



Cr, Mo, W, V, Ti, Nb sind Karbidbildner und verstärken den Abrasionsverschleiß.  
Al, Ti, V, Nb machen den Stahl feinkörnig zäh und damit schwieriger zu zerspanen.

Allgemeine Zerspanung, Stanzen, Umformen	Aluminium Zerspanung	Aluminium Zerspanung	Allgemeine Zerspanung Stanzen Umformen	Zerspanung mit WSP	Bohren und Fräsen	Fräsen Allgemeine Zerspanung	Bohren und Fräsen	Fräsen Hartbearbeitung / Rostfrei	Bohren allg.	Gleitschicht als Decklage	Stahl Edelstahl Gewindebearbeitung	Titan Zerspanung	Hartbearbeitung Dünnsschicht für feine Werkzeuge	Bohren und Fräsen legierte Stähle
TiN	HE A Zr	HE A	HE B	AITiN 4 M	HE B plus	HE X	HE S	HE S6 F	HE S6 B	ZrN	HE Z	HE A plus	HE F2	HE F3
TiN	CrTiAlN + ZrN	CrTiAlN	AlTiN Multilayer	AlTiN Nanolayer	AlTiSiN Multilayer	AlTiCrN	AlTiSiN	AlTiSiN + TiSiN	AlTiSiN + TiSiN	ZrN	TiCN	TiCrN basiert	AlTiN + AlCrSiN	AlTiN + AlCrSiN

# Schichtübersicht

	Bezeichnung		Farbe	Mikrohärte [GPa]	Anwendungs-Temperatur	Standard Schichtdicke	Dünnschicht Variante
Allg. Zerspung, Stanzen, Umformen	TiN	TiN	gold	25	650°C	3,5 µm ± 0,5	1,2 µm ± 0,2
Zerspung mit WSP	AlTiN 4 M	AlTiN Nanolayer	grau schwarz	35	1100°C	8 µm ± 2	4 µm ± 1
Gleitschicht als Decklage	ZrN	ZrN	zirkon	22	600°C	0,5 µm	
Allg. Zerspung, Stanzen, Umformen	HE B	AlTiN Multilayer	schwarz-violett	33	850°C	3,5 µm ± 0,5	1,3 µm ± 0,3
Bohren und Fräsen	HE S	AlTiSiN	purple-taupe	36	1100°C	3,0 µm ± 0,5	1,2 µm ± 0,3
Bohren und Fräsen	HE B plus	AlTiSiN Multilayer	grau-schwarz	37	1000°C	3,5 µm ± 0,5	
Fräsen Hartbearbeitung / Rostfrei	HE S6 F	AlTiSiN + TiSiN	gold rötlich	38	1100°C	2,5 µm ± 0,5	
Bohren allg.	HE S6 B	AlTiSiN + TiSiN	gold rötlich	38	1100°C	4 µm ± 0,5	
Aluminium Zerspung	HE A Zr	CrTiAlN + ZrN	zirkon	28	800°C	1,5 µm ± 0,2	
Aluminium Zerspung	HE A	CrTiAlN	hell - silbern	28	800°C	1,5 µm ± 0,2	
Titan Zerspung	HE A plus	TiCCrN basiert	hell - silbern	32	700°C	2,5 µm ± 0,5	1,2 µm ± 0,2
Stahl/Edelstahl Gewindebearbeitung	HE Z	TiCN	pink	31	750°C	2,5 µm ± 0,5	
Fräsen Allg. Zerspung	HE X	AlTiCrN	grau - schwarz	33	850°C	3,5 µm ± 0,5	1,2 µm ± 0,2
Hartbearbeitung Dünnschicht für feine Werkzeuge	HE F2	AlTiN + AlCrSiN	grau	38	900°C		1,2 µm ± 0,2
Bohren und Fräsen legierte Stähle	HE F3	AlTiN + AlCrSiN	grau	36	900°C	3,0 µm ± 0,5	

## 1 Unlegierte Stähle ( C < 0,8% )

**Festigkeit:** 200 HB | **Beispiele:** 1.0503 (C45), 1.0501 (C35), 1.0037 (ST37), 1.0540 (C50)

**Beschichtung:** Der Kohlenstoffgehalt ist gering - Gefahr von Aufbauschneiden (Adhäsionsverschleiß).

Bei großen Zerspungsleistungen entstehen vergleichsweise hohe Temperaturen. Zäh temperaturresistente Beschichtungen sind notwendig, kolumnar (säulenartige) strukturierte TiAlN oder AlTiN Schichten, bei moderaten Schnittdaten TiN oder TiCN

-> **Schichtempfehlung:** HE B, TiN, HE Z

## 2 Legierte Stähle / Vergütungsstähle ( C < 1,7%, Legierungselemente < 5% (Ni, Cr, Mo, V, W) )

**Festigkeit:** 200 HB bis ca. 400 HB (1300 N/mm<sup>2</sup>) (34-40 HRC) Zerspung im allgemeinen gut,

die Vergütung bzw. Härte muss berücksichtigt werden. **Beispiele:** 1.7225 (42CrMo4), 1.7227 (42CrMoS4)

**Beschichtung:** Schichten müssen temperaturbeständig und eine hohe Zähigkeit aufweisen. Hierfür eignen sich besonderes kolumnare strukturierte AlTiN Schichten mit hohem Aluminium Gehalt, um eine gute Oxidationsbeständigkeit zu erreichen.

-> **Schichtempfehlung:** HE B, AlTiN 4M, bei hohen Schnittdaten HE B plus

## 3 Hochlegierte Stähle / Warmarbeitsstähle ( Legierungselemente > 5% )

**Festigkeit:** 40-50 HRC (1300 N/mm<sup>2</sup> - 1700 N/mm<sup>2</sup>) | **Beispiele:** 1.2343 (X37CrMoV5-1), 1.2344 (X40CrMoV5-1), 1.2365 (32CrMoV12-28)

**Beschichtung:** Mit zunehmender Härte und Legierungsbestandteilen nimmt die Zerspansbarkeit ab. Der Focus der Beschichtung liegt mit Abnahme der Schnittdaten auf einer Schicht die dem abrasiven Verschleiß entgegenwirkt. Beim Schlichfräsen sind daher AlTiSiN Schichten mit hohem Siliziumgehalt sinnvoll einzusetzen - beim Schruppfräsen und Bohren sind AlTiN oder AlTiSiN Kombinationen sinnvoll. Bei AlTiN sollte die Struktur vom kolumnaren Aufbau zu einer feinen nanokristallinen Struktur wechseln - bei hohen Anwendungstemperaturen empfehlen wir AlTiSiN Schichten. Bei moderateren Anwendungstemperaturen kommen AlCrN basierte Schichten zum Einsatz.

-> **Schichtempfehlung:** HE X, HE S, HE S6, HE F

## 4 Rostfreie Stähle / Chrom Nickel Stahl

**Beispiele:** ferritische Stähle: 1.4003, 1.4005, 1.4057, 1.4021, 1.4108

Zerspung: mit Adhäsionsverschleiß, abhängig von der Härte ähnlich der Vergütungsstähle

-> **Schichtempfehlung:** HE X, HE B oder HE Z bei moderaten Schnittdaten

**Beispiele:** austenitische Stähle ca. 18% Cr / 8% Ni - 1.4301 (Typ 304), 1.4305, 1.4306, 1.4541 oder 1.4307 (V2A ohne Mo)

Zerspung bei moderaten Schnittdaten mit AlCrN oder AlCrSiN basierten Schichten

-> **Schichtempfehlung:** HE F3

**Beispiele:** austenitische Stähle höher legiert: 1.4401, 1.4404, 1.4405, (V4A) | Zerspung wird schwieriger durch hohen Cr, Ni, Mo und Ti Gehalt

Zerspung vorzugsweise AlTiSiN Schichten - die Wärmeleitfähigkeit und Temperaturbeständigkeit der Schichten sollte zunehmen.

-> **Schichtempfehlung:** HE S6 oder HE S

**Beispiele:** (Carbid haltige Stähle): 1.4436, 1.4435, 1.4539, 1.3952, 1.3964, 1.4571, 1.4362, 1.4501, 1.4507, Duplex Stahl Cr 23- 26%; hoher Ni Anteil

Die Zerspung wird zunehmend schwieriger, der hohe Cr-Gehalt führt zu Carbiden mit hohen Schnittkräften und abrasivem Verschleiß

Beschichtungskombination aus AlTiN und AlCrSiN

-> **Schichtempfehlung:** HE F3, HE S, HE S6

## 5 Gehärtete Stähle / Kaltarbeitsstähle

**Festigkeiten:** > 2000 N/mm<sup>2</sup> (600 HV; 55 HRC) bis (840 HV, 65 HRC) | **Beispiele:** 1.0401, 1.2162, 1.2379 Martensitische rostfrei Stähle oder C Gehalt > 0,3%

Hoher Schneidwinkel an den Werkzeugen | **Beschichtung:** Nanokristalline Schichten basierend auf AlTiSiN

-> **Schichtempfehlung:** HE S oder HE S6F

## 6 Gusseisen

Gusseisen ist ein kurz spanender Werkstoff, kann aber Siliziumkarbid enthalten, daher sollten Schichten abrasionsbeständig sein

-> **Schichtempfehlung:** HE B plus oder HE S

## 7 Eisenfreie Weichmetalle

Aluminium, Bronze, Messing, Magnesiumlegierungen

**Beschichtungen:** In der Regel kommen glatte dünnere Schichten zum Einsatz auf der Basis von Ti, Cr

-> **Schichtempfehlung:** HE A, HE A Zr, HE W

## 8 Titanlegierungen

**Beispiele:** 3.7164 TiAl6V45b, Titanlegierungen weichgeglüht < 900 N/mm<sup>2</sup>

-> **Schichtempfehlung:** HE Z oder HE A plus

3.7164 TiAl6V45c, Titanlegierungen ausgehärtet 900-1250 N/mm<sup>2</sup>

-> **Schichtempfehlung:** HE S oder HE S6 Wenn möglich mit ZrN Gleitschicht

## 9 Nickelbasis Legierung

**Beispiele:** 2.4668 (Inconel oder Alloy718)

Bei der Zerspung kommt es zur Kaltverfestigung, das Werkzeug sollte im Eingriff bleiben, bei niedrigen Schnittgeschwindigkeiten Vc und relativ großem Vorschub fz

**Beschichtungen:** Aufgrund der hohen Schnittkräfte kann die Schneidkante überhitzen es kommt zur lokalen Überlastung, daher sollte die Schicht gut wärmeleitend sein und eine gute Abrasionsbeständigkeit aufweisen.

-> **Schichtempfehlung:** HE F3 oder HE S6