PLASMA-OBERFLÄCHEN-SERVICE GmbH

DIN EN ISO 9001:2008
Zertifikat: 01 100 042150

PVD Beschichtungen
NiP/NiP-PTFE Beschichtungen
Polieren

Oberflächenveredlung
Lösungskonzepte aus einer Hand

Die richtige Beschichtung bringt`s und spart dabei

neusburger

Anwendertreffen Stanzen

Theo Baumeister
t.baumeister@pos-beschichtungen.com

Lüdenscheid 26. März 2024

Die Firma

PLASMA-OBERFLÄCHEN-SERVICE GmbH

- Inhaber geführtes Unternehmen
- Gegründet Juni 1994
- Standort Remscheid
- 30 Mitarbeiter
- Zertifiziert ISO 9001

Zertifikat

Prüfungsnorm: ISO 9001:2015

Zertifikat-Registrier-Nr.: 01 100 042150

Unternehmen:

P.O.S. Plasma Oberflächen-Service GmbH
Berghausen 1
42859 Remscheid
Deutschland

mit den Standorten gemäß Anlage

Geltungsbereich: PVD-Beschichtungen, chemisches Vernickeln, Diffusionsbehandlungen, Polituren, diamantähnliche DLC bzw. DLN Beschichtungen und Oberflächenoptimierungen für den technischen und dekorativen Bereich

Durch ein Audit wurde der Nachweis erbracht, dass die Forderungen der ISO 9001:2015 erfüllt sind.

Erstzertifizierung 2004;
Datum des Rezertifizierungsaudits: 21.03.2019;
Ablaufdatum des letzten Zertifizierungszyklus: 21.03.2019.

Gültigkeit: Dieses Zertifikat ist gültig vom 01.04.2019 bis 21.03.2022.

02.04.2019

TÜV Rheinland Cert GmbH
Am Grauen Stein · 51105 Köln

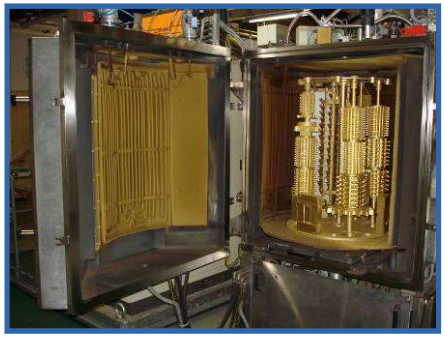
www.tuv.com

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

Unsere „*Technologien*“

P.O.S.
PLASMA-OBERFLÄCHEN-SERVICE GmbH

Chemisch Nickel
Überzüge



PVD-Beschichtungen
wie TiN, CrN, CrAlN etc.

CARBOTEC

DLC-Beschichtungen

Fortis
Oberflächenhärtung

Oberflächenvorbereitung,
polieren, strahlen etc.

Kundenstruktur

P.O.S.
PLASMA-OBERFLÄCHEN-SERVICE GmbH

Messer &
Klingen

Heißkanal

Kunststoff-
spritzguß

**Stanzen /
Umformen**

Dekorativ

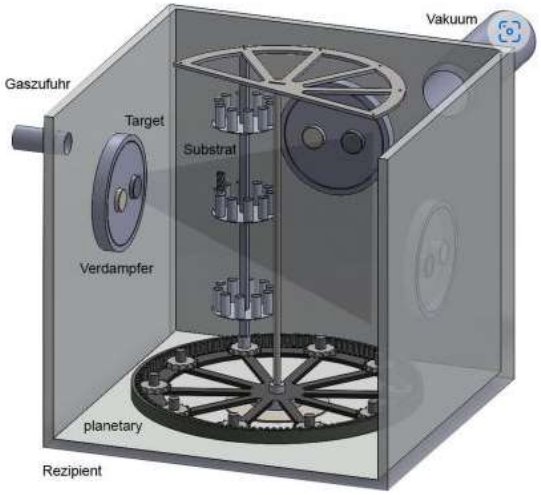
Chirurgische
Instrumente

PVD-Beschichtungen

PLASMA-OBERFLÄCHEN-SERVICE GmbH

- 7 PVD-Arc-Beschichtungsanlagen von diversen bekannten PVD Anlagenbauer
- Abscheidetemperaturen unter 200°C realisierbar, somit sind Kaltarbeits-stähle,1.2767, 1.2083 etc beschichtbar
- 1x Klein-PVD-Anlage für extrem kurze Lieferzeiten bei Eilaufträgen
- Groß-PVD-Anlagen mit maximalen Bauteilabmessungen:

Länge	1.300mm
Durchmesser	700mm



PVD Beschichtungen und Fortis Oberflächen - Behandlung

PLASMA-OBERFLÄCHEN-SERVICE GmbH

	TiN	TiCN	CrN	TiAlN	CrAlN	Fortis
Mikrohärte [HV 0,05]	2500	3000	2200	3300	3300	**bis zu 1400**
Max. Anwendungs-temperatur [°C]	600	400	700	800	900	400
Reibwert gegen Stahl	0,5	0,4	0,35	0,55	0,6	-
Schichtdicke	2-3µm	2-3µm	2-3µm	2-3µm	2-3µm	**Diffus.-Tiefe 20-50µm**
Beschichtungs-temperatur [°C]	200-450	450	200-450	450	450	380
Schichtaufbau	Monolayer	mehrlagig-gradiert	Monolayer	mehrlagig-gradiert	Monolayer	**Diffusion**
Schichtfarbe	gold	blau-grau	silbergrau	anthrazit	anthrazit	-

Nachfolgende Funktionalisierungen:

- **T-Behandlung** (z.B. „CrN-T“): Zur Verbesserung der Entformung/Gleitverhalten kann nach der Beschichtung ein anti-adhäsives Medium unter Druck in die Beschichtung hinein poliert werden. Temperatur beständig bis 300°C. Kein Schichtauftrag – nicht ultraschallbeständig.
- **TS-Behandlung** (z.B. „CrN-TS“): Ultraschall beständige T-Variante. Temperatur beständig bis 450°C
- **Plus-Behandlung** (z.B. „CrN-Plus“): PVD-Schichten haben eine Eigenrauigkeit, die durch die Plus-Behandlung (maschinelles Läppstrahl-Polieren) neutralisiert werden kann.

Härtevergleichstabelle

PLASMA-OBERFLÄCHEN-SERVICE GmbH

Zugfestigkeit	Vickers-härte HV	Brinell härte[1]	Rockwellhärte		
[N/mm²]	[F ≥ 98 N]	HB	HRB	HRC	HRA
255	80	76	–	–	–
270	85	80,7	41	–	–
285	90	85,5	48	–	–
305	95	90,2	52	–	–
320	100	95	56,2	–	–
335	105	99,8	–	–	–
350	110	105	62,3	–	–
370	115	109	–	–	–
385	120	114	66,7	–	–
400	125	119	–	–	–
415	130	124	71,2	–	–
430	135	128	–	–	–
450	140	133	75	–	–
465	145	138	–	–	–
480	150	143	78,7	–	–
495	155	147	–	–	–
510	160	152	81,7	–	–
530	165	156	–	–	–
545	170	162	85	–	–
560	175	166	–	–	–
575	180	171	87,1	–	–
595	185	176	–	–	–
610	190	181	89,5	–	–
625	195	185	–	–	–
640	200	190	91,5	–	–
660	205	195	92,5	–	–
675	210	199	93,5	–	–
690	215	204	94	–	–
705	220	209	95	–	–
720	225	214	96	–	–
740	230	219	96,7	–	–
755	235	223	–	–	–
770	240	228	98,1	20,3	60,7
785	245	233	–	21,3	61,2
800	250	238	99,5	22,2	61,6
820	255	242	(101)	23,1	62
835	260	247	–	24	62,4
850	265	252	(102)	24,8	62,7
865	270	257	–	25,6	63,1
880	275	261	(104)	26,4	63,5
900	280	266	–	27,1	63,8
915	285	271	(105)	27,8	64,2
930	290	276	–	28,5	64,5
950	295	280	–	29,2	64,8
965	300	285	–	29,8	65,2
995	310	295	–	31	65,8
1030	320	304	–	32,2	66,4
1060	330	314	–	33,3	67
1095	340	323	–	34,3	67,6
1125	350	333	–	35,5	68,1

Zugfestigkeit	Vickers-härte HV	Brinell härte[1]	Rockwellhärte		
[N/mm²]	[F ≥ 98 N]	HB	HRB	HRC	HRA
1155	360	342	–	36,6	68,7
1190	370	352	–	37,7	69,2
1220	380	361	–	38,8	69,8
1255	390	371	–	39,8	70,3
1290	400	380	–	40,8	70,8
1320	410	390	–	41,8	71,4
1350	420	399	–	42,7	71,8
1385	430	409	–	43,6	72,3
1420	440	418	–	44,5	72,8
1455	450	428	–	45,3	73,3
1485	460	437	–	46,1	73,6
1520	470	447	–	46,9	74,1
1555	480	(465)	–	47,7	74,5
1595	490	(466)	–	48,4	74,9
1630	500	(475)	–	49,1	75,3
1665	510	(485)	–	49,8	75,7
1700	520	(494)	–	50,5	76,1
1740	530	(504)	–	51,1	76,4
1775	540	(513)	–	51,7	76,7
1810	550	(523)	–	52,3	77
1845	560	(532)	–	53	77,4
1880	570	(542)	–	53,6	77,8
1920	580	(551)	–	54,1	78
1955	590	(561)	–	54,7	78,4
1995	600	(570)	–	55,2	78,6
2030	610	(580)	–	55,7	78,9
2070	620	(589)	–	56,3	79,2
2105	630	(599)	–	56,8	79,5
2145	640	(608)	–	57,3	79,8
2180	650	(618)	–	57,8	80
–	660	–	–	58,3	80,3
–	670	–	–	58,8	80,6
–	680	–	–	59,2	80,8
–	690	–	–	58,7	81,1
–	700	–	–	60,1	81,3
–	720	–	–	61	81,8
–	740	–	–	61,8	82,2
–	760	–	–	62,5	82,6
–	780	–	–	63,3	83
–	800	–	–	64	83,4
–	820	–	–	64,7	83,8
–	840	–	–	65,3	84,1
–	860	–	–	65,9	84,4
–	880	–	–	66,4	84,7
–	900	–	–	67	85
–	920	–	–	67,5	85,3
–	940	–	–	68	85,6

Die eingeklammerten Zahlen sind Härtewerte, die ausserhalb des Definitionsbereichs der genormten Härteprüfverfahren liegen, praktisch jedoch vielfach als Näherungswerte benutzt werden. Darüber hinaus gelten die eingeklammerten Brinellhärtewerte nur dann, wenn mit einer Hartmetallkugel gemessen wurde.

Ende der Umrechnungstabelle vergrößert dargestellt d.h. 940 HV entsprechen 68 HRC

–	820	–	–	64,7	83,8
–	840	–	–	65,3	84,1
–	860	–	–	65,9	84,4
–	880	–	–	66,4	84,7
–	900	–	–	67	85
–	920	–	–	67,5	85,3
–	940	–	–	68	85,6

Die eingeklammerten Zahlen sind Härtewerte, die ausserhalb des Definitionsbereichs der genormten Härteprüfverfahren liegen, praktisch jedoch vielfach als Näherungswerte benutzt werden. Darüber hinaus gelten die eingeklammerten Brinellhärtewerte nur dann, wenn mit einer Hartmetallkugel gemessen wurde.

PVD Beschichtungen und Fortis Oberflächen - Behandlung

PLASMA-OBERFLÄCHEN-SERVICE GmbH

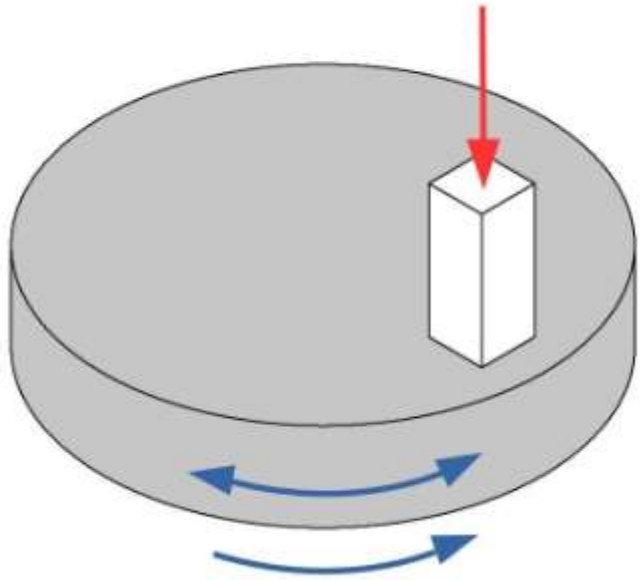
	TiN	TiCN	CrN	TiAlN	CrAlN	Fortis
Mikrohärte [HV 0,05]	2500	3000	2200	3300	3300	**bis zu 1400**
Max. Anwendungs-temperatur [°C]	600	400	700	800	900	400
Reibwert gegen Stahl	0,5	0,4	0,35	0,55	0,6	-
Schichtdicke	2-3µm	2-3µm	2-3µm	2-3µm	2-3µm	**Diffus.-Tiefe 20-50µm**
Beschichtungs-temperatur [°C]	200-450	450	200-450	450	450	380
Schichtaufbau	Monolayer	mehrlagig-gradiert	Monolayer	mehrlagig-gradiert	Monolayer	**Diffusion**
Schichtfarbe	gold	blau-grau	silbergrau	anthrazit	anthrazit	-

Nachfolgende Funktionalisierungen:

- **T-Behandlung** (z.B. „CrN-T“): Zur Verbesserung der Entformung/Gleitverhalten kann nach der Beschichtung ein anti-adhäsives Medium unter Druck in die Beschichtung hinein poliert werden. Temperatur beständig bis 300°C. Kein Schichtauftrag – nicht ultraschallbeständig.
- **TS-Behandlung** (z.B. „CrN-TS“): Ultraschall beständige T-Variante. Temperatur beständig bis 450°C
- **Plus-Behandlung** (z.B. „CrN-Plus“): PVD-Schichten haben eine Eigenrauigkeit, die durch die Plus-Behandlung (maschinelles Läppstrahl-Polieren) neutralisiert werden kann.

Stift-Scheibe-Test zur Reibwertermittlung

PLASMA-OBERFLÄCHEN-SERVICE GmbH



Reibwert = Reibungszahl μ

$$\mu = F_R / F_N \quad [\ \cancel{N}/\cancel{N}\ ]$$

So nur *vergleichende Bewertung* möglich

Reibwert von Stahl/Stahl: 0,83

R_W TiN/Stahl: 0,50
R_w CrN/Stahl: 0,35
R_w DLC/Stahl: 0,10

PVD Beschichtungen und Fortis Oberflächen - Behandlung

PLASMA-OBERFLÄCHEN-SERVICE GmbH

	TiN	TiCN	CrN	TiAlN	CrAlN	Fortis
Mikrohärte [HV 0,05]	2500	3000	2200	3300	3300	**bis zu 1400**
Max. Anwendungs-temperatur [°C]	600	400	700	800	900	400
Reibwert gegen Stahl	0,5	0,4	0,35	0,55	0,6	-
Schichtdicke	2-3µm	2-3µm	2-3µm	2-3µm	2-3µm	**Diffus.-Tiefe 20-50µm**
Beschichtungs-temperatur [°C]	200-450	450	200-450	450	450	380
Schichtaufbau	Monolayer	mehrlagig-gradiert	Monolayer	mehrlagig-gradiert	Monolayer	**Diffusion**
Schichtfarbe	gold	blau-grau	silbergrau	anthrazit	anthrazit	-

Nachfolgende Funktionalisierungen:

- **T-Behandlung** (z.B. „CrN-T“): Zur Verbesserung der Entformung/Gleitverhalten kann nach der Beschichtung ein anti-adhäsives Medium unter Druck in die Beschichtung hinein poliert werden. Temperatur beständig bis 300°C. Kein Schichtauftrag – nicht ultraschallbeständig.
- **TS-Behandlung** (z.B. „CrN-TS“): Ultraschall beständige T-Variante. Temperatur beständig bis 450°C
- **Plus-Behandlung** (z.B. „CrN-Plus“): PVD-Schichten haben eine Eigenrauigkeit, die durch die Plus-Behandlung (maschinelles Läppstrahl-Polieren) neutralisiert werden kann.

CrAlN Anwendungen und Eigenschaften

PLASMA-OBERFLÄCHEN-SERVICE GmbH

CrAlN ist unsere neue universell einsetzbare Beschichtung

- besonders geeignet bei der Verarbeitung von abrasiven Kunststoffen
  - wenn die CrN Beschichtung an Ihre Grenzen stößt
  - Schichthärte ca. 50% Prozent höher hart als CrN
  - weitere Leistungssteigerung durch Fortis Oberflächenhärtung möglich
- die Beschichtungstemperatur liegt bei 450°C
- bei Formkonturen mit Top-Hochglanz nicht geeignet
- nachfolgende Funktionalisierung der Schichtoberfläche* ist zwingend notwendig
- im Vergleich zum TiN deutlich höhere Elastizität, weniger Sprödigkeit an der Formtrennung
- einfachere und leichtere Reinigung der beschichteten Konturoberfläche
- Innenbeschichtung sind eingeschränkt möglich
- bei korrosiv wirkenden Kunststoffen / Flammhemmer mit chemisch Nickel Unterbau zu empfehlen

*** Mögliche nachfolgende Funktionalisierungen:**

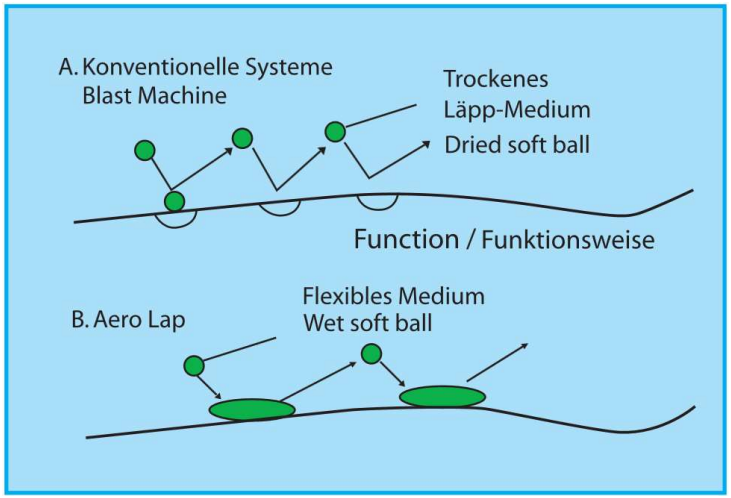
TS-Behandlung : (CrAlN –TS) Ultraschall und Temperatur beständig bis 450°C

Plus-Behandlung: (CrAlN – Plus) PVD-Schichten haben eine Eigenrauigkeit, die durch die Plus-Behandlung (maschinelles Läppstrahl-Polieren) neutralisiert werden kann.

Hydraulische Läpp-Polieranlage

PLASMA-OBERFLÄCHEN-SERVICE GmbH

- Ein elastisches Spezial-Medium, welches mit Diamantstaub versetzt wird, gleitet mit hoher Geschwindigkeit über die zu bearbeitende Oberfläche, ohne diese geometrisch zu verändern
- Gleichmäßige Bearbeitung aller Flächen
- Geeignet für Vor- / Nach-Behandlung von PVD-Beschichtungen und Fortis behandelten Flächen
- Ersetzt keine Grundpolitur

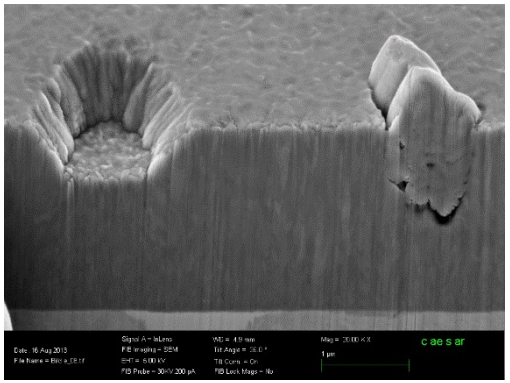


Oberflächen Struktur:
Polituren, Strahlen, Nachbehandlung von Beschichtungen

Plus-Behandlung

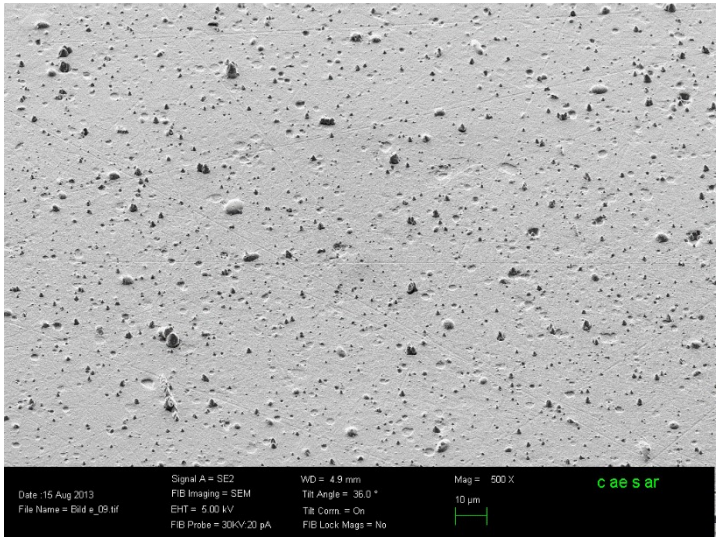
PLASMA-OBERFLÄCHEN-SERVICE GmbH

- Bei der PVD-Arc-Beschichtung wird mittels eines gezielten andauernden Kurzschlusses Metall verdampft.
- In Bereichen in denen sich die Linien der Kurzschlüsse treffen können Schmelzetropfen aus der Kathode gelöst werden, die sich als „Droplet‘s“ auf den Werkstückoberflächen wieder finden.
- Die Plus-Behandlung kann diese Effekte annähernd neutralisieren.

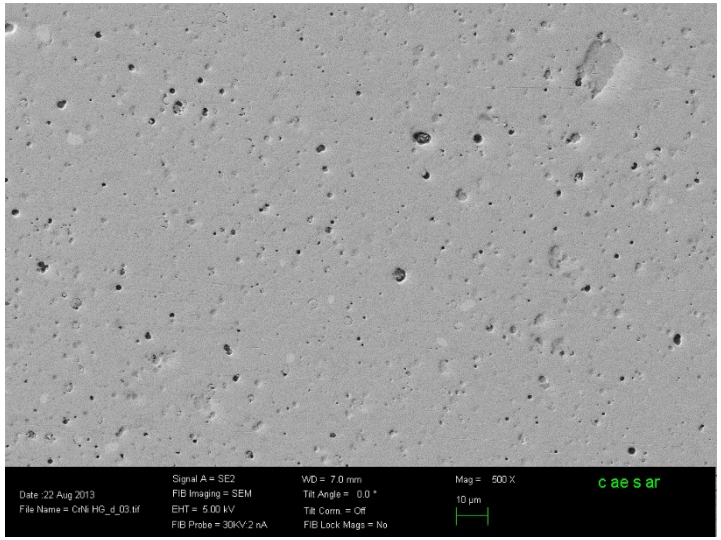


Droplet

Vor der Plus-Behandlung



Nach der Plus-Behandlung

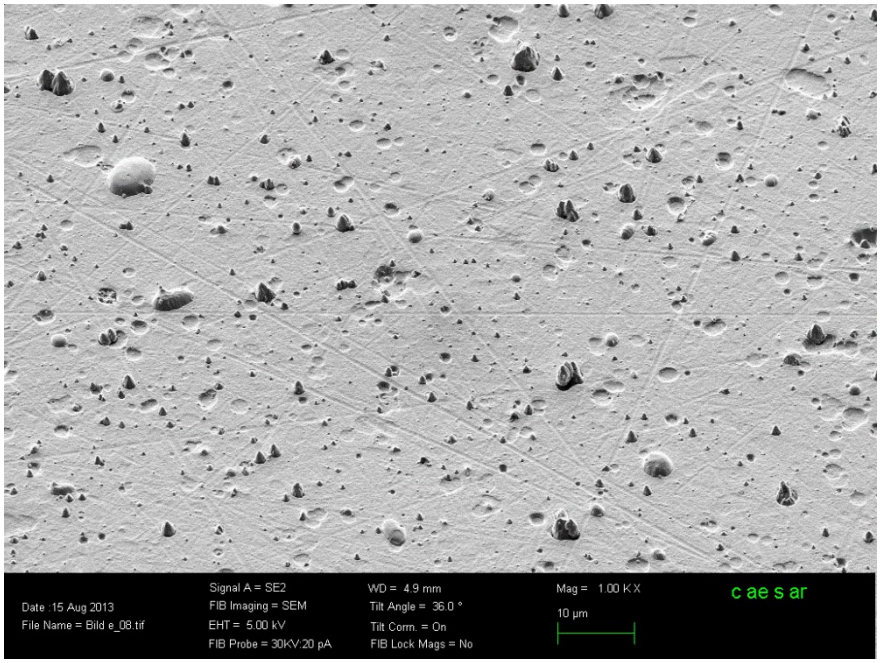


Beschichtung:
PVD, CVD, DLC,
Nickel,
Hartchrom,
Gleitschichten

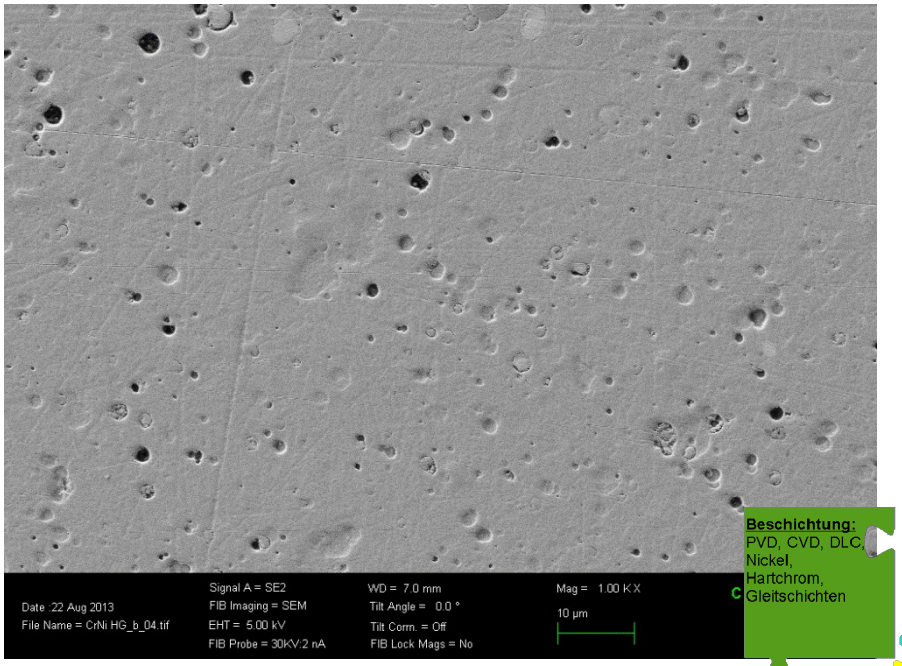
REM Vergleich „Vor und nach der T-Behandlung

PLASMA-OBERFLÄCHEN-SERVICE GmbH

- Die Aufnahmen des Raster Elektronen Mikroskop (REM) zeigen deutlich, dass die Eigenrauigkeit der Beschichtung neutralisiert wird und die Einlagerung des entformungsfördernden bzw. reibungsreduzierenden Gleitmittels.



Vor der T-Behandlung

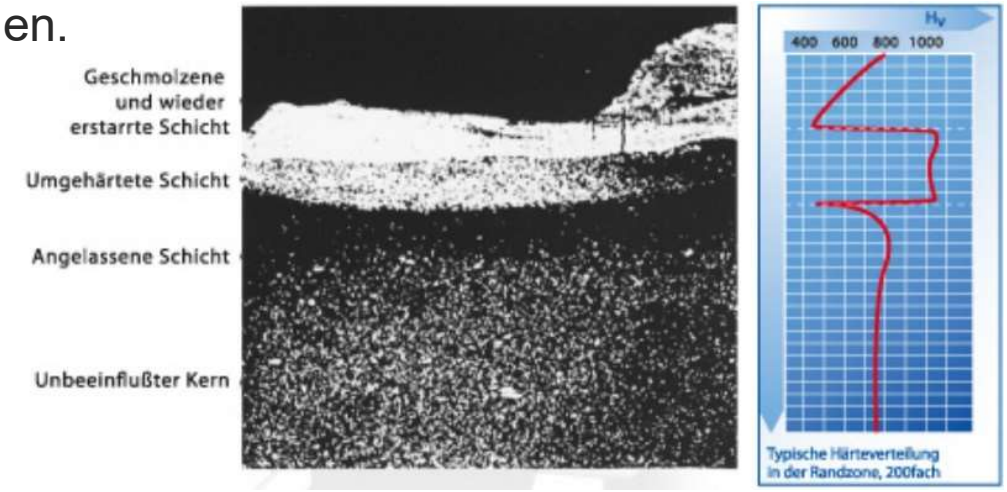


Nach der T-Behandlung

Notwendige Vorbehandlung erodierter Oberflächen

P.O.S. PLASMA-OBERFLÄCHEN-SERVICE GmbH

- **<u>Formgebende Oberflächen:</u>** Um die Erodierhaut zu entfernen empfiehlt sich das Strahlen mit Glasperlen (40-70µm – 2.5bar) – dadurch verändert sich natürlich der Glanzgrad. Sollte dies nicht zulässig sein sollte **zumindest mit Backpulver gestrahlt** werden um die losen Bestandteile der Erodierhaut zu entfernen.



- **<u>Mechanisch beanspruchte Oberflächen (z.B. Gleitflächen):</u>** Oberfläche sollte vor der Beschichtung **mech. abgezogen** werden um den thermisch veränderten und damit instabilen Randbereich zu entfernen (siehe Bild). Es gilt eine stabile Oberfläche zu schaffen und gleichzeitig die Traganteile zu erhöhen.

  => **Strahlen reicht hierzu <u>nicht</u>.**

Umformung / Stanzen: Oberflächenrauigkeit

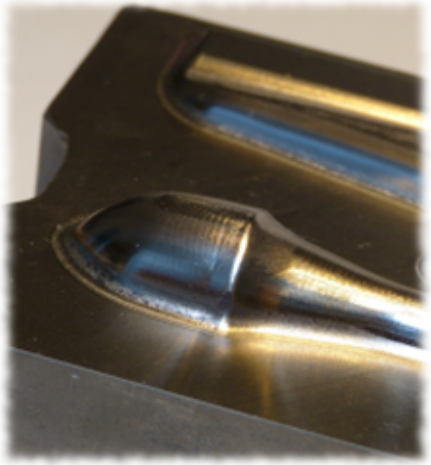
PLASMA-OBERFLÄCHEN-SERVICE GmbH

- PVD-Schichten sind nur 2-3µm und damit sehr stark von den Träger-eigenschaften (Härte, Rauigkeit…) des Grundmaterials abhängig
- Gegen die Arbeitsrichtung stehende Rauigkeitsspitzen können bei Belastung (zusammen mit der Schicht!) aus der Oberfläche ausbrechen bzw. zu Kaltverschweißungen führen
- Die Gratwanderung einer definierten Rauheit der Oberfläche:
  - Einerseits: Reduzierung der Kontaktfläche und damit der Reibung
  - Andererseits: Traganteil darf wiederum auch nicht zu klein sein, da ansonsten zu hohe punktuelle Belastungen
- Wir übernehmen gerne die Verantwortung, dieses Zusammenspiel zwischen Oberflächenstruktur und Verschleißschutzbeschichtung zu optimieren.

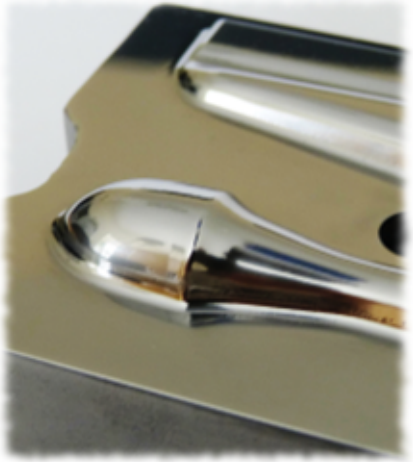
Funktionspolitur Stanzen / Umformung

PLASMA-OBERFLÄCHEN-SERVICE GmbH

- Gegen die Arbeitsrichtung stehende Bearbeitungsspuren können bei Belastung (**zusammen mit der Schicht!)** aus der Oberfläche ausbrechen.
- Erodierte Oberflächen beeinträchtigen die Belastbarkeit des Schichtsystems
- Funktionspolitur in Hub-/Zugrichtung zur Optimierung der Trageigenschaften des Grundmaterials
- Oberflächengüte unter Berücksichtigung des Grundmaterials des Werkzeugs und des zu bearbeitenden Materials.
- Ggfs. ist die Kombination einer PVD-Schicht mit vorheriger Fortis Behandlung sinnvoll (Stützfunktion)



Anlieferungszustand



Auslieferungszustand

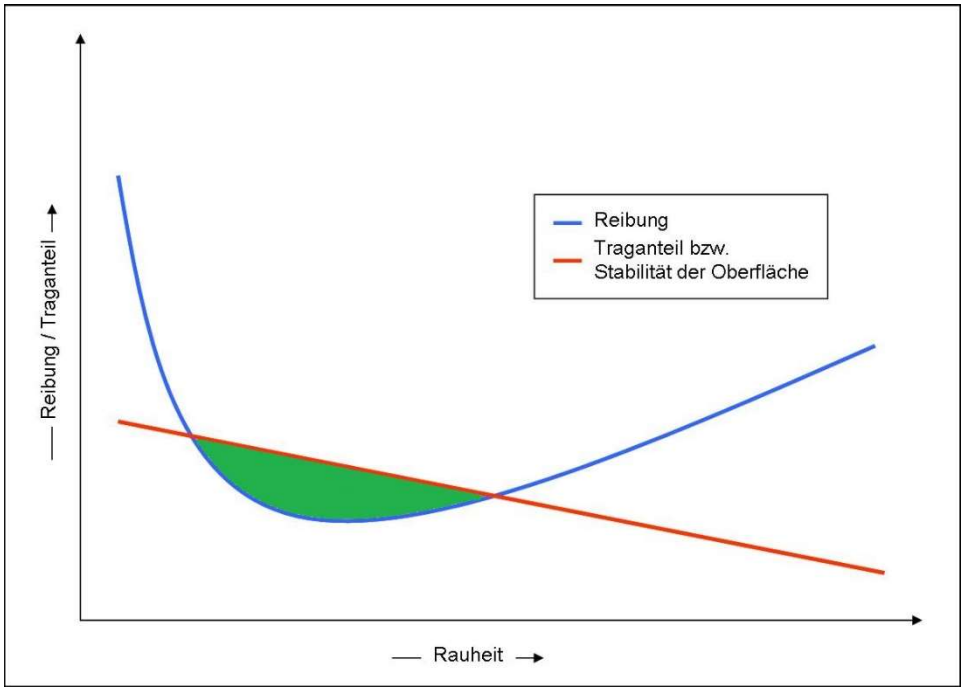
Know-How: Gutes Verständnis über die Einsatz-bedingungen

Die optimale Oberfläche?!

P.O.S.
PLASMA-OBERFLÄCHEN-SERVICE GmbH

Veranschaulichung von Erfahrungswerten für tribologische Systeme

- Unter Beanspruchung kommt es zu einem Setzen / Einlaufen der Oberflächen.
- Durch dieses Einlaufen / Setzen kann die Beschichtung beschädigt werden.
- **Daher sollte im Falle einer Beschichtung die Oberfläche VORHER funktionell eingestellt werden.**



Know-How:
Gutes Verständnis über die Einsatz-bedingungen

Oberflächenhärtung durch *Fortis:*

PLASMA-OBERFLÄCHEN-SERVICE GmbH

- Was nutzt die härteste Beschichtung, wenn diese wie eine harte Eierschale durchbrochen werden kann?
- Mit Fortis werden Härten wie Hartmetall erzielt und so **eine hervorragende Stützung** der harten + dünnen Beschichtungen erreicht
- max. Drm 800x1.200mm, 1.000kg

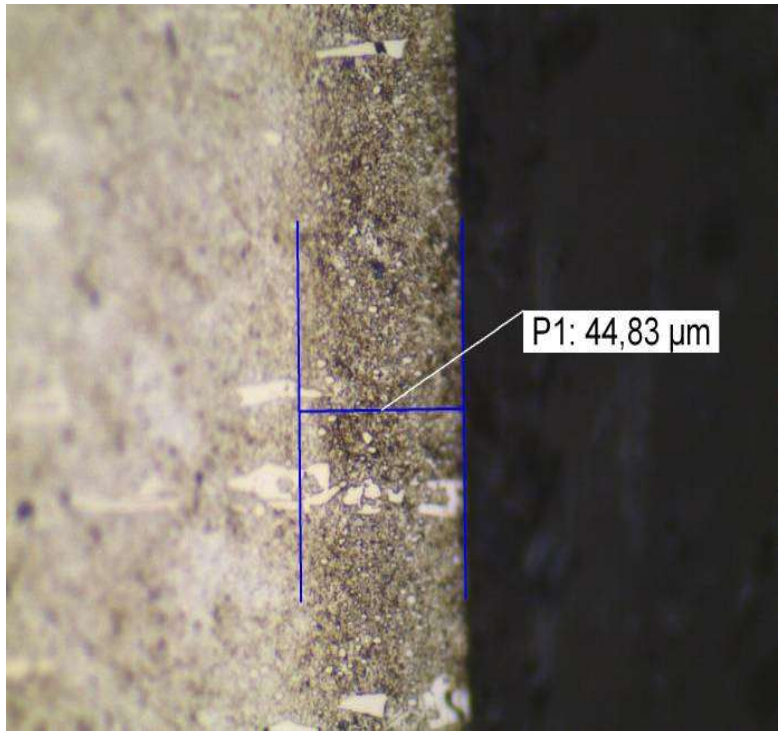
- **Unterschiede zum traditionellen Plasma-Nitrieren:**
  - keine Kantenversprödung
  - keine Verschlechterung bei Korrosion
  - reparaturschweißbar
  - keine maßliche Veränderungen
  - Oberflächenrauheit bleibt

Grundmaterial:
Verbesserung durch Diffusions-behandlung (Nitrieren, Fortis)

Fortis: Eigenschaften

PLASMA-OBERFLÄCHEN-SERVICE GmbH

- neue Plasma-Diffusions-Behandlung bei max. 380°C bis 50µm Eindringtiefe mit bis zu 1.600HV
- kein Schichtauftrag - dringt in die Oberfläche ein …wird damit Teil des Werkzeugs (siehe Abbildung rechts)
- Verdichtung und Homogenisierung der Oberfläche



- ausgezeichneter Kratzschutz
- verbesserte Polierbarkeit (z.B. Reduzierung von Poren)
- Nur marginale Rauigkeitszunahme

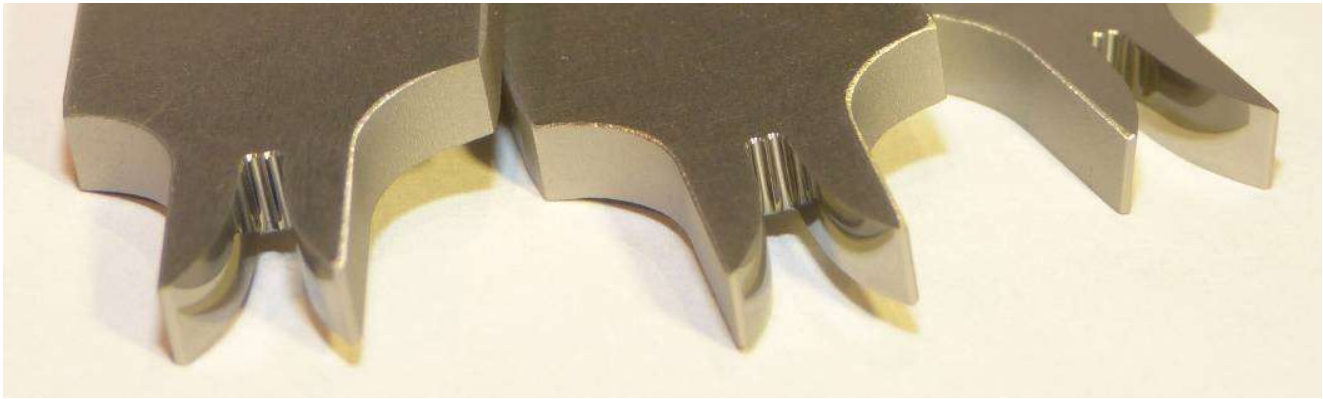
Grundmaterial:
Verbesserung durch Diffusions-behandlung (Nitrieren, Fortis)

Umformung / Stanzen: Fortis als Stütze

PLASMA-OBERFLÄCHEN-SERVICE GmbH

- Punkt- bzw. Linien-Belastungen beim Umformung/Stanzen sind zumeist sehr hoch => Deformationen / Ausbrüche sind die Folge
- Grundmaterial so hart und verschleißfest wie möglich …

  aber ohne zu brechen! – in der Praxis eine große Herausforderung.
- **Fortis erhöht die Randhärte bzw. die Stützfunktion der Oberfläche ohne die Bruchgefahr zu erhöhen!**
- Schutz der dünnen Verschleißschutz-Schichten bei hohen punktuellen Belastungen, Verhinderung von Eierschalen-Effekten



Know-How: Gutes Verständnis über die Einsatz-bedingungen

DLC Beschichtung aus dem Sauberraum

CARBOTEC

Carbotec DLC
die Schichten in Zahlen

	DLC	DLN LS	DLN LF	DLC/DLN LS	DLC/DLN LF
Schichthärte HV0.05	3.000 HV	1.300 HV	1.800 HV	3.000 HV	3.000 HV
Reibung (vs. 100Cr6)	0.1-0.15	0.15	0.03-0.05	0.15	0.03-0.05
Schichtstärke	2-3µm	2-3µm	2-3µm	2-3µm	2-3µm
Prozesstemperatur	200°C	200°C	200°C	200°C	200°C
Einsatztemperatur	300°C	400°C	400°C	300°C	300°C
Schichtfarbe	Schwarz	Regenbogen	Schwarz	Schwarz	Schwarz

Maximale Bauteilgröße:
D 750 * 1.000mm

Maximales Bauteilgewicht:
500kg

allgemeine Anwendungstabelle Stanzen / Umformen

PLASMA-OBERFLÄCHEN-SERVICE GmbH

Material	Beschichtungs-vorschlag	Schichtstärke	Alternative
Umformen, Ziehen, Biegen			
(Schwarz -) Stahl	Fortis + CrAlN-T	2-3µm	Fortis + CrN-T
Edelstahl	Fortis + TiCN-T	2-3µm	Fortis + CrN-T
verzinkte Bleche	CrN-T	2-3µm	Carbotec DLC
Al bzw. Mg beschichtet	Carbotec DLC	2-3µm	CrN-T
Aluminium	CrN-T	2-3µm	Carbotec DLC
Messing, Kupferwerkstoffe	CrN-T	2-3µm	-
Stanzen, Schneiden			
(Schwarz -) Stahl	Fortis + TiCN	2-3µm	Fortis + CrAlN-PLUS
Feinschneiden Stahl	Fortis + CrAlN-PLUS	2-3µm	Fortis + TiCN
Edelstahl	Fortis + TiCN	2-3µm	Fortis + CrN
verzinkte Bleche	Fortis + CrN-T	2-3µm	Carbotec DLC
Al oder Mg beschichtet	Fortis + CrN-T	2-3µm	Carbotec DLC
Aluminium	CrN-T	2-3µm	Carbotec DLC
Messing, Kupferwerkstoffe	CrN-T	2-3µm	-

PLASMA-OBERFLÄCHEN-SERVICE GmbH

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!