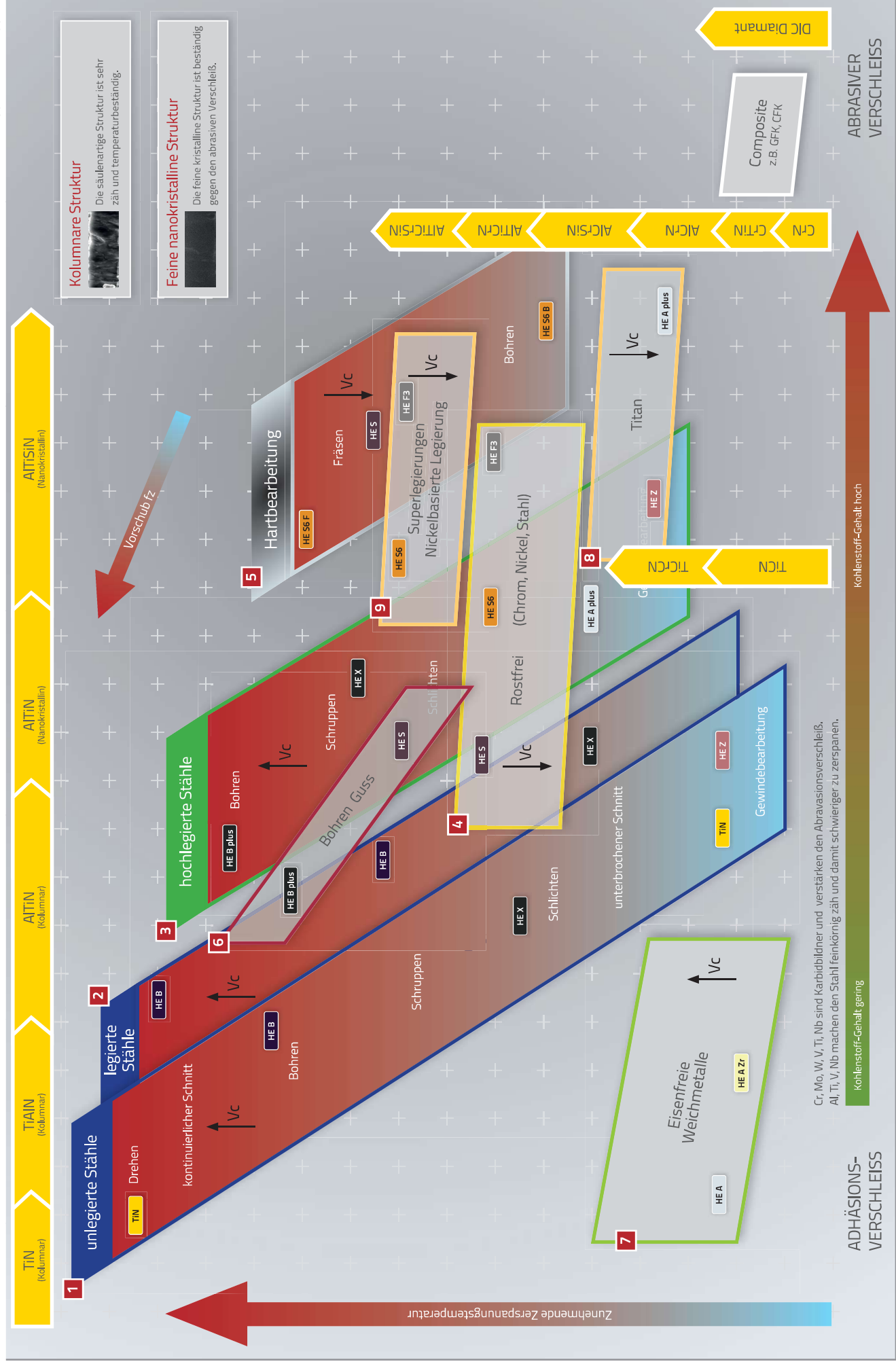




Algemeine Zerspanung, Stanzen, Umformen	Algemeine Zerspanung Stanzen, Umformen	Zerspanung mit WSP	Bohren und Fräsen	Fräsen Allgemeine Zerspanung	Bohren allg. Hartbearbeitung / Rostfrei	Gleichschicht als Decklage	Stahl, Werkzeugstahl	Titan Zerspanung	Hartbearbeitung Dünnschicht für feine Werkzeuge	Bohren und Fräsen legierte Stähle
TiN	HE A Zr	HE B	HE B plus	HE X	HE S	HE S6 F	HE Z	HE A plus	HE F2	HE F3
TiN	CrTiAlN + ZrN	AlTiN Multilayer	AlTiN Multilayer	AlTiCN	AlTiSiN + TiSiN	AlTiSiN + TiSiN	TiCN	TiCCrN basiert	AlTiN + AlCrSiN	AlTiN + AlCrSiN

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.

Schichtübersicht

	Bezeichnung		Farbe	Mikrohärte [GPa]	Anwendungs- Temperatur	Standard Schichtdicke	Dünnschicht Variante
	TiN	TiN					
Allg. Zerspanung, Stanzen, Umformen		TiN	gold	25	650°C	3,5 µm ±0,5	1,2 µm ±0,2
Zerspanung mit WSP	AITiN 4 M	AITiN Nandlayer	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	AITiN Multilayer	schwarz- violett	33	850°C	3,5 µm ±0,5	1,3 µm ±0,3
Bohren und Fräsen	HE S	AITiSiN	purple-taupe	36	1100°C	3,0 µm ±0,5	1,2 µm ±0,3
Bohren und Fräsen	HE B plus	AITiSiN Multilayer	grau- schwarz	37	1000°C	3,5 µm ±0,5	
Fräsen Hartbearbeitung / Rostfrei	HE S6 F	AITiSiN + TiSiN	gold rötlich	38	1100°C	2,5 µm ±0,5	
Bohren allg.	HE S6 B	AITiSiN + 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	TiCrCrN basiert	hell - silbern	32	700°C	2,5 µm ±0,5	1,2 µm ±0,2
Stahl/Edelstahl Gewindebearbeitung	HE Z	TiCrN	pink	31	750°C	2,5 µm ±0,5	
Fräsen Allg. Zerspanung	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	AITiN + AlCrSiN	grau	38	900°C		1,2 µm ±0,2
Bohren und Fräsen legierte Stähle	HE F3	AITiN + 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 Zerspanungsleistungen entgehen vergleichsweise hohe Temperaturen. Zähre temperaturstabile 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/mm²) (34-40 HRC) Zerspanung im allgemeinen gut, die Vergütung bzw. Härte muss berücksichtigt werden. Beispiele: 1.7225 (42CrMo4), 1.7227 (42CrMo54) 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/mm² - 1700 N/mm²) 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 Schlächfräsen sind daher AlTiSiN Schichten mit hohen Siliziumgehalten sinnvoll einzusetzen - beim Schnupfräsen 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 oder AlCrSiN 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 Zerspanung: 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) Zerspanung bei moderaten Schnittdaten mit AlCrN oder AlCrSiN basierten Schichten -> Schichtempfehlung: HE F3 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 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 Zerspanung 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/mm² (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 spannender 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/mm² -> Schichtempfehlung: HE Z oder HE A plus 3.7164, TiAl6V45c, Titanlegierungen ausgehärtet: 900-1250 N/mm² -> 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 F3 oder HE S6