

Vertrauen Sie **HSS**

METALLURGIE

- 2 Ausgezeichnete Festigkeit
- 3 Eine wirklich scharfe Schneide
- 4 Sichere und zuverlässige Werkzeuge
- 5 Legierungs-Bestandteile
- 6 Der Einfluss der Legierungs-Bestandteile
- 7 Standard-Zusammensetzungen von HSS
- 8 Die Revolution durch HSS-PM
- 9 Warum ist HSS-PM die richtige Wahl
- 10 Gleichmäßige Mikrostruktur
- 11 Das Pulvermetallurgie-Verfahren
- 12 Standard-Zusammensetzungen von HSS-PM
- 13 HSS-PM und PVD-Beschichtungen

BESCHICHTUNGEN

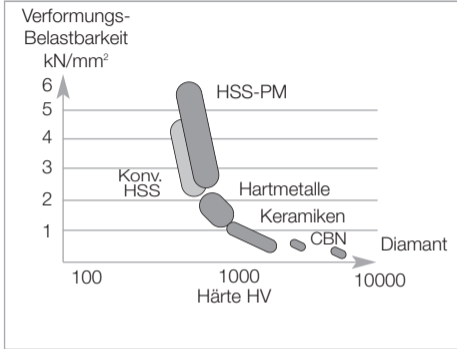
EINFÜHRUNG

- 14 Moderne PVD-Beschichtungen für höchste Leistungen
- 15 Vorteile von PVD-beschichteten HSS-Werkzeugen
- 16 Standard-PVD-Beschichtungen
- 17 Moderne PVD-Beschichtungsarten
- 18 Entstehung von Rissbildung in verschiedenen PVD-Beschichtungen
- 19 Wärmeleitfähigkeit von PVD-Beschichtungen
- 20 Das PVD-Verfahren



HINWEIS DES WERKZEUGHERSTELLERS

*Ausgezeichnete
Festigkeit*



Hochleistungs-Schnellstähle haben eine höhere Verformungs-Belastbarkeit als jeder andere Schneidstoff.

Hohe Verformungs-Belastbarkeit gewährleistet:

- bessere Widerstandsfähigkeit gegen Schneidenbröckelung,
- größere Spantiefe, bedeutet weniger Schnitte,
- höhere Vorschübe pro Zahn.



Wegen der ausgezeichneten Belastbarkeit von Schnellstählen können die Werkzeughersteller wirklich scharfe Schneiden produzieren. Eine scharfe Schneide hat viele Vorteile:

- **Schwierig zu bearbeitende Werkstoffe**

Leichtere Bearbeitung von Titan-Legierungen.
Weniger Verfestigungen bei austenischen rostbeständigen Stählen und Nickel-Legierungen.

- **Bessere Qualität**

Ausgezeichnete Oberflächenqualität und engere Toleranzen an bearbeiteten Teilen, weil das Metall geschnitten und nicht getrennt wird. Niedrigere Schnittkräfte – ein entscheidender Vorteil bei der Bearbeitung dünnwandiger Teile.

- **Längere Standzeiten**

Niedrigere Schneiden-Temperaturen durch geringere Schnittkräfte.

- **Und Wirtschaftlichkeit !**

Weniger Energieverbrauch der Maschine.

HINWEIS DES WERKZEUGHERSTELLERS

Sichere und zuverlässige Werkzeuge



Wegen der ausgezeichneten Belastbarkeit von Schnellstählen brechen HSS-Schneidwerkzeuge weniger und halten länger.

- **widerstehen Schwingungen** bei allen Arten von Werkzeugmaschinen, auch wenn die Steifigkeit im Laufe der Zeit nachgelassen hat, und unabhängig von der Werkstückspannung
- **widerstehen Schnittunterbrechungen** beim Fräsen und bei der Herstellung von Zahnrädern
- **sind geeignet für besondere und schwierige Bearbeitungsbedingungen**, wie z.B. in Verbundwerkstoffen, in Bohrungen, bei Schweißnähten, Schichtwerkstücken, geneigten Flächen usw.
- **widerstehen Wärmewechselbeanspruchungen**, und sind für alle Arten von Kühlmittel-Anwendungen geeignet

Cr	W	Mo	V	Co
<p>Chrom</p> <p>Menge</p> <ul style="list-style-type: none"> • ca. 4 % <p>Effekt</p> <ul style="list-style-type: none"> • verbesserte Schleifbarkeit • verhindert Zunderbildung <p>Vorkommen</p> <ul style="list-style-type: none"> • verschiedene Länder 	<p>Wolfram</p> <p>Menge</p> <ul style="list-style-type: none"> • bis zu 20 % <p>Effekt</p> <ul style="list-style-type: none"> • effizientes Zerspanen • widerstandsfähig gegen Erweichen <p>Vorkommen</p> <ul style="list-style-type: none"> • vornehmlich China 	<p>Molybdän</p> <p>Menge</p> <ul style="list-style-type: none"> • bis zu 10 % <p>Effekt</p> <ul style="list-style-type: none"> • effizientes Zerspanen • widerstandsfähig gegen Erweichen • verbesserte Härbarkeit <p>Vorkommen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nebenprodukt der Kupfer- und Wolfram-Herstellung 	<p>Vanadin</p> <p>Menge</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 – 5 %, max. 10 % <p>Effekt</p> <ul style="list-style-type: none"> • formt sehr harte Carbide für hohe Verschleißfestigkeit <p>Vorkommen</p> <ul style="list-style-type: none"> • vorhanden in vielen Mineralien 	<p>Kobalt</p> <p>Menge</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 – 16 % <p>Effekt</p> <ul style="list-style-type: none"> • verbesserte Warmhärte • verbesserte Temperaturbeständigkeit • teilweise Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit <p>Vorkommen</p> <ul style="list-style-type: none"> • vornehmlich Kanada, Marokko und Zaire

Anmerkung: 1w% Mo = 2w% W



	Cr	W	Mo	V	Co
Härte	↗	↗	↗	↗	↗
Schlagfestigkeit	→	→	↗	→	↘
Temperatur-Beständigkeit	→	↗	↗	↗	↗
Verschleißfestigkeit	↗	↗	↗	↗	↗

HSS

ISO (AISI) - Normen	C	Cr	W	Mo	V
HS 6-5-2 (M2)	0.9	4	6	5	2
HS 1-8-1 (M1)	0.8	4	1.5	8.75	1
HS 2-8-2 (M7)	1	4	1.75	8.75	2
HS 18-0-1 (T1)	0.75	4	18	0	1

HSS-E

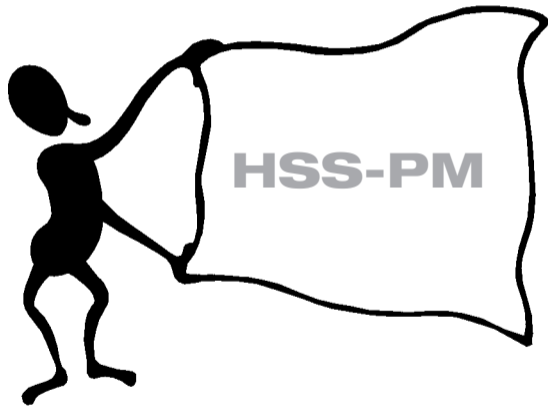
5% kobalt

ISO (AISI) - Normen	C	Cr	W	Mo	V	Co
HS 6-5-2-5 (M35)	0.9	4.2	6.4	5	1.9	4.8
(T15)	1.5	4	12	0	5	5

HSS-E

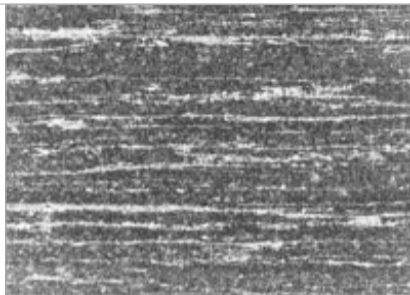
8% kobalt

ISO (AISI) - Normen	C	Cr	W	Mo	V	Co
HS 2-9-1-8 (M42)	1.1	4	1,5	9,5	1.2	8

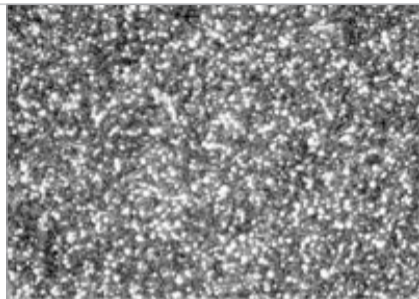


- Schnellstahl (HSS), der im Pulvermetallurgie-Verfahren hergestellt wurde, hat einen höheren Bestandteil an Legierungs-Elementen und eine **Kombination von ausgezeichneten Eigenschaften**:
 - höhere Zähigkeit
 - höhere Verschleißfestigkeit
 - höhere Härte
 - höhere Warmhärte
- Der Einsatz von HSS-PM **verlängert die Standzeiten**, verbessert die Vorhersagbarkeit von Standzeiten, erhöht die Leistung (Vorschub und Schnittgeschwindigkeit) und ist ein wirksames Mittel gegen Schneidenbröckelungen. HSS-PM ist ein hervorragendes Substrat, um die optimale Leistung von PVD Beschichtungen zu erreichen.
- HSS-PM hat viele Vorteile bei **Hochleistungs-Anwendungen**, wie z.B. Schruppfräsen, Verzahnungswerkzeugen und Räumwerkzeugen sowie bei schwierigen Operationen bei der Gewindeherstellung, beim Bohren und beim Reiben. HSS-PM wird auch für Bandsägen, Messer, Kaltarbeitswerkzeuge und Rollen eingesetzt.





HSS



HSS-PM

Die gleichmäßige Mikrostruktur und die Reinheit von HSS-PM ist sehr wichtig für eine zuverlässige Leistung der Werkzeuge.

Pulver zerstäuben



Isostatisches
Heißpressen

Schmieden

Rollen



HINWEIS DES WERKZEUGHERSTELLERS

Stahlproduzenten entwickeln ständig neue PM-Stahlsorten, um noch höhere Zerspanungsleistungen zu erreichen

HSS-PM

ISO (AISI) - Normen	C	Cr	W	Mo	V
HS 6-5-3 (M3:2)	1.3	4.1	6.4	5	3
HS 6-5-4 (M4)	1.45	4.1	6.4	5	4

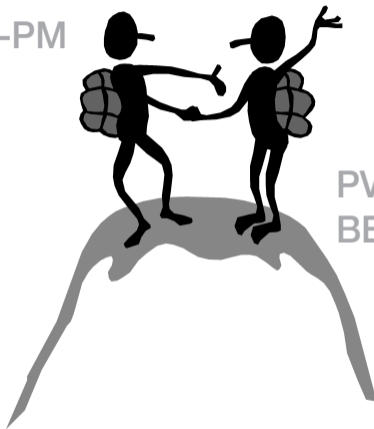
HSS-E-PM

ISO (AISI) - Normen	C	Cr	W	Mo	V	Co
HS 12-0-5-5 (T15)	1.5	4	12	0	5	5
HS 6-5-3-8	1.3	4.2	6.4	5	3.1	8.5
HS 6-7-6-10	2.3	4.2	6.5	7	6.5	10.5

HINWEIS DES WERKZEUGHERSTELLERS

Zur Erreichung längerer Standzeiten sollten die leistungssteigernden PVD-Beschichtungen mit den Vorteilen von HSS-PM kombiniert werden

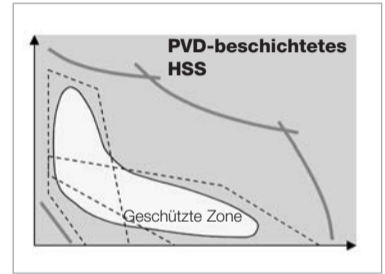
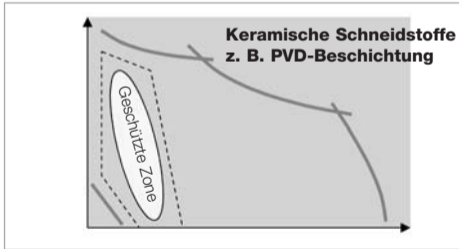
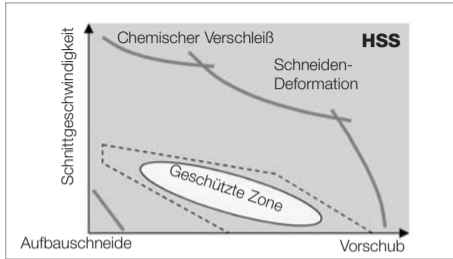
HSS-PM



PVD-
BESCHICHTUNG



- HSS und HSS-PM sind ausgezeichnete Substrate für alle PVD-Beschichtungen, wie z.B. TiN, TiAlN, TiCN, Gleit-Beschichtungen und Mehrlagen-Beschichtungen.
- PVD-Beschichtungen **verlängern die Standzeiten erheblich und erhöhen die Leistung** von HSS-Werkzeugen bei Hochleistungs-Anwendungen, bei hohen Vorschüben und hohen Schnittgeschwindigkeiten oder Trockenbearbeitung und bei der Bearbeitung schwer zerspanbarer Materialien.
- PVD-Beschichtungen bewirken:
 - **verbesserte Oberflächenhärte** und damit **höheren Verschleißwiderstand** gegen abrasiven oder chemischen Verschleiß (Freiflächen- und Kolkverschleiß)
 - **reduzierte Verschleißneigung** und damit besseren Spanablauf, verringerte Schnittkräfte, das Vermeiden von Aufbauschneiden und geringere Wärmeentwicklung
 - **geringere Erwärmung der Werkzeuge**
 - als Folge der **chemischen Barriere** entsteht ein höherer Korrosions- und Oxidations-Widerstand
 - Kolk-Verschleißfestigkeit
 - **verbesserte Oberflächengüte** der hergestellten Werkstücke



TiN Gold	TiCN Grau-violett	TiAlN oder TiAlCN Schwarz-violett	WC-C oder MoS₂ Grau-schwarz	CrN Metallisch
<p>Härte HV(0,05) 2300 Reibungs-Koeffizient: 0,3 Temperatur-Stabilität 600°C</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschichtung für allgemeine Anwendungen • Verbesserter Spanablauf • Verbesserte Verschleißfestigkeit 	<p>Härte HV (0,05) 3000 Reibungs-Koeffizient: 0,4 Temperatur-Stabilität 750°C</p> <ul style="list-style-type: none"> • Großes Anwendungsfeld • Bestens geeignet für Stahlbearbeitung • Verschleißfester als TiN-Beschichtung • Verfügbar als Ein- und Mehrlagenschicht 	<p>Härte HV (0,05) 3000-3500 Reibungs-Koeffizient: 0,45 Temperatur-Stabilität 800° - 900°</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hochleistungs-Beschichtung für hohe Schnittparameter und lange Standzeiten <p>Auch für Trockenbearbeitung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geringere Erwärmung des Werkzeugs • Mehrlagen, nano-strukturierte oder legierte Schichten ermöglichen noch höhere Leistungen 	<p>Härte HV (0,05) 1000-3000 Reibungs-Koeffizient: 0,1 Temperatur-Stabilität 300°C</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verbesserter Spanablauf • Aber verminderte Temperatur-Stabilität • Für klebende Werkstoffe, wie z.B. Aluminium-Legierungen, Kupfer und nichtmetallische Materialien 	<ul style="list-style-type: none"> • Für Kupfer, Messing, Bronze usw.



Einlagen-
Beschichtung



Gradienten-
Beschichtung



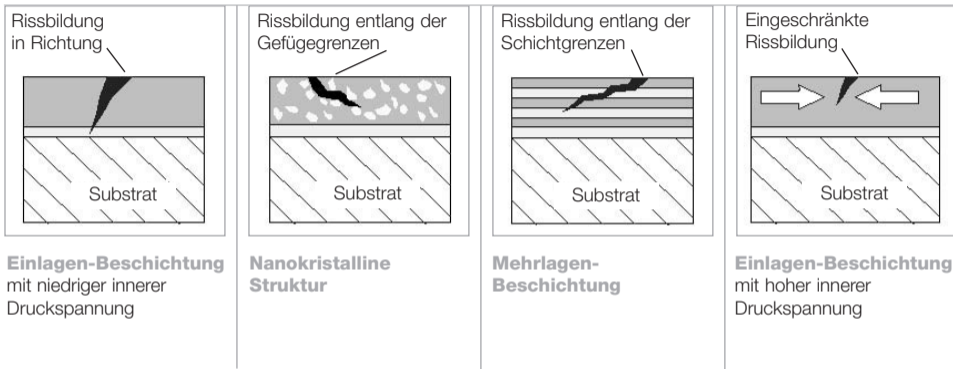
Mehrlagen-
Geschichtung



Nano-
Beschichtung

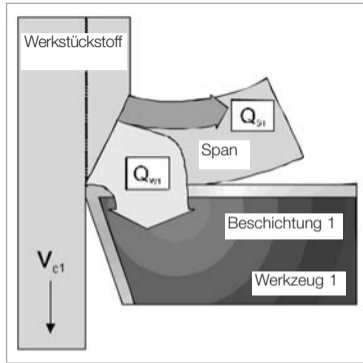


Hart-/Weich-
Beschichtung



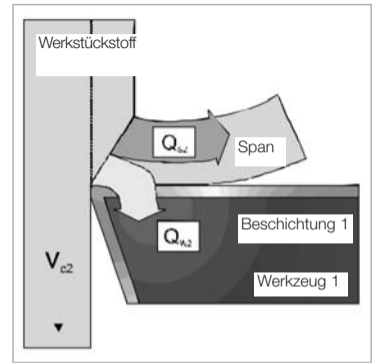
- Die Bruchzähigkeit einer Beschichtung ist ebenso bedeutend wie ihre Eigenschaften für eine Verzögerung der Rissbildung.
- Eine Ausgewogenheit ist notwendig zwischen einer zu hohen Druckspannung (eingeschränkte Schichthftung) und niedriger Zugspannung (keine Verzögerung der Rissbildung).

ENTSTEHUNG VON RISSBILDUNG IN VERSCHIEDENEN PVD-BESCHICHTUNGEN



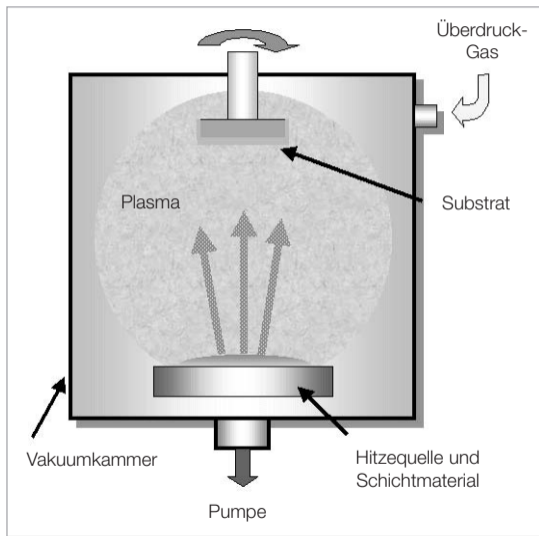
Beschichtung mit hoher Wärmeleitfähigkeit

- Schnittgeschwindigkeit $V_{c1} = V_{c2}$
- Wärmefluss, Span $Q_{s2} > Q_{s1}$
- Wärmefluss, Werkzeug $Q_{w2} > Q_{w1}$
- Schnittkraft $F_{c1} > F_{c2}$
- Länge der Kontaktzone $l_{k1} > l_{k2}$



Beschichtung mit niedriger Wärmeleitfähigkeit

WÄRMELEITFÄHIGKEIT VON PVD-BESCHICHTUNGEN



- Ein Material wird verdunstet und dann kondensiert, um sich auf das Substrat (= das Werkzeug) zu legen
- Vakuum: 10^{-6} - 10^{-4} torr
- Temperatur: 200 – 500°C
- Plasma-unterstützt