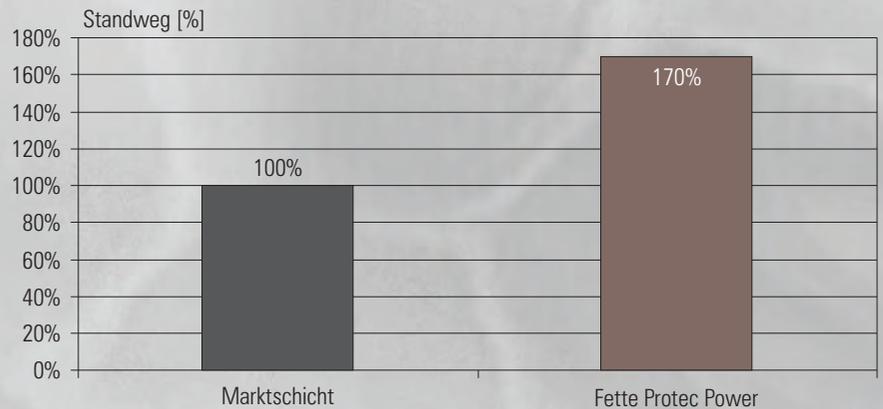


Material: 100Cr6 800-900 N/mm² - Werkzeuge: HSS-PM4 - Modul=2.5 - v_c=150 m/min
Entwickelt von Liss, Roznov, Tschechische Republik

Gewindeformen



Standwegvergleich

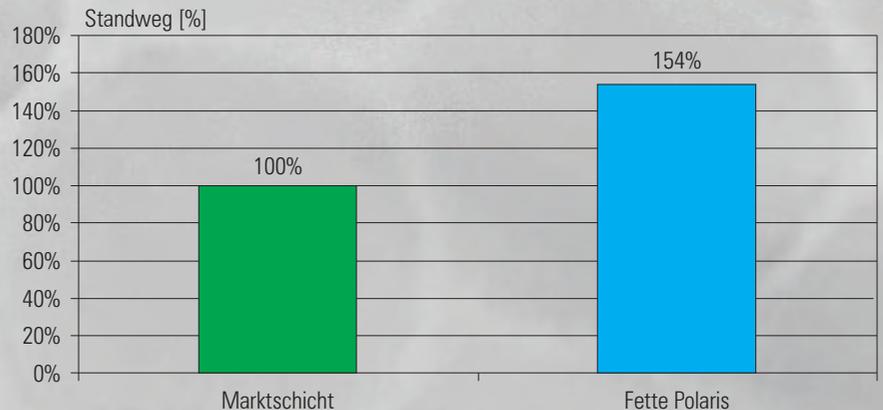


Werkstücke aus hochfesten Materialien
Entwickelt von LMT Fette, Schwarzenbek, Deutschland
Quelle: Werkzeugtechnik: 117 – Nov/2010 – p.71

Gewindebohren



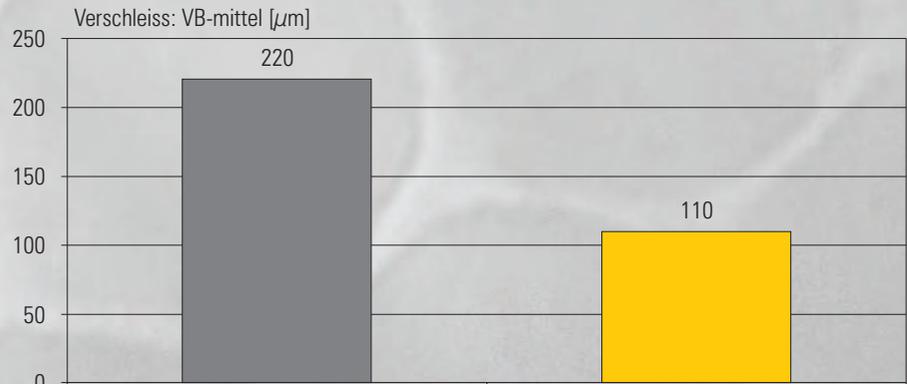
Standwegvergleich



Werkstückmaterialien: Guss und Nichteisenwerkstoffe
Entwickelt von LMT Fette, Schwarzenbek, Deutschland
Quelle: Werkzeugtechnik: 117 – Nov/2010 – p.71

Anwendungen

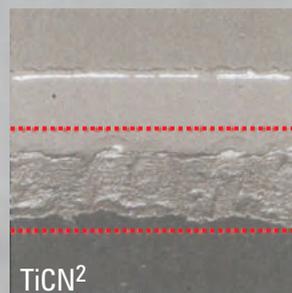
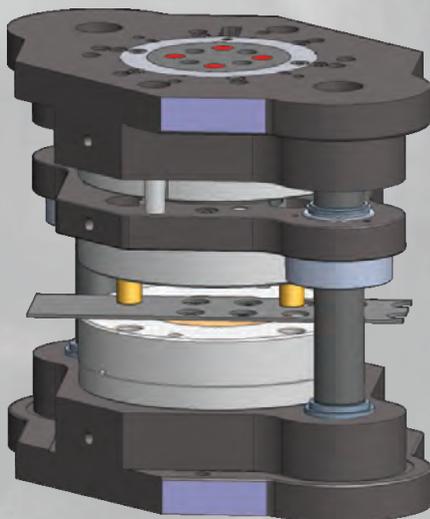
Fräsen im Gesenk- und Formenbau Verschleissvergleich nach 1 h Schruppfräsen



Werkstückmaterial: Kaltarbeitsstahl - $R_m = 1000 \text{ N/mm}^2$ - WSP: WPR 16 AR - $v_c = 240 \text{ m/min}$
 $n = 4775 \text{ 1/min}$ - $f_z = 0.4 \text{ mm}$ - $v_f = 3820 \text{ mm/min}$ - $a_p = 1.5 \text{ mm}$ - $a_e = 1.0 \text{ mm}$
 Entwickelt mit LMT Kieninger, Lahr, Deutschland

Feinstanzen

Vergleichsanalyse (SEM) nach 30'000 Stößen



TiCN²

Schicht gelöst, Wartung dringend erforderlich.



Markt-AlCrN

Element benötigt vorsorgliche Wartung.



Dedicated TripleCoating³
 basierend auf AlCrN³

Element kann weiterarbeiten.

Quelle: Feintool, Lyss, Schweiz

Spritzgiessen

Standwegvergleich

Gesenkkern für Aluminiumlegierungen für die Autoindustrie nach der Herstellung von 15 000 Werkstücken



Plasma nitriertes Werkzeug



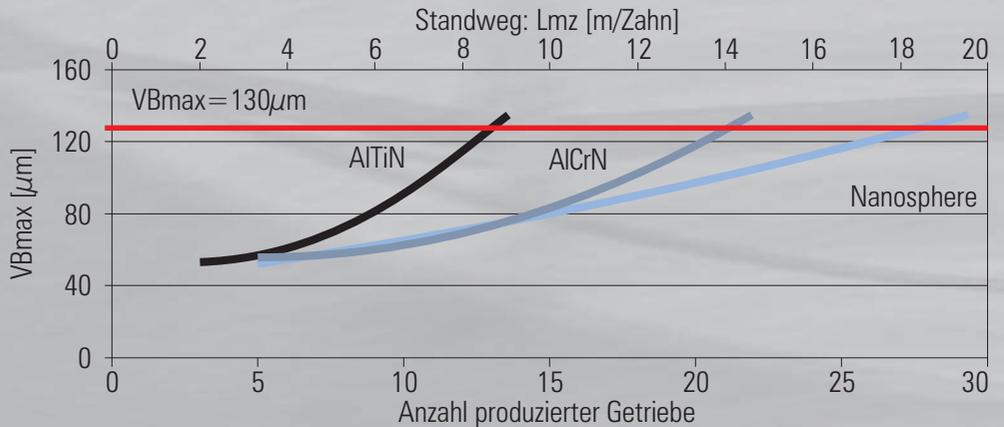
Werkzeug beschichtet mit ALLWIN, Cr-Al-Si basierte Schicht
 Schichtdicke: 2 bis 3 μm

Länge der Werkzeuge 180-200 mm - Durchmesser der Werkzeuge: 15-25 mm
 Entwickelt von SHM, Sumperk, Tschechische Republik

Dedicated Schichten

Entwickelt von/mit PLATIT-Anwendern

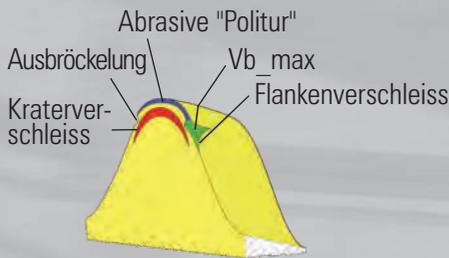
Verschleissvergleich beim Abwälzfräsen mit PM-HSS Werkzeugen



Mat.: 20MnCrB5 - Wkz: PM-HSS - m=2.7 - Abwälzfräsen - $v_c=220$ m/min - $f_a=3.6$ mm - trocken
 Quelle: IFQ Magdeburg im Entwicklungsprojekt LMT-Fette - PLATIT

Die patentierte Nanosphere-Schicht ist das Ergebnis eines Entwicklungsprojektes, exklusiv für LMT-Fette

Kraterverschleissvergleich beim Abwälzfräsen mit PM-HSS Werkzeugen

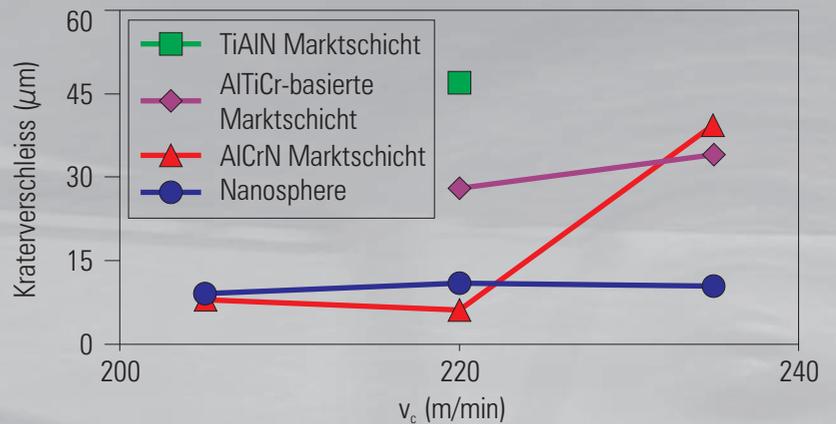


$v_c=205$ m/min $v_c=235$ m/min



AlCrN-Monolayer

Nanosphere

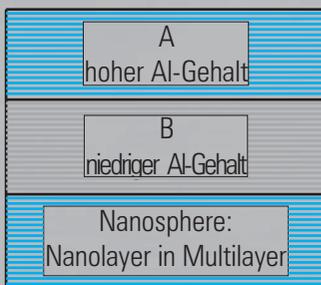


Mat.: 20MnCrB5 - Wkz: PM-HSS - m=2.7

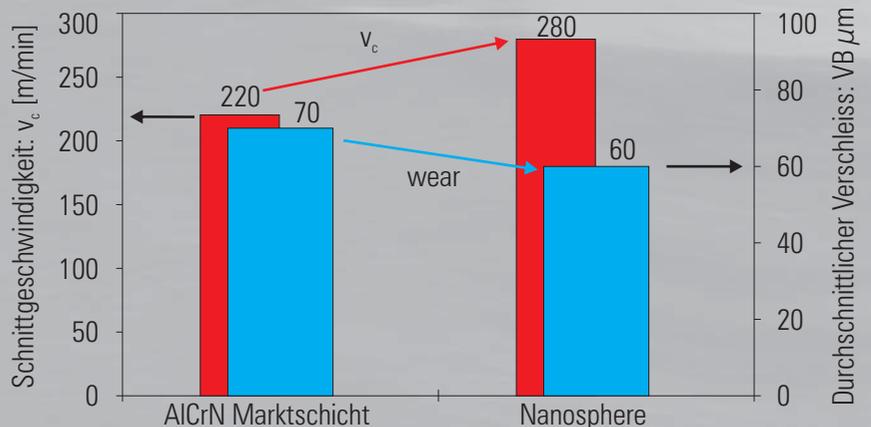
Abwälzfräsen - $v_c=220$ m/min - $f_a=3.6$ mm - trocken

Quelle: IFQ Magdeburg im Entwicklungsprojekt LMT-Fette - PLATIT

Technologischer Vergleich beim Abwälzfräsen mit HM-Wkz



Periode ~ 7 nm
 Bestimmt durch die Kathodenkonfiguration



Mat.: 16MnCr5 - Wkz: HM K30 - m=3 - b=40.5 mm - z=27

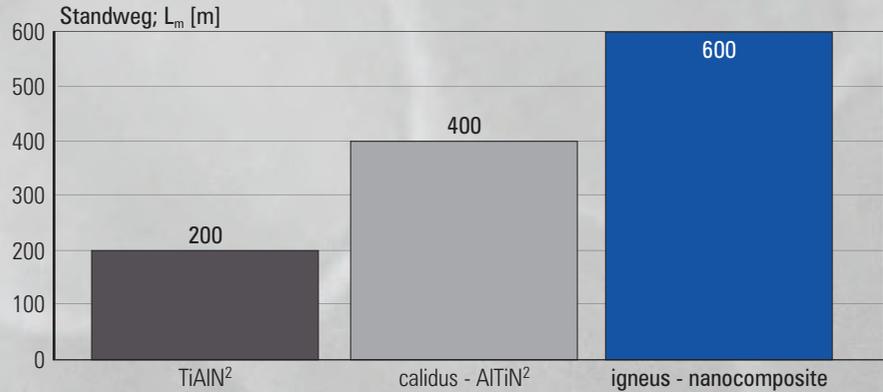
$f=2.0-2.1$ mm - Nasskühlung mit Emulsion

Quelle: Fette-LMT - Industrietest bei deutschem Autohersteller

Anwendungen

Fräsen

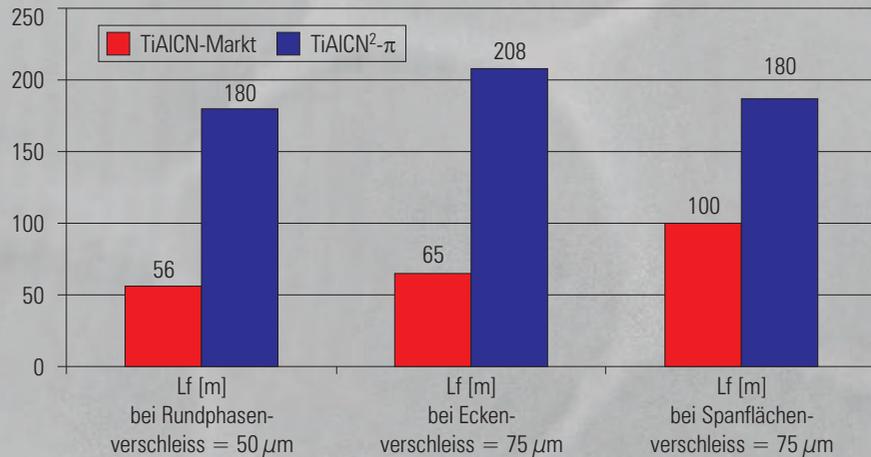
Standweg in Warmarbeitsstahl



Werkstück Material: X40CrMoV5 – 1.2344 – $R_m = 1100$ N/mm²
 Werkzeuge: $d = 12$ mm - VHM-Fräser mit Eckradius $r = 2$ mm
 $v_c = 218$ m/min – $f = 0.26$ mm – $a_p = 0.5$ mm – $a_e = 8$ mm – Emulsion 7%
 Quelle: Schlenker, Böbingen, Deutschland

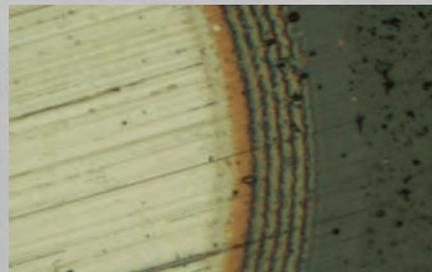
Formfräsen

Standwegvergleich



HM-Fräser $\varnothing 10$ mm, $z = 4$, Stahl 34CrNiMo6 (30 HRC), Kühlung: MMS; Minimalmengenschmierung - Getestete Wkz.: 2x4
 Quelle: Carmex, Maalot, ISR

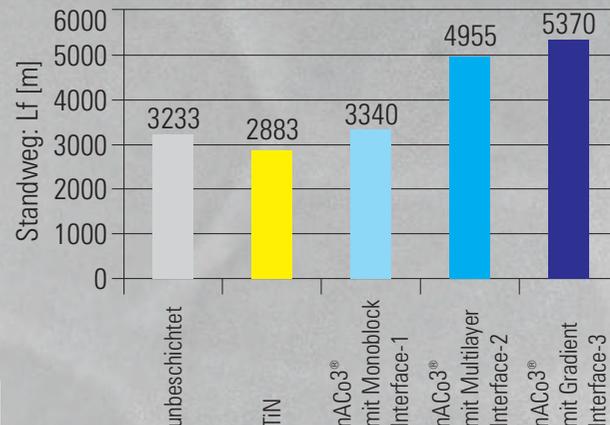
Hartdrehen mit beschichteten CBN-WSPs mit spezieller Haftstruktur für nAco³[®]



Haftlayer mit unterschiedlichen Interfaces

Multilayer Schicht; AlTiN

Toplayer; nAco

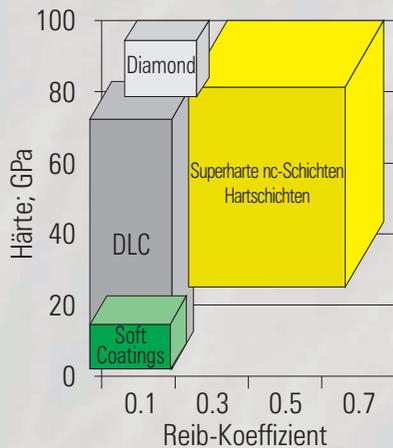


Mat: 100Cr6 - 63 HRC - $v_c = 140$ m/min - $f = 0.12$ mm
 $a_p = 0.2$ mm trocken - Quelle: GFE, Schmalkalden, Deutschland

PLATIT-DLC-Schichten

Diamond-like Carbon (DLC) ist eine metastabile Form von amorphem Kohlenstoff mit signifikantem Anteil von sp^3 -Bindungen. Es kann eine hohe mechanische Härte, chemische Inertanz, optische Transparenz, glatte Oberfläche und einen niedrigen Reibungskoeffizienten aufweisen.

Seit ihrer Entdeckung in den frühen 1950ern, sind DLC Schichten als eine der wertvollsten Verarbeitungsmaterialien für verschiedene industrielle Anwendungen der Mikroelektronik, Optik, Biomedizin, des Transportes und des Maschinenbaues. Während der letzten zwei Jahrzehnte fanden die DLC-Schichten Einzug in alltägliche Geräte, von Rasierklingen bis hin zu magnetischen Speichermedien.



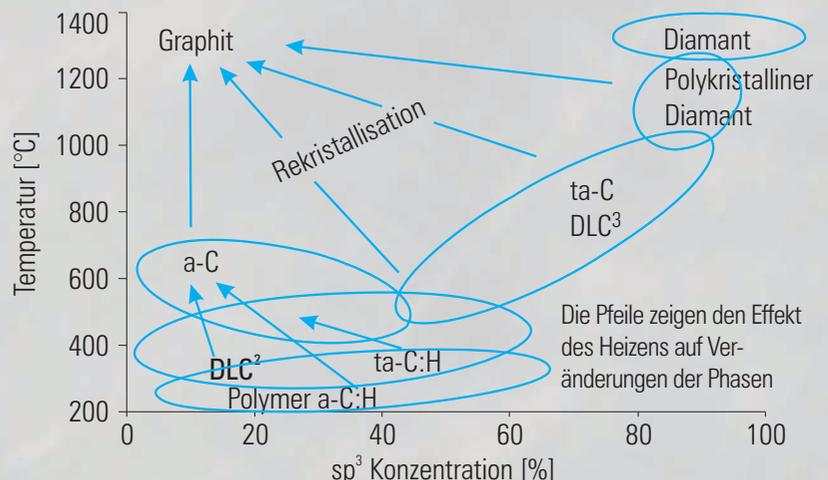
Anstatt der Verwendung des Begriffes DLC, wird amorphe Kohlenstoff-Schichten vorgezogen, um die Verwechslung mit Diamantschichten zu vermeiden, welche per Definition Kristalline sind. Diese amorphen Kohlenstoff-Schichten sind in 7 Kategorien eingeteilt:

- a-C** Wasserstofffreier amorpher Kohlenstoff
- ta-C** Tetrahedral-gebundener wasserstofffreier amorpher Kohlenstoff
- a-C:Me** Metall-gedoppter wasserstofffreier amorpher Kohlenstoff (Me= W, Ti)
- a-C:H** Amorpher Kohlenstoff mit Wasserstoff
- ta-C:H** Tetrahedral-gebundener amorpher Kohlenstoff mit Wasserstoff
- a-C:H:Me** Metall-gedoppter amorpher Kohlenstoff mit Wasserstoff (Me=W, Ti)
- a-C:H:X** Nichtmetall gedoppter amorpher Kohlenstoff mit Wasserstoff (X=Si,O,N,F,B)

	a-C(:X)	DLC ³ ta-C	a-C:Me	a-C:H (polymer)	ta-C:H	CBC = DLC ¹ a-C:H:Me	DLC ² a-C:H:X
Prozess	PVD	PLD/ FCVA	PVD / MS	RS / PECVD	HPD- PECVD	PVD/PEPVD/CVD	PECVD
Zwischenschicht	Keine oder Ti	Ti / Cr	Ti / Cr	Si/Ti	-	Ti oder Cr	Si
Doping	Kein oder Ti, Al, Si	Kein	Si/Ti/Cr/W	Kein	-	Ti oder Cr	Si
Wasserstoff [%]	0	0	0	40-60	25-30	~15	~20
Dicke (µm)	0.2-1	1	3	1/2	/	~0.5	<5
Young's Modulus (GPa)	200	500	350	110/260	300	200	250
Härte (GPa)	8 bis 28	>50	30	8/28	50	<20	<25

PLD: Pulsed Laser Deposition – FCVA: Filtered Cathodic Vacuum Arc – MS: Magnetron Sputtering – RS: Reactive Sputtering – PECVD: Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition – HPD: High Plasma Density

Vereinfachte Übersicht der thermischen Stabilitätsgrenzen von harten Materialien auf Kohlenstoffbasis



Anwendungen mit DLC-Schichten



Stanzwerkzeuge mit nACVlc^{2®}



Gewinderoller mit CROMTIVlc^{2®}



Kunststoffform beschichtet mit nACVlc[®]



Werkzeughalterfutter beschichtet mit nACVlc^{2®}



Nockenwelle mit CROMVlc^{2®}



Kontrollklappe für Zylinderkopf eines Rennwagens mit Fi-Vlc[®]



Gewindeformer für TETRA Pak[®], hergestellt aus Kupfer, beschichtet mit cVlc^{2®}



Ventilsitz eines Rennwagens beschichtet mit Fi-Vlc[®]



Medizinische Teile aus Titan mit cVlc[®]



PET-Kern mit ALLVlc^{2®}



Blanke und beschichtete Turbinenschaufel mit Fi-Vlc[®]



Wasserpumpenschaft beschichtet mit CROMVlc^{2®}

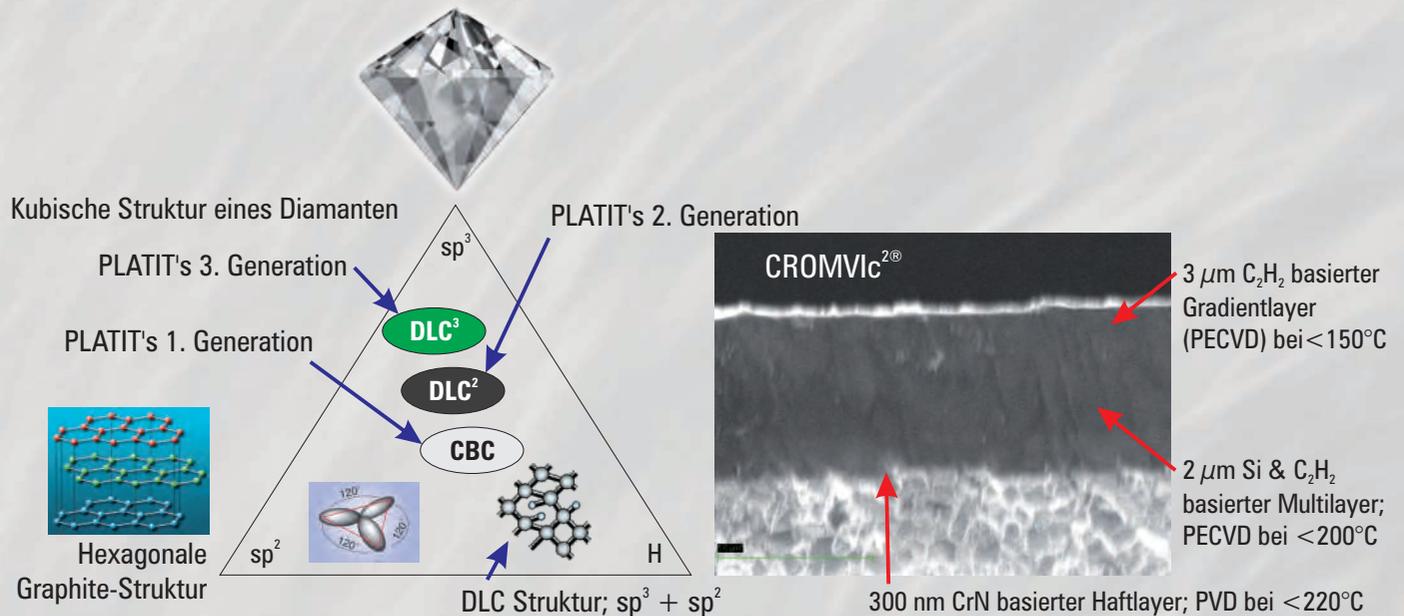


Maschinenteile beschichtet mit CROMVlc^{2®}



Nähmaschinenteil beschichtet mit CROMTIVlc^{2®}

PLATIT-DLC-Schichten



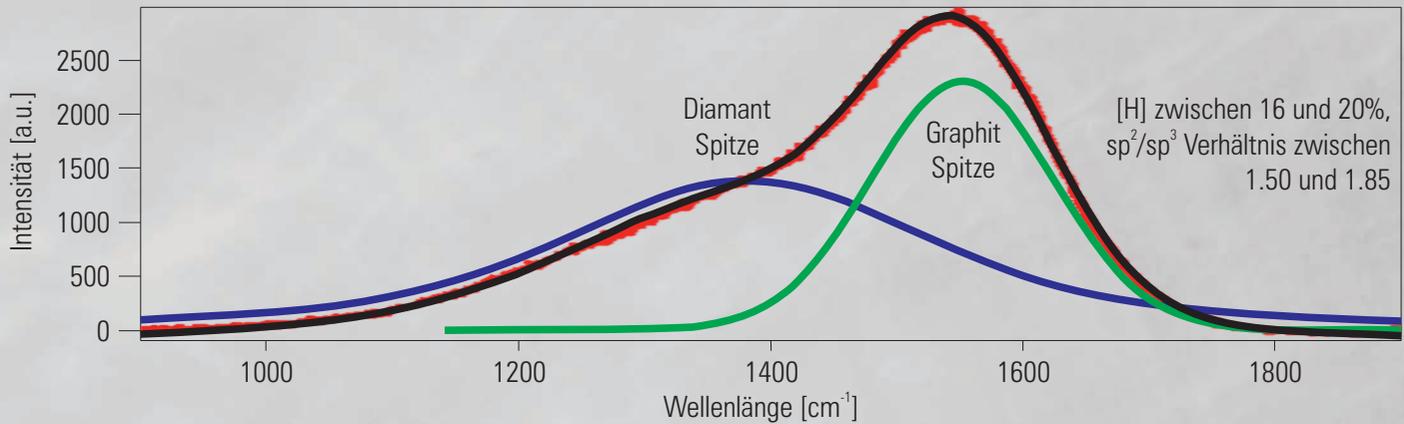
Ziele der DLC-Schichtentwicklung bei Platit

- Die Kombination der extrem guten Eigenschaften von PLATITs konventionellen und Nanocomposite Schichten (wie z.B. die hervorragende Haftung) und der Vorteile der DLC-Schichten (glatteste Oberfläche und niedriger Reibkoeffizient).
- Abscheidung von Doppelschichten, (PVD und DLC-Schichten) in einer Kammer und einem Batch
- Profitable Schichtherstellung mit DLC sogar in kleinen Serien, für:
 - Hochqualitative Maschinenkomponenten - medizinische Geräte - Raumfahrtkomponenten
 - Zerspanwerkzeuge für Kompositmaterialien mit Affinität zum Kleben - Stempel, Matrizen und Schnittwerkzeuge

Vergleich der wichtigsten Eigenschaften von PLATIT-DLC-Schichten

	1. Generation	2. Generation	3. Generation
Name	DLC^1 (CBC) - X-Vic [®]	DLC^2 - X-Vic ^{2®}	DLC^3 - X-Vic ^{3®}
Verfügbarkeit	Basisschicht + DLC^1	empfohlen als Topschicht Basisschicht + DLC^2	Basisschicht + DLC^3 für nicht-HM Auch ohne Basisschicht für HM
Üblichste Schichten	cVic ^{1®}	Vic ^{2®} , cVic ^{2®} , CROMVic ^{2®} , CROMTIVic ^{2®} , nACVic ^{2®}	Vic ^{3®} , cVic ^{3®} , CROMVic ^{3®}
Beschichtungsprozess	PVD	PVD + PECVD	PVD, gefiltertes ARC
Beschichtungstemperatur	200 - 500°C	200 - 500°C	< 200°C
Zusammenstellung	a-C:H:Me - Metall-gedopt DLC	a-C:H:Si - Silizium-gedoptes metallfreies DLC	ta-C - Hydrogenfreies DLC
Wärmebeständigkeit	< 400°C	< 450°C	< 450°C
Interner Stress	mittel	niedriger dank Si	hoch
Mögliche Dicke	bis zu 3 µm	bis zu 3 µm	bis zu 1 µm
Elektrische Leitfähigkeit	gut	keine	keine
Härte	< 20 GPa	< 25 GPa	> 50 GPa
Rauheit	Ra ~ 0.1 µm - Rz ~ Schichtdicke	Ra ~ 0.03 µm - Rz ~ Schichtdicke	Ra ~ 0.02 µm - Rz ~ Schichtdicke
Reibkoeffizient zu Stahl	μ ~ 0.15	μ ~ 0.1	μ ~ 0.1
Verschleisswiderstand	Verschleiss nach kurzer Zeit	Verschleiss nach langer Zeit	Verschleiss nach sehr langer Zeit
Hauptanwendungsziel	Verbesserung des Werkzeugeinlaufverhaltens Schmierung durch Formung von Transferfilmen	Reibungsreduktion für Maschinenkomponenten, Stempel und Matrizen	Zerspanen von Leichtmetallen, Verbundstoffen und Graphit

Chemische Eigenschaften von PLATIT-DLC²



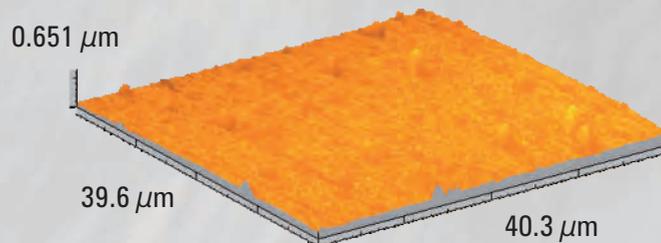
RAMAN Spektrum von CROMVIC^{2.0} mit $\lambda = 514.5 \text{ nm}$, Si kalibriert, LabSpec Software
 G-Band Position: 1552.9 cm^{-1} - D-Band Position: 1382.8 cm^{-1} - Verhältnis IG/ID = 0.85
 Gemessen vom Lehrstuhl Physik, Universität Fribourg, Schweiz

Haftung gemessen durch Scratch-Test: CROMVIC^{2.0} auf HM; $L_{c2} = 74.3 \text{ N}$



Oberflächenrauheit gemessen durch AFM: CROMVIC^{2.0} auf HM: $S_a = 0.0374 \mu\text{m}$

Sa	= 0.0374 μm
Sq	= 0.0501 μm
Sp	= 0.447 μm
Sv	= 0.136 μm
St	= 0.583 μm
Ssk	= 1
Sku	= 9.34
Sz	= 0.282 μm



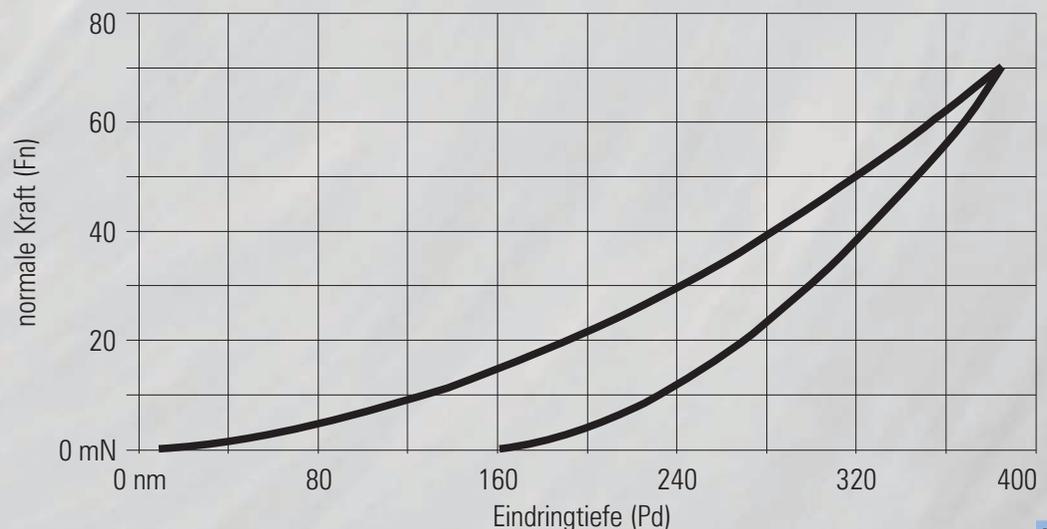
Nanoindentation für Härtemessung von DLC² Schichten

Berkovich Indenter

Methode: Oliver & Pharr
 Geschwindigkeit: 2000 nm/min
 Abtastrate: 10 Hz
 Lineare Beladung
 Max. Last: 70 mN
 Beladungsrate: 70 mN/min

Hauptergebnisse:

HIT = 25444 Mpa
 EIT = 331.99 Gpa
 Hv = 2356.4 Vickers



Reibverhalten von DLC^2 Schichten

Fräsen



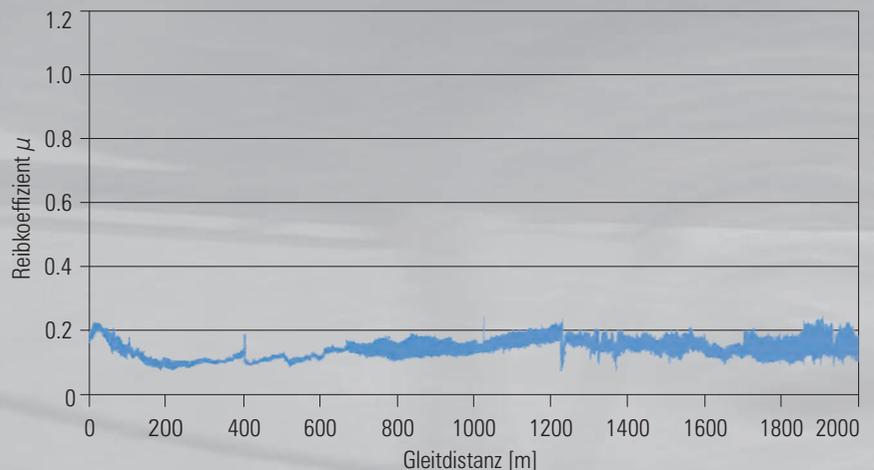
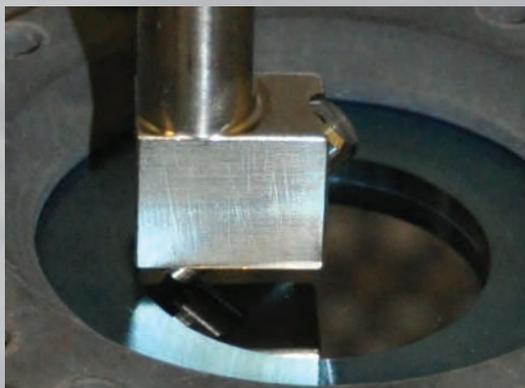
Segmentierte TiB_2 -Kathode für SCIL®-Technologie

Vergleich der Aufbauschneiden bei Aluminiumzerspanung



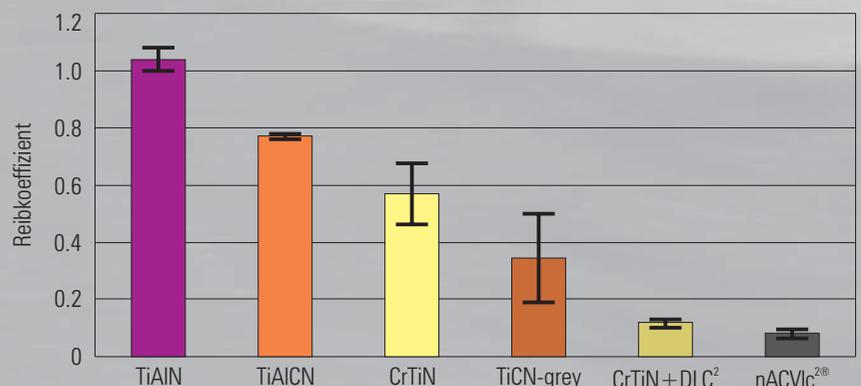
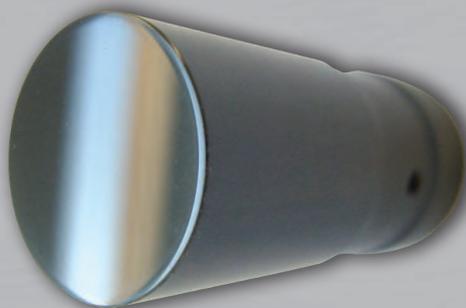
(X) EDX - Häufigkeit der einzelnen Elemente: DLC^3 beschichtet mit πC_{211}
 SEM und EDX nach 283 m Standweg
 Material: 3.4365 AlZnMgCu1,5 - Werkzeug: Torus Schafffräser $\phi 12\text{mm} - r=2.5\text{mm} - z=2$
 $v_c=377\text{ m/min} - a_e=5\text{mm} - a_p=6\text{mm} - f_z=0.2\text{ mm/U}$

Messung des Reibkoeffizienten durch Pin-On-Disc-Test bei 400°C: nACVic^{2®} : $\mu=0.12 \pm 0.02$



Test mit Ti Stift der Klasse 5 - $r=10.00\text{ [mm]}$ - Normal Beladung: 2.00 [N] - Lin. Geschwindigkeit: 6.67 [cm/s] - Abtastrate : 2.0 [Hz] - Rel. Feuchtigkeit: 0%

Messung des Reibkoeffizienten durch Pin-On-Disc-Test bei 400°C



- (Ti, Al)-basierte Schichten sind nicht geeignet wegen ihres hohen Reibkoeffizienten
- Klarer Einfluss des Kohlenstoffgradienten in der TiCN Schicht (hohe Streurate)
- Exzellente Reibkoeffizienten und sehr niedrige Streurate für DLC-Schichten
- Si-gedoptes DLC übersteht bei Tests mehr als 8-Stunden bei 400°C !

DLC² Schicht in Rennsportmotoren

Anspruchsvolle Motorenanwendungen für Rennwagen

1 → Mechanischer Lifter (M2 Stahl, 63-64 HRC)

Teile in Berührung: Nockenwelle aus Werkzeugstahl mit Lobus aus einsatzgehärtetem Stahl

- Kein Materialübertrag zueinander
- Geringe Reibung und hohe Verschleissfestigkeit

2 → Einlassventil (Ti Legierung)

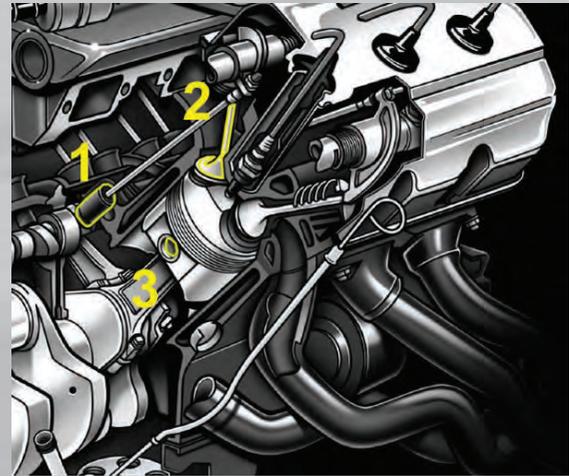
Teile in Berührung: AMCO45, Ni-Al Bronzelegierung

- Kein Materialübertrag zum Ventilsitz
- Geringe Reibung

3 → Gelenkhülse (PM-HSS)

Teile in Berührung: Werkzeugstahl

- Kein Materialübertrag
- Sehr geringe Reibung und niedriger Verschleiss



V8 Motor, bis zu 9'000 U/min, 750 PS

Schichtauswertung auf dem Prüfstand



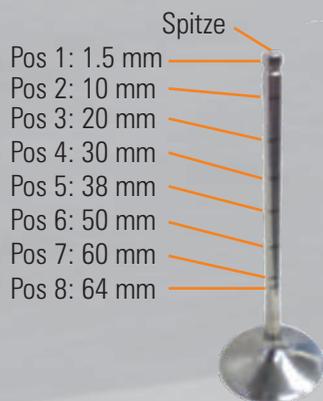
SEM-Bild der Stirnfläche des Lifters nach Test über 1000 Meilen

Ergebnis: Hohe Zuverlässigkeit und Leistung der DLC Schicht

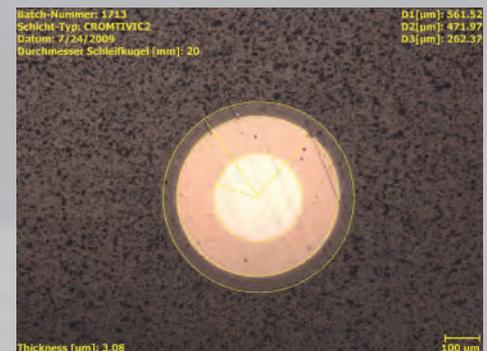
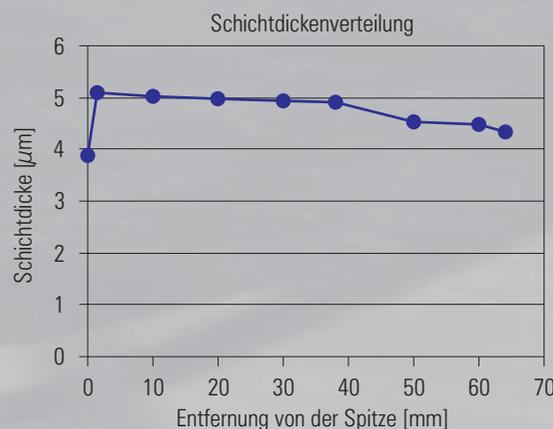


DLC² Schichtdickenverteilung auf Kolbenventilen für Rennwagen, abgeschlossen in der π80+ DLC

Eine der wichtigsten Anwendungen ist die DLC-Beschichtung von Ventilen für Rennwagen, normale PKWs, LKWs und Motorräder.



- Pos 1: 1.5 mm
- Pos 2: 10 mm
- Pos 3: 20 mm
- Pos 4: 30 mm
- Pos 5: 38 mm
- Pos 6: 50 mm
- Pos 7: 60 mm
- Pos 8: 64 mm

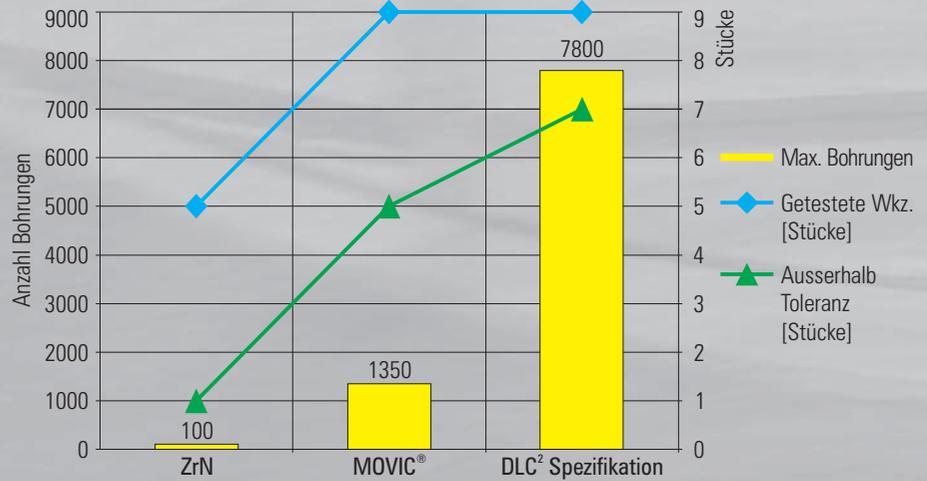


Anwendung von DLC Schichten in KMUs

Mikrobohren in Titan



Standmengenvergleich



Quelle: Diamond SA, Losone, Schweiz

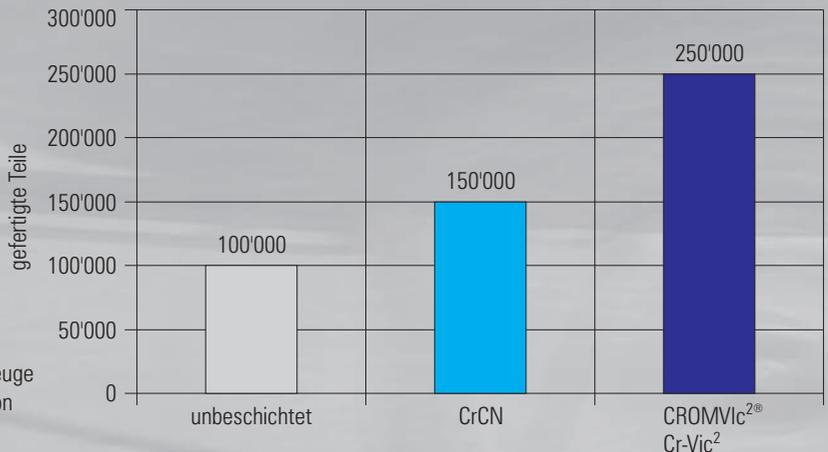
Verschleiss- und Reibungsminimierung beim Fließpressen



Fertigung von Gehäuseteilen aus Aluminium



Beschichtete Werkzeuge zum Fließpressen von Aluminiumbauteilen



Result:

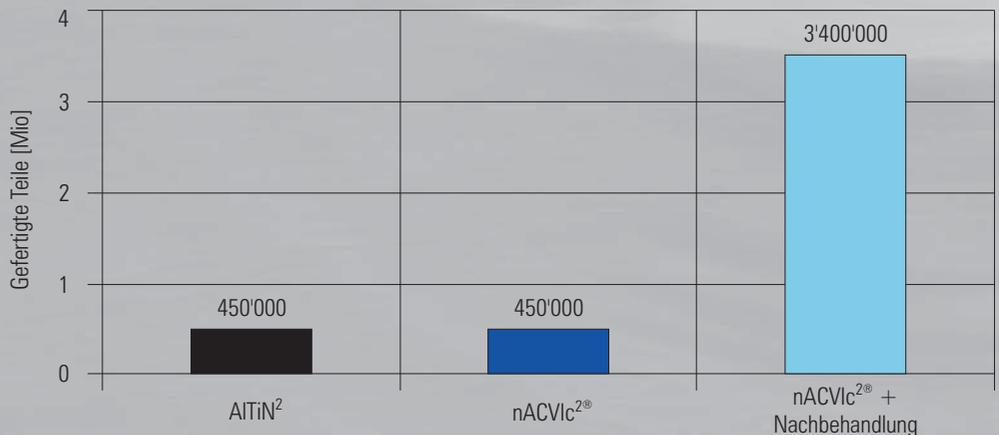
- Si-haltiges DLC zeigt sehr gutes Standzeitverhalten

Quelle: Coexal Werkzeugbau, Gotha GFE, Schmalkalden, Deutschland

Verschleiss- und Reibungsminimierung beim Tiefziehen



Gefertigte Verschlusskappen



Ergebnis:

- Nachbehandlung unbedingt erforderlich

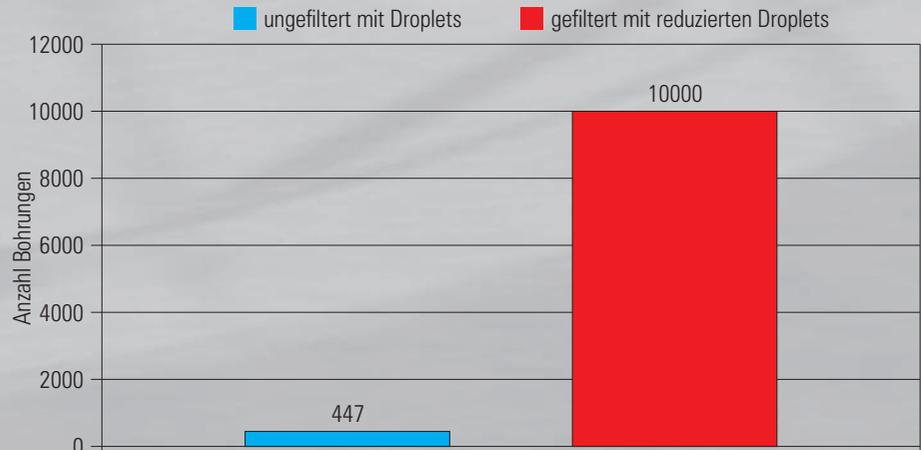
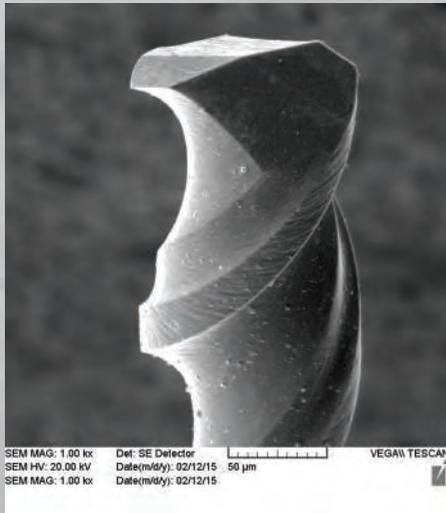
Quelle: Mala Verschlussysteme, Schweina GFE, Schmalkalden, Deutschland

Werkzeug zum Tiefziehen von Aluminiumbauteilen

Zerspanung klebriger Materialien mit DLC^2 und DLC^3

PCB Mikrobohren

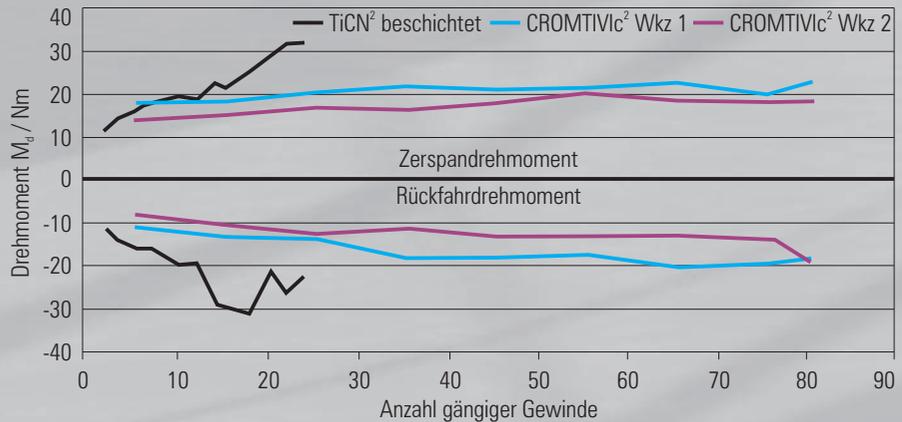
Standmengenvergleich



Schicht: DLC^3 = Cr-basiert ta-C - Werkstückmaterial: Elektronikplatine - $n = 140'000$ U/min
Quelle: Topoint, Taipei, Taiwan

Gewindebohren in Titan

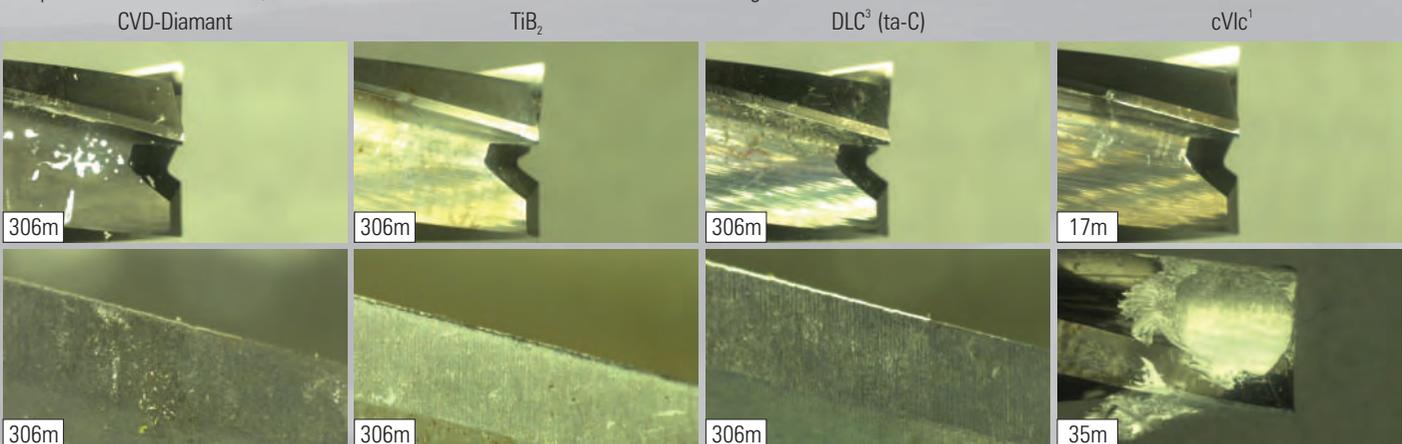
Zerspandrehmomentvergleich mit $TiCN^2$ und $CROMTIVic^2$



Material: TiAl6V4 - Gewindebohrer: HSS - M10 - Gewindetiefe $a_p = 24$ mm
 $v_c = 8$ m/min - Kernlochdurchmesser: $d_c = 8.5$ mm - Kühlmittel: Emulsion 10 % - extern - $p = 50$ bar
Quelle: IGF Projekt - RWTH Aachen, Deutschland

Aufbauschneiden beim Trockenfräsen von Weichaluminiumlegierungen mit unterschiedlichen Schichten

Hauptziel der DLC^3 Schicht ist, eine ökonomische Alternative zu teureren PKD-Werkzeugen und CVD-Diamantschichten zu bieten.



Werkstückmaterial: AlMg4.5Mn - Werkzeug: VHM-Fräser $d = 8$ mm - $v_c = 250$ m/min - $f_z = 0,16$ mm - $a_p = 5$ mm - trocken - Quelle: GFE Schmalkalden, Deutschland

Warum Integration der Beschichtung in die KMUs?

Was ist wichtig für die Anwender von Schichten?
oder
The wichtigsten Gründe für In-House-Beschichtung

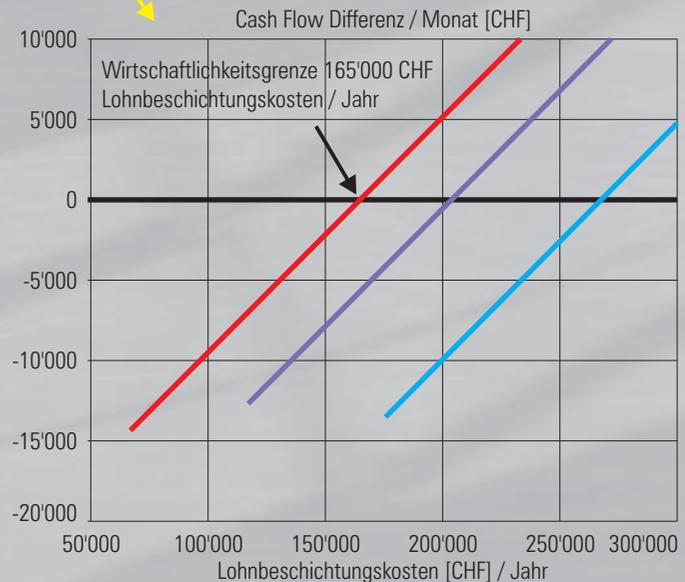
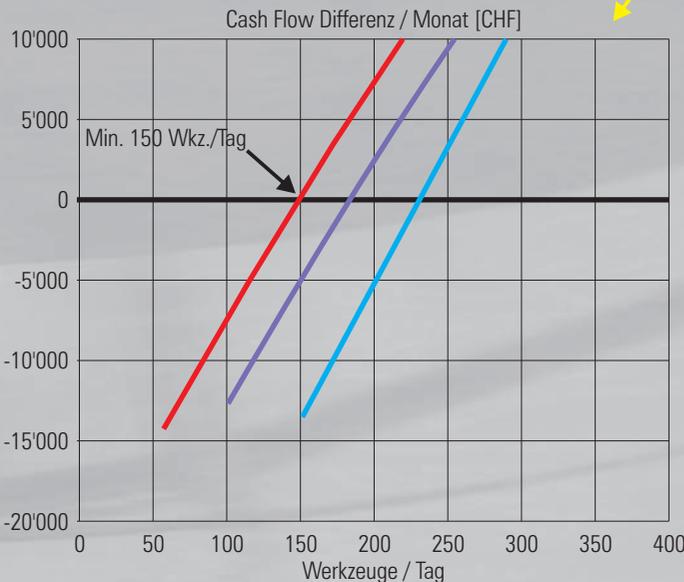
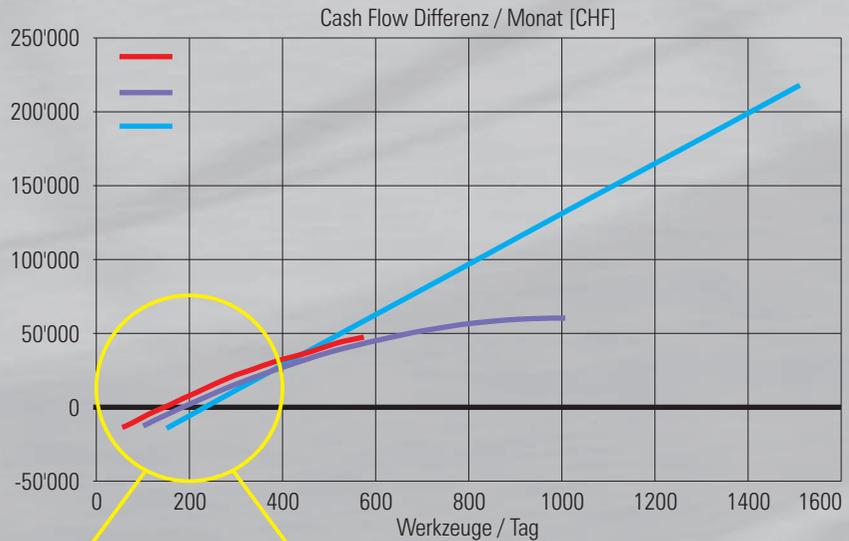
Wichtigkeit für die Anwender



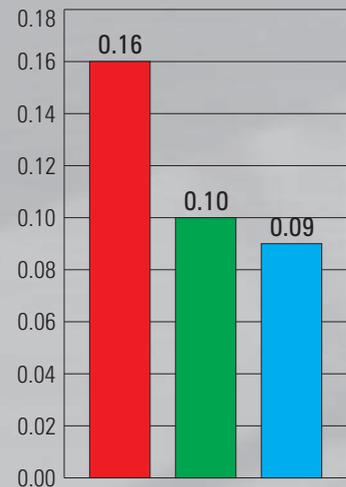
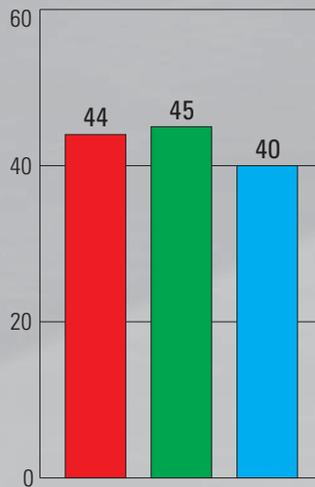
Ökonomie - Wann sollen KMUs die Beschichtung integrieren?

Cash Flow Differenz bei Leasing von kleinen und mittelgrossen Beschichtungsanlagen

- Die Investition wurde berechnet mit den Kosten der Beschichtungsanlage, Schichtrezepte, Kathoden, Basishalterungen, PVD-Zubehör, Reinigungssystem, Entschichtungs- und Qualitätskontrollsystem
- Arbeitsschichten pro Tag: 1
- Leasingrate / Monat gerechnet mit 4% Zinsen
- Variable Kosten: Energie, Targets, Gas, Wasser, Chemikalien
- Fixkosten: Kredit, Lohn, Sozialbeiträge, Mietkosten und Abschreibung
- Die bei Lohnbeschichtung entstehenden Kosten für Transport, Verpackung, Handhabung, abgewiesene Lieferungen und dadurch verursachte Schäden wurden nicht berücksichtigt.



Gesamtkosten / Charge [CHF] Gesamtkosten / Wkz. [CHF] Targetkosten / Charge [CHF] Targetkosten / Wkz. [CHF]



Gültig für gemischtes Werkzeugspektrum, siehe Seite 40

Gültig für ø10 mm Schaftfräser

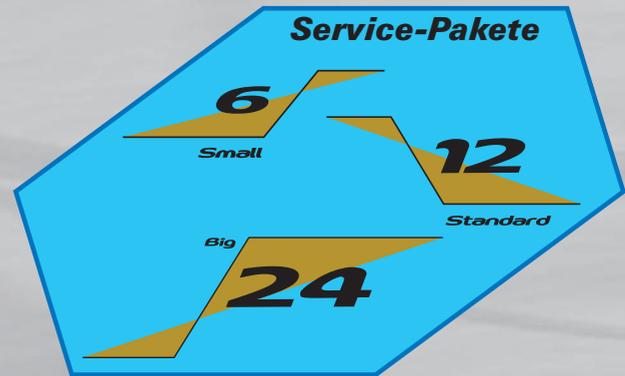
Gültig für gemischtes Werkzeugspektrum, siehe Seite 40

Gültig für ø10 mm Schaftfräser

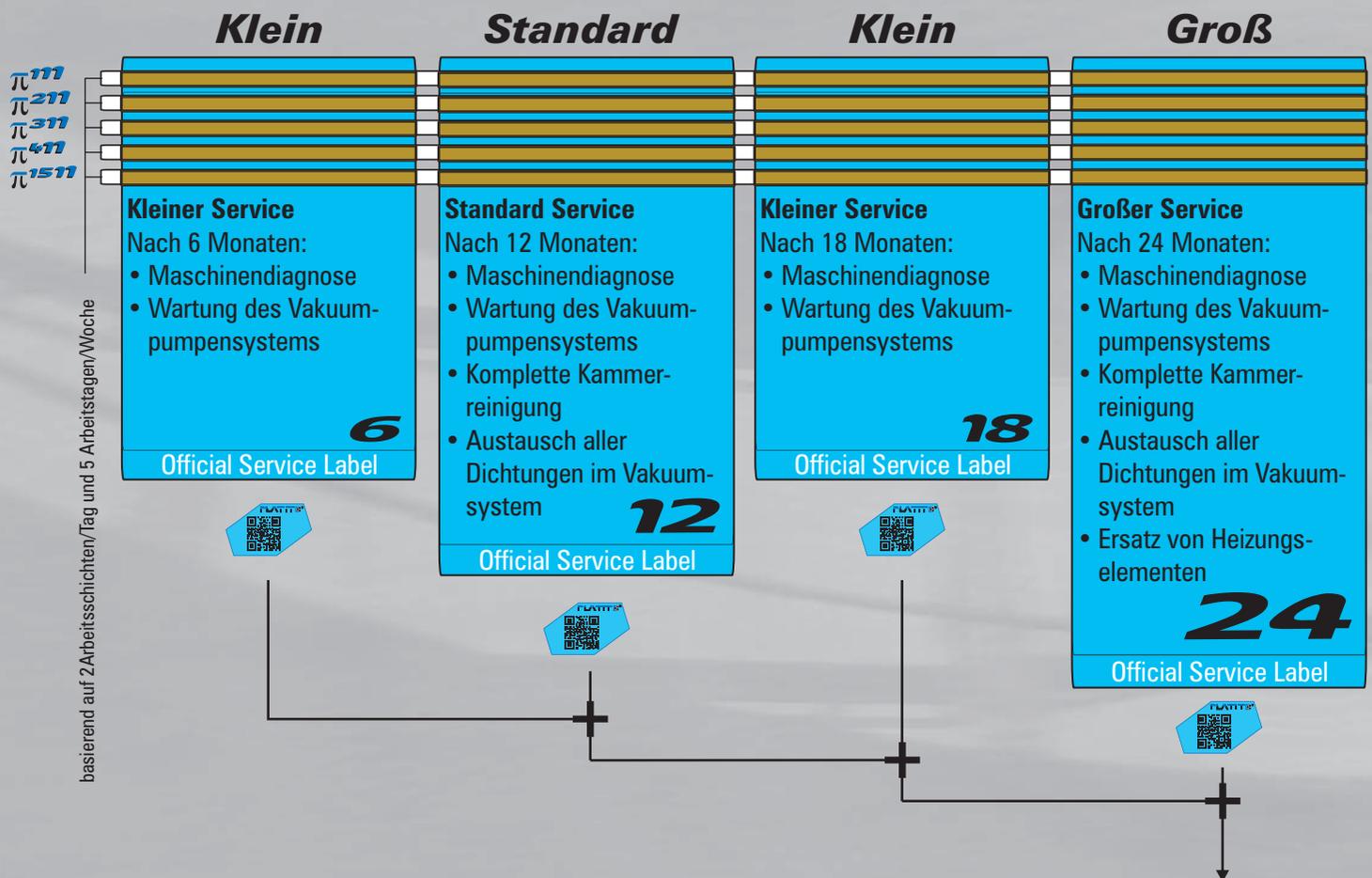
Weltweiter Service Service-Konzept

Ferndiagnose und Online-Steuerung

- Schnell und sichere Online-Verbindung zwischen PLATIT und Kunden weltweit
- Firewall-Schutz sollte durch die IT des Anwenders installiert werden
- Fern- und vor-Ort-Diagnose aller Komponenten und Prozesse mit grafischen Trace-Dateien
- Empfohlene Software für Fernwartung und -diagnose: Teamviewer
- Ferndiagnose nur mit Hilfe des Nutzers möglich



Standardisierter Umfang von Ersatzteilen und Diensten. PLATIT® empfiehlt regelmässige Services alle 6 Monate.



Premium Plus Status gilt für Kunden bei regelmässiger Durchführung aller vier Pakete

Premium Plus

Premium Plus Vorteile basierend auf 6/12/18/24 Service-Konzept:

- Konstante Schichtqualität
- Reduzierte Wartungskosten
- Maximierte Maschinenbetriebszeit
- Support via Telefon und Internet inbegriffen

Optionen

Individueller Service

Beschichtungsanlagen

- PLATIT Service Pakete
- + Spezifische Anwenderbedürfnisse

Wartungsoption 1

Drehschieberpumpe

- Tausch der Lamellen vor Ort beim Anwender
- Optionaler Service der Turbomolekularpumpe in Kooperation mit Pfeiffer Vakuum

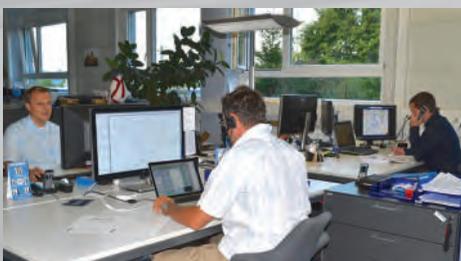
Wartungsoption 2

Reinigungsanlagen

- Jährlicher Service für Reinigungsanlagen der V-Serie

Produktionsoptimierung

- Qualitätsanalyse der beschichteten Substrate
- Produktionsfluss Analyse
- Verbesserungsstudie



Offizielles PLATIT Service Label

Mittels Service Label kann jede gewartete Maschine identifiziert werden und erhält einen Link, der den Anwender zu der PLATIT Service Datenbank führt.

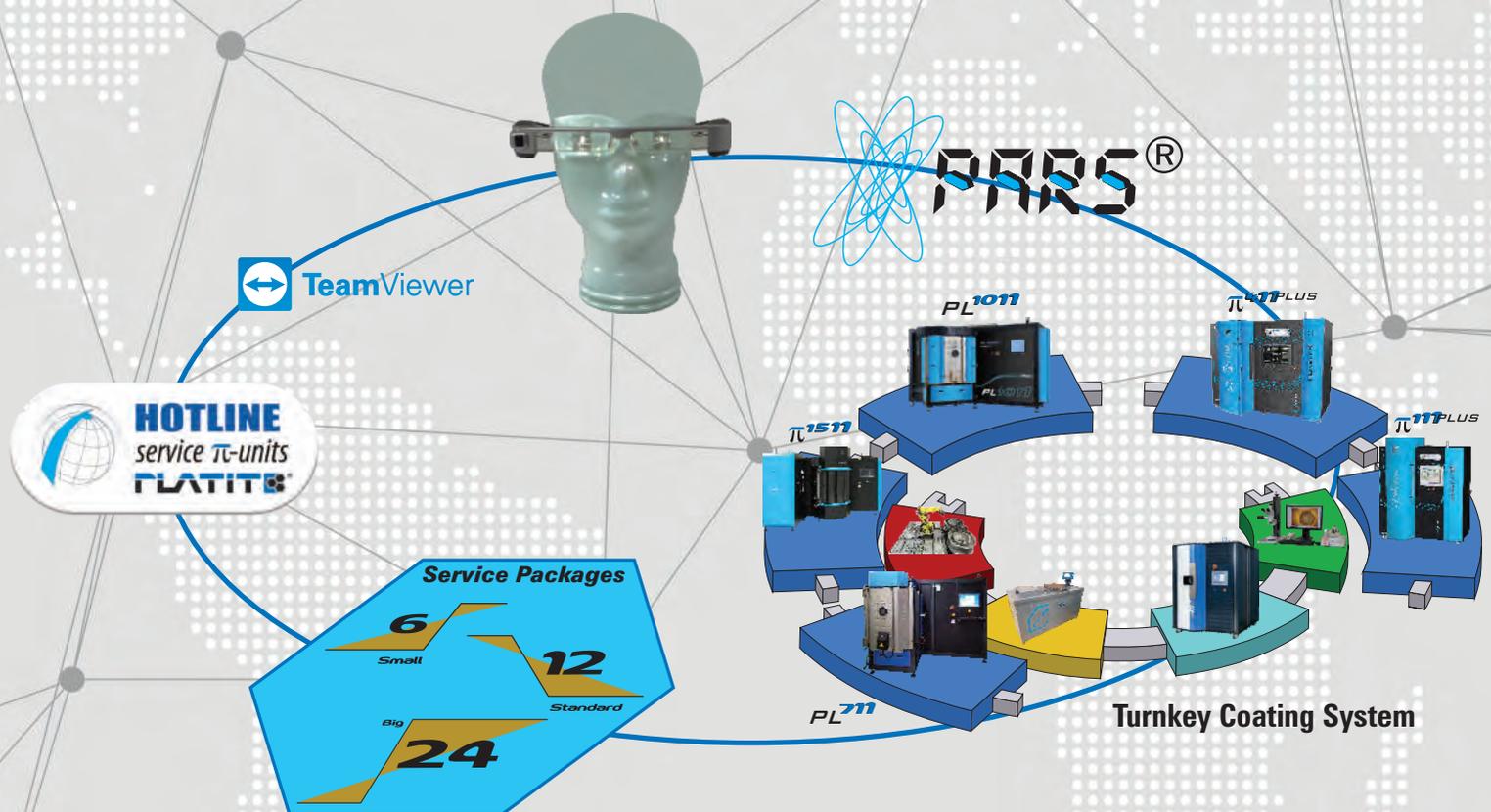
Diese Datenbank beschreibt alle ausgeführten Services und weist auf bevorstehende Wartungsarbeiten hin.



PLATIT Augmented Reality Support Die neue Dienstleistung

Der Ablauf des PARS®-Service ("Erweiterte Realität"-Service):

- Der Anwender der PLATIT-Maschine schliesst einen Service-Vertrag mit PARS®-Option ab.
- Die Beschichtungsmaschine benötigt eine schnelle (> 5 Mbit/s) Internetverbindung.
- Bei einem Supportfall stellt der Operator die Internetverbindung für die Maschine und für die PARS®-Brille her.
- Der Operator setzt die AR-Brille auf und schaut sich die Problemstelle gemeinsam mit dem Service-Techniker online an.
- Der Service-Techniker markiert die kritische Stelle am seinem Computer und im Brillenbild des Operators. Er gibt akustische und visuelle Vorschläge, wie der Operator den Fehler beheben kann.



Die Vorteile des PARS®-Services

- Weltweit präsent ohne Anreise
- Kürzeste Reaktionszeit von 7:00 bis 15:30 Uhr (MEZ)
 - Einsparung von Reisekosten
 - Einsparung von Personalkosten
 - Erhöhung der Serviceverfügbarkeit
- Reduzierung von Produktionsausfallzeiten

Der virtuelle Service-Techniker im Einsatz

Beispielfall

10:00 Uhr
Alarm beim Kunden

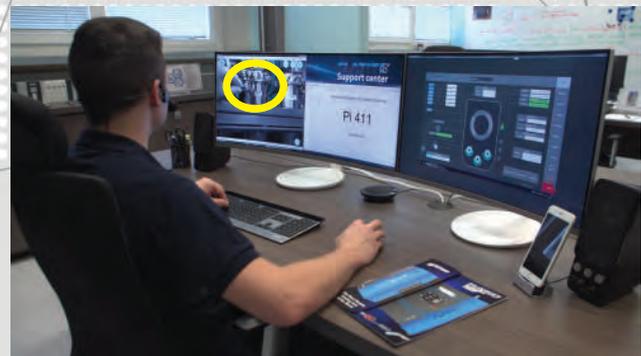


10:05 Uhr
Der Bediener kontaktiert die PLATIT Hotline, stellt die Internetverbindung, und Support-Sitzung her:

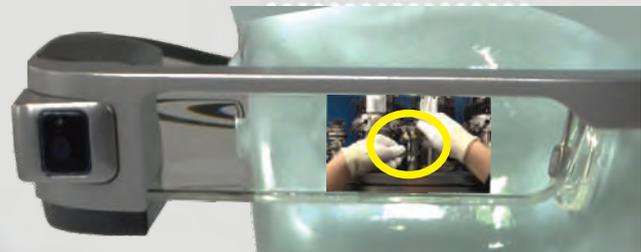
- Mit der PARS®-Brille für seine Sicht und
- mit TeamViewer für die Beschichtungsanlage.



10:10 Uhr
Der Service-Techniker im Dienst analysiert den Fehler und die Trendfiles des unterbrochenen Prozesses über TeamViewer.



10:15 Uhr
Der Bediener und Service-Techniker schauen sich die Maschine gemeinsam an.
Der Service-Techniker erkennt, dass der Striker einer Kathode klemmt. Er markiert das Problem auf seinem Computer und dadurch im Bild der Bedienderbrille.



10:25 Uhr
Der Operator behebt den Fehler, die Produktion kann fortgesetzt werden. Der virtuelle Servicetechniker hat:

- den Service-Einsatz mit Reise und
- den Produktionsausfall vermieden und damit
- mehrere Tausend € Kosten eingespart.



Kathodenaustauschzentren



Kunde mit PLATIT Anlage

π^{80} , π^{111} , $\pi^{111PLUS}$, π^{211} , π^{300} , π^{311} *eco*, π^{311} , π^{411} *eco*, π^{411} , $\pi^{411PLUS}$ & π^{1511}



1. Kunde fordert eine aufbereitete Kathode vom CEC per Email oder Fax an

PLATIT-Kathoden-Austauschzentren (CEC):

- Sumperk, Tschechische Republik (EU)
- Libertyville, IL, USA
- Seoul, Südkorea
- Curitiba, Brasilien
- Schanghai, China
- Moskau, Russland

2. CEC sendet Kathode innerhalb von 24 Stunden ab Lager

3. Kunde sendet gebrauchte Kathode innerhalb von 8 Tagen zurück zum CEC



Kathoden auf Lager:

LARC®:

- | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| • Ti | • Cr | • AlCr ₃₀ |
| • Al | • Zr | • AlCr ₄₅ |
| • AlSi ₀₆ | • TiAl ₅₀ | • TiSi ₂₀ |
| • AlSi ₁₂ | • AlTi ₃₃ | • CrTi ₁₅ |
| • AlSi ₁₈ | | |

CERC®:

- AlTi₃₃
- AlCr₃₀

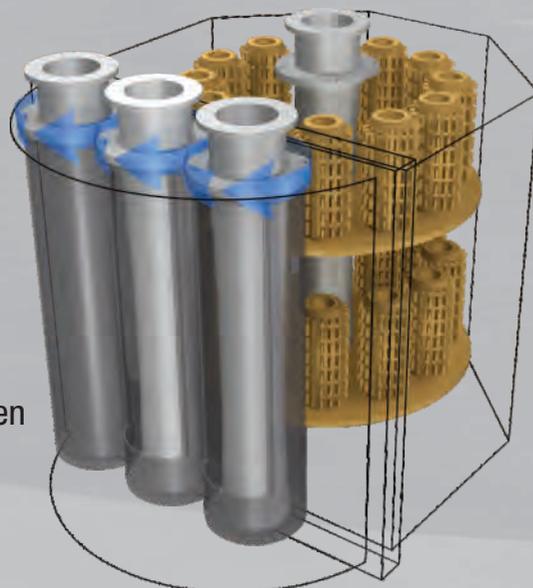
Kathodentyp abhängig vom Maschinentyp:

- π^{80} / π^{300} / π^{311} : kurz e.g. Ti-kurz
 π^{111} / π^{411} : lang e.g. Ti-lang
 $\pi^{111PLUS}$ / $\pi^{411PLUS}$: plus e.g. Ti-plus

SCIL®-Kathoden:

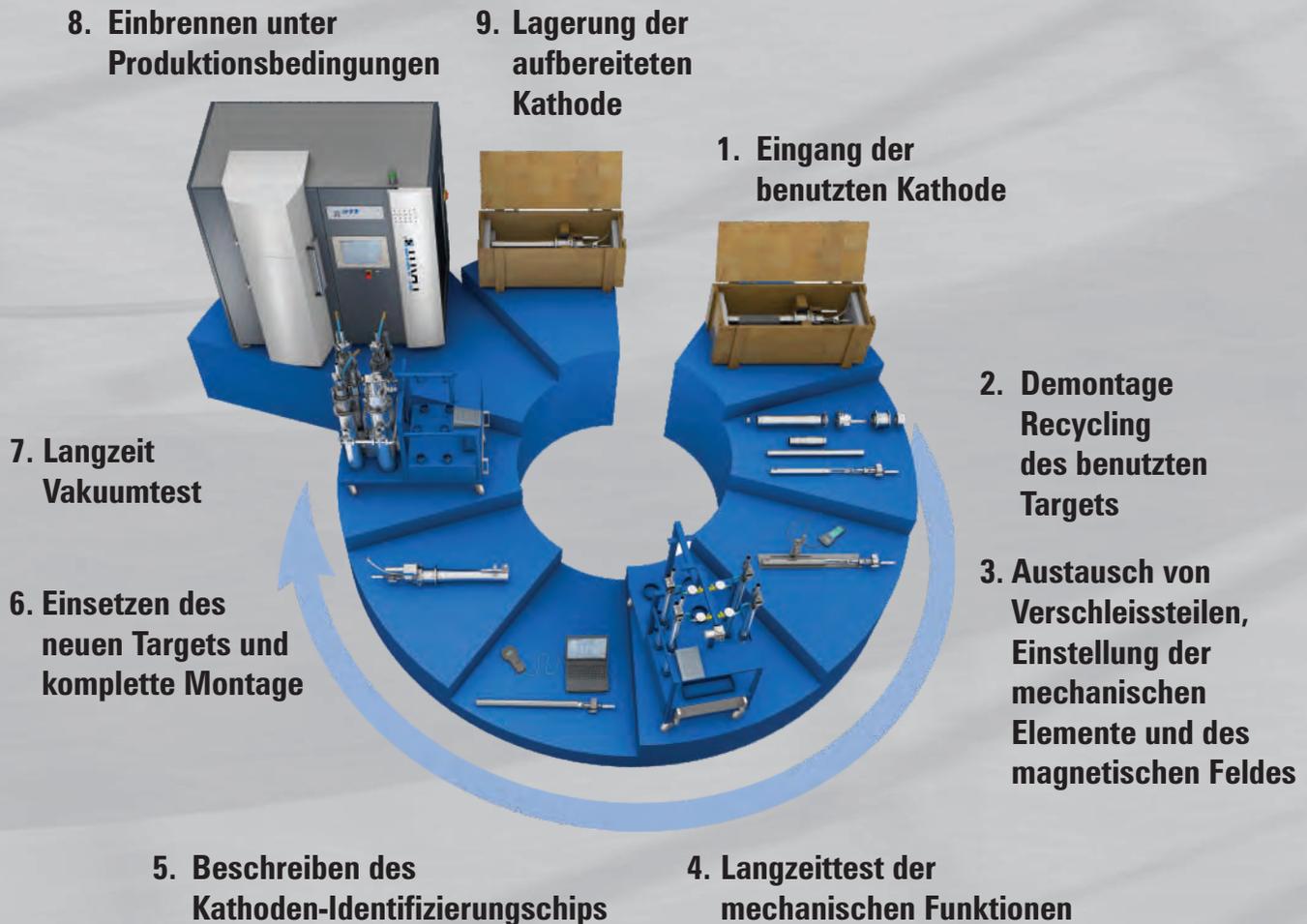
- | | | |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| • Ti-SCIL® | • TiAl ₅₀ -SCIL® | • AlCr ₃₀ -SCIL® |
| • B _x -SCIL® | • TiB ₂ -SCIL® | • W-SCIL® |

CERC® Kathoden



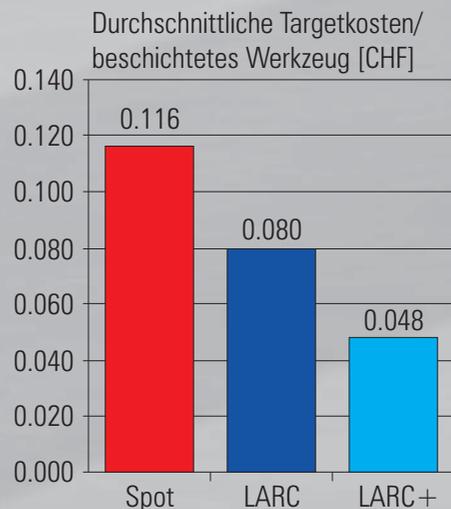
LARC® Kathoden

Technischer Prozess des Targetaustausches im CEC



Vorteile für die Anwender durch PLATITs Kathodenaustauschprinzip und -zentren

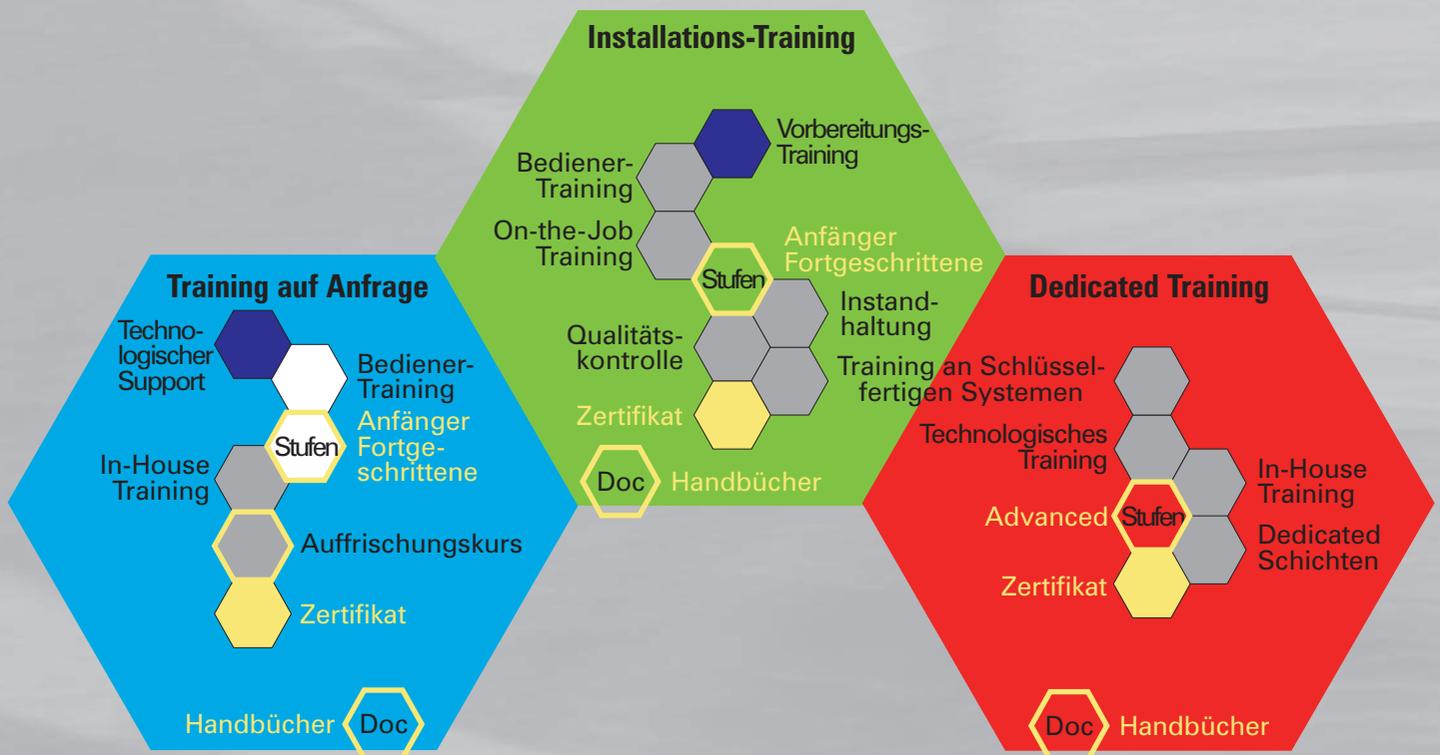
- PLATITs Garantie für Austauschqualität
- Keine Lagerkosten für Anwender
- Kathoden werden durch CEC bei jedem Austausch auf den neuesten Stand gebracht
 - Alle Verschleissteile sind nach jedem Austausch durch das CEC neu
 - Kathoden werden bei jedem Austausch durch das CEC langzeit vakuumgetestet
 - Optimales Einstellen und Einbrennen durch das CEC
 - Schneller Wechsel der Kathoden für Anwender
 - kein Einstellen, kein Wiegen,
 - kein Einbrennen durch Anwender
- Minimale Transportkosten und Zölle weltweit
- Immer hochqualitatives Targetmaterial
- Umweltfreundliches Entsorgen des benutzten Targetmaterials durch CEC
- Niedrige Targetkosten (siehe Abbildung)
- Das CEC-System funktioniert seit vielen Jahren zu hoher Zufriedenheit der Anwender



Berechnet für die Schichten AlTiN, AlCrN, AlTiCrN, nAlCo, nAlCrO
 Maschine: π 411 - Werkzeuge: \varnothing 10mm Schafffräser
 LARC Kathoden: Ti, Al, Cr, AlSi₁₈ - \varnothing 96x 510 mm - CERC Kathoden: AlTi₃₃, AlCr₃₀ - \varnothing 110x510 mm
 Maschine mit Punkttargets: 6 Kathoden mit Ti, Cr, AlCr, TiAl, AlTi Targets - \varnothing 150 mm

World Wide Service

Trainingsprogramme



Trainingszertifikat



Installationstraining

Die Installationstrainings werden von unserem Service Team beim Anwender vor Ort durchgeführt.



Training auf Anfrage

Unsere Projektengineure führen dedicated Trainings von einem breiten Themenangebot durch, von den Grundlagen bis zu speziellen Feldern.



Fortgeschrittenentraining

Die fortgeschrittenen Trainings werden beim Anwender vor Ort oder in unserem Headquarter durch unsere Projektengineure oder F&E Abteilung, typischerweise für Installationen von dedicated Schichten, durchgeführt.



Verkaufspartner und -agenten



DEUTSCHLAND
PLATIT Vertretung
AR Industrievertretungen
 Lautlinger Weg 5
 D-70567 Stuttgart
Tel: +49 (711) 718 7634-0
E-Mail: germany@platit.com

ITALIEN
PLATIT Vertretung
 Via Serra Groppelli 23
 23899 Robbiate (Lecco)
Tel: +39 349 78 16 747
E-Mail: italy@platit.com

MEXIKO
Verkaufsagent
Presotec S.A
 Av. Del Parque 216
 Regio Parque Industrial
 MX-66600 Cd. Apodaca Monterrey metropolitan Area N.L.
Tel: +52 (81) 8375
E-mail: mexico@platit.com

POLEN
PLATIT Vertretung
Technolutions
 Ul.Jana Pawla II 52/56
 PL-99-400 Lowicz
Tel: +48 606440718
E-Mail: poland@platit.com

RUSSLAND
Verkaufsagent und Kathodenaustauschzentrum
ETC Technopolice LLC
 Dmitriya Ulyanova str. 42, Building 1, Office 401
 RU-117218, Moscow
Tel: +7 (499) 517 9191
E-Mail: russia@platit.com

SINGAPUR
PLATIT Service
 51 Ubi Ave 1, #05-08
 Paya Ubi Industrial Park
 Singapore 408933
Tel: +65 9672 9528
E-Mail: singapore@platit.com

TÜRKEI
PLATIT Vertretung
ERDE Dis Ticaret Ltd. Sti.
 Egitim Mah.Kasap Ismail Sk. Nr.:6 D:4
 TR- 34722 Hasanpasa – Kadikoy / Istanbul
Tel: +90 216 3302400
E-Mail: turkey@platit.com

INDIEN
Verkaufsagent
Labindia Instruments Pvt. Ltd.
 201, Nand Chambers
 LBS Marg, Near Vandana Cinema
 Thane West 400602
Tel: +91-22-25986061
E-Mail: india@platit.com

JAPAN
PLATIT Vertretung
YKT CORPORATION
 7F, Nishi-Shinjuku Matsuya Bldg.
 4-31-6 Yoyogi Shibuya-Ku
 151-8567 Tokyo, Japan
Tel: +81 3 3467 1270
E-Mail: japan@platit.com

PAKISTAN
Verkaufsagent
S&G International
 301-A, Sea Breeze Plaza,
 Shakra-e-Faisal, Karachi-75530
Tel: +92-213-2788 994
E-Mail: pakistan@platit.com

RUSSLAND
Verkaufsagent
Arcontec Ltd.
 Hauptstrasse 60
 CH-2575 Tœuffelen
Tel: +41 32 396 26 39
E-mail: russia@platit.com

RUSSLAND
Verkaufsagent
TL Technology AG
 Moosweg 1
 CH-2555 Brugg
Tel: +41 32 505 27 80
E-mail: russia@platit.com

THAILAND
Verkaufsagent
Best Lube Co., Ltd.
 69 Ratchadapisek 36 Rd.
 Chankasem, Jatujak, Bangkok, 10900
Tel: +66 2 939 1017
E-Mail: thailand@platit.com

VEREINIGTES KÖNIGREICH
PLATIT Vertretung
Advanced Grinding Solutions Ltd.
 Units 1 & 7 Steeple House, Percy Street
 Coventry CV1 3BY
Tel: +44 2476 22 66 11
E-Mail: uk@platit.com

Tochtergesellschaften

PLATIT®

Advanced Coating Systems
SWISS  QUALITY
www.platit.com



PLATIT AG Headquarters

Advanced Coating Systems
Eichholzstrasse 9
CH-2545 Selzach / SO
Schweiz

Tel: +41 (32) 544 62 00
E-Mail: info@platit.com



World Wide Service

Verfügbar über die Webseite
www.platit.com

TSCHECHISCHE REPUBLIK PLATIT a.s.

Advanced Coating Systems
Prumyslova 3020/3
CZ-78701 Sumperk

Tel: +420 (583) 241 588
E-Mail: platit@platit.eu

SCHWEIZ PLATIT AG CCS Division Produktion Vaulruz

Route de Champ-Paccot 21
CH-1627 Vaulruz

Tel: +41 (32) 544 62 90
E-Mail: ccs@platit.com

USA PLATIT Inc. Advanced Coating Systems

1840 Industrial Drive, Suite 220
Libertyville, IL 60048

Tel: +1 (847) 680-5270
E-Mail: usa@platit.com

SKANDINAVIEN PLATIT Scandinavia ApS

Universitetsparken 7 / PO Box 30
DK-4000 Roskilde

Tel: +45 (46) 74 02 38
E-Mail: scandinavia@platit.com

SCHANGHAI, CHINA PLATIT Advanced Coating Systems

No. 161 Rijjing Road, Polit FTZ,
Pudong, Shanghai, 200131 China

Tel: +86 (135) 121 620 88
E-Mail: shanghai@platit.com

SÜDKOREA PLATIT Support Center

2F Geumyoung B/D 36, 501 Beon-Gil
Youngtong-Ro Suwon City
Gyeonggi-do South Korea 443-809

Tel: +82 (31) 447 4395-6
E-Mail: korea@platit.com