



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 / Fräsen	Bohren allg.	Gleitschicht als Decklage	Stahl Edelstahl Gewindebearbeitung	Titan Zerspanung	Hartbearbeitung Dünnschicht für feine Werkzeuge	Fräsen Stahl legiert und unlegiert
TiN	HE A Zr	HE A	HE B	AITIN 4 M	HE B plus	HE X	HE S	HE S6 F	HE S6P	HE S6 B	ZrN	HE Z	HE A plus	HE P2	HE P3
TiN	CrTiAlN + ZrN	CrTiAlN	AlTiN Multilayer	AlTiN Nanolayer	AlTiSiN Multilayer	AlTiN	AlTiSiN	AlTiSiN + TiSiN	AlCrSiN + AlTiSiN	AlTiSiN + TiSiN	ZrN	TiCN	TiCrN basiert	AlCrN + AlCrSiN	AlCrN + AlCrSiN

# Schichtübersicht

	Bezeichnung		Farbe	Mikrohärte [GPa]	Anwendungs- Temperatur	Standard Schichtdicke	Dünnschicht Variante
Allg. Zerspanung, Stanzen/Umformen	TiN	TiN	gold	25	650°C	3,5 µm ± 0,5	1,2 µm ± 0,2
Zerspanung 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. Zerspanung, Stanzen/Umformen	HE B	AlTiN / TiAlN 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	HE S6 F	AlTiSiN + TiSiN	gold rötlich	38	1100°C	2,5 µm ± 0,5	
Bohren und Fräsen	HE S6P	AlCrSiN + AlTiSiN	gold rötlich	40	1100°C	3,5 µm ± 0,5	
Bohren allgemein	HE S6 B	AlTiSiN + TiSiN	gold rötlich	38	1100°C	4 µm ± 0,5	
Aluminium Zerspanung	HE A Zr	CrTiAlN + ZrN	zirkon	28	800°C	1,5 µm ± 0,2	
Aluminium Zerspanung	HE A	CrTiAlN	hell - silbern	28	800°C	1,5 µm ± 0,2	
Titan Zerspanung	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. Zerspanung	HE X	AlTiN	grau - schwarz	33	950°C	3,5 µm ± 0,5	1,2 µm ± 0,2
Hartbearbeitung Dünnschicht	HE P2	AlCrN + AlCrSiN	grau	38	1000°C		1,2 µm ± 0,2
Fräsen Stahl legiert und unlegiert	HE P3	AlCrN + AlCrSiN	grau	38	1000°C	2,5 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 Zerspanungsleistungen 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, HE P3

## 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) Zerspanung 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, HE P3

## 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 Zerspanbarkeit ab. Der Fokus der Beschichtung liegt mit Abnahme der Schnittdaten auf einer Schicht die dem abrasiven Verschleiß entgegenwirkt. Beim Schlichtfräsen sind daher AlTiSiN Schichten mit hohen Siliziumgehalten sinnvoll einzusetzen - beim Schrumpfpräsen 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 P3, HE S6P

## 4 Rostfreie Stähle / Chrom Nickel Stahl

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

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

-> **Schichtempfehlung:** HE X, HE B, HE Z bei moderaten Schnittdaten oder HE P3

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

Zerspanung bei moderaten Schnittdaten mit AlCrN oder AlCrSiN basierten Schichten

-> **Schichtempfehlung:** HE P3

**Beispiele:** austenitische Stähle höher legiert: 1.4401, 1.4404, 1.4405, (V4A) | Zerspanung wird schwieriger durch hohen Cr, Ni, Mo und Ti Gehalt Zerspanung vorzugsweise AlTiSiN Schichten - die Wärmeleitfähigkeit und Temperaturbeständigkeit der Schichten sollte zunehmen.

-> **Schichtempfehlung:** HE S6, HE S oder HE P3

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

Beschichtungskombination aus AlTiN und AlCrSiN

-> **Schichtempfehlung:** HE F4, HE S, HE S6, HE P3, HE S6P

## 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

## 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 Zerspanung 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 P3, HE S6, HE S6P