

Where Innovation Never Stops

Ratgeber Eckfräsen



Member IMC Group



Übersicht radial geklemmte 90° Eckfräs-Systeme

Der **Allrounder** mit der größten Auswahl

HELI 3MILL
HM390 LINE



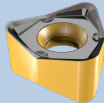
3 Schneiden

Weichschneidigkeit



Der **wirtschaftliche** Radiale

HELI DO
690 LINE



6 Schneiden

Weichschneidigkeit



Der **Spezialist** für lange Auskragungen

HELI DO
690 LINE

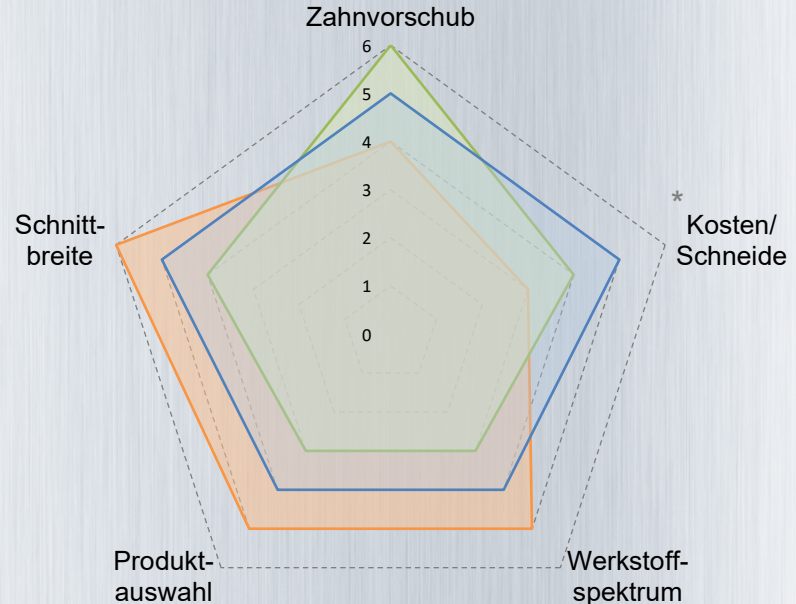


6 Schneiden

Weichschneidigkeit



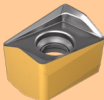
Systemcharakter



*
6 = niedrige Kosten
1 = hohe Kosten

Das Arbeitstier

HELIDO
490 LINE



4 Schneiden

Weichschneidigkeit

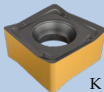


Die schlagkräftige Alternative

HELIDO NEODO
890 LINE S90° LINE



K = 90°



K = 88°

Weichschneidigkeit

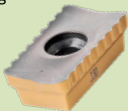


8 Schneiden

Der lautlose Spezialist

Spezialist gegen Vibrationen durch einzigartige Kordelverzahnung

MILLSHRED
P290 LINE

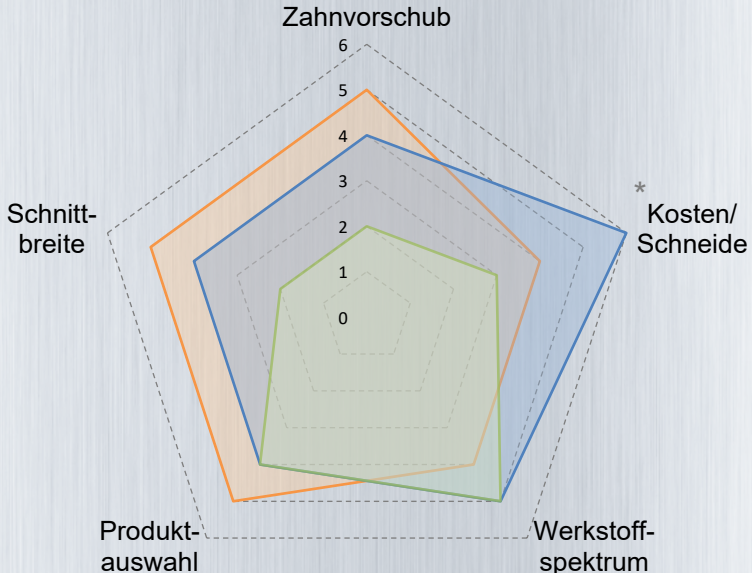


2 Schneiden

Weichschneidigkeit



Systemcharakter



*
6 = niedrige Kosten
1 = hohe Kosten
K = Anstellwinkel

Übersicht tangential geklemmte 90° Eckfräs-Systeme

Der **Produktivitätstreiber**

HELITANG
T490 LINE



4 Schneiden

Weichschneidigkeit



Der **wirtschaftliche** Tangentiale

LOGIQ8TANG
T890 MILLING LINE

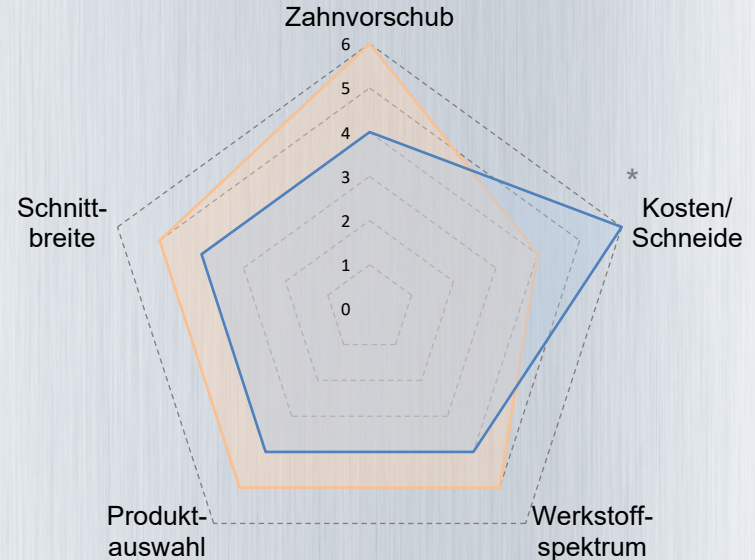


8 Schneiden

Weichschneidigkeit

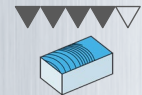
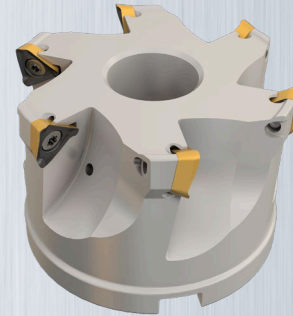


Systemcharakter



*
6 = niedrige Kosten
1 = hohe Kosten

- ✓ positive, einseitige Wendeplatten mit 3 Schneiden
- ✓ sehr leichtes Schnittverhalten, erste Wahl für ISO-M / S
- ✓ effektive und präzise Bearbeitung von 90°-Schultern
- ✓ für Schrump- und Schlichtbearbeitungen
- ✓ flexibler Einsatz im Bereich ISO P / M / K / N / S

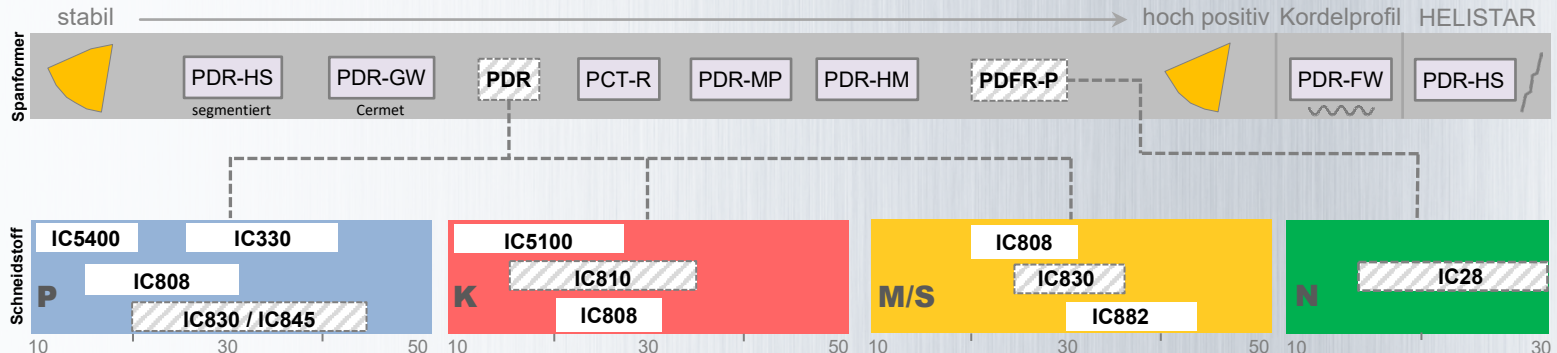


Produktauswahl / Spanformer / Schneidstoffe

- Schaftfräser: Ø 8 - 50 mm **HM390 ET_**
- Aufsteckfräser: Ø 32 - 200 mm **HM390 FT_**
- Schnittstellen: Schaft / Dorn / Camfix / MM / Flexfit
- Teilung: weite und enge Teilung / jeweils mit IK
- WSP Größen [mm]: 04 / 05 / 07 / 10 / 15 / 19
- WSP Eckenradien [mm]: 0.2 / 0.4 / 0.8 / 1.0 / 1.2 / 1.6 / 2.0 / 2.4 / 3.2 / 4.0
- WSP Ausführungen: geschliffen = **HM390 T_C_** gesintert = **HM390 T_K_**

**Startempfehlung
Spanformer &
Schneidstoffe**

Für ISO-S / M / N empfehlen wir geschliffene WSP-Ausführungen

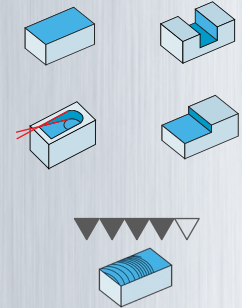




- ✓ doppelseitige WSP
- ✓ 6 rechte Schneidkanten
- ✓ weicher Schnitt
- ✓ wirtschaftliches Planeckfräsen von 90°-Schultern
- ✓ Semi Schlichten / Schruppanwendungen

Produktauswahl / Spanformer / Schneidstoffe

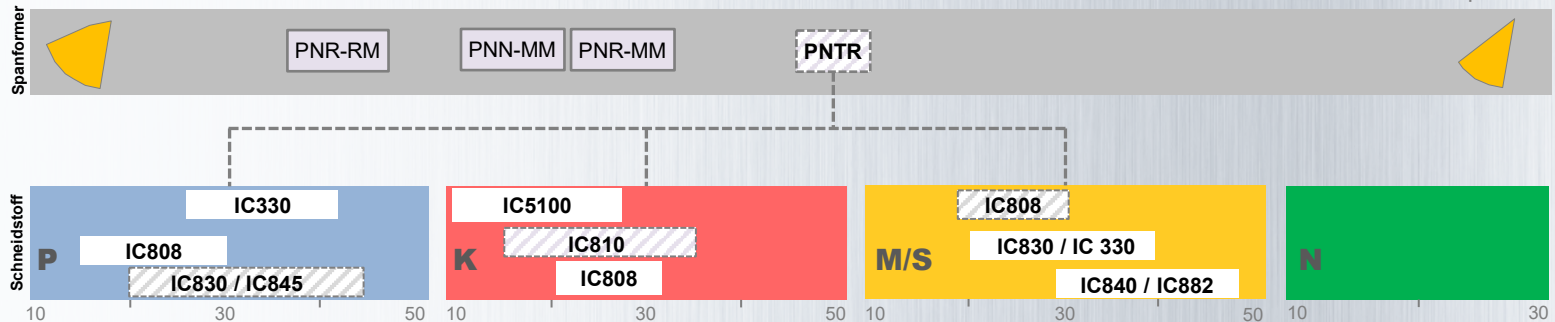
- Schaftfräser: Ø 18 - 40 mm *H690 EWN_R04 / R07*
- Aufsteckfräser: Ø 40 - 125 mm *H690 FWN_R04 / R07*
- Schnittstellen: Schaft / Dorn
- Teilung: weite und normale / jeweils mit IK
- WSP Größen [mm]: 04 / 07
- WSP Eckenradien [mm]: 0.4 / 0.8 / 1.2 / 1.6 / 2.0
- WSP Ausführungen: geschliffen = *H690 WNHU_* gesintert = *H690 WNMU_*



**Startempfehlung
Spanformer &
Schneidstoffe**

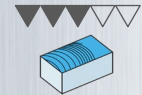
Für ISO-S / M empfehlen wir geschliffene WSP-Ausführungen

stabil —————> hoch positiv





- ✓ 6 doppelseitige, rechte Schneidkanten
- ✓ geringe Axialkräfte auf das Bauteil
- ✓ für lange Auskräglängen
- ✓ vibrationsmindernd
- ✓ wirtschaftliches Eckfräsen

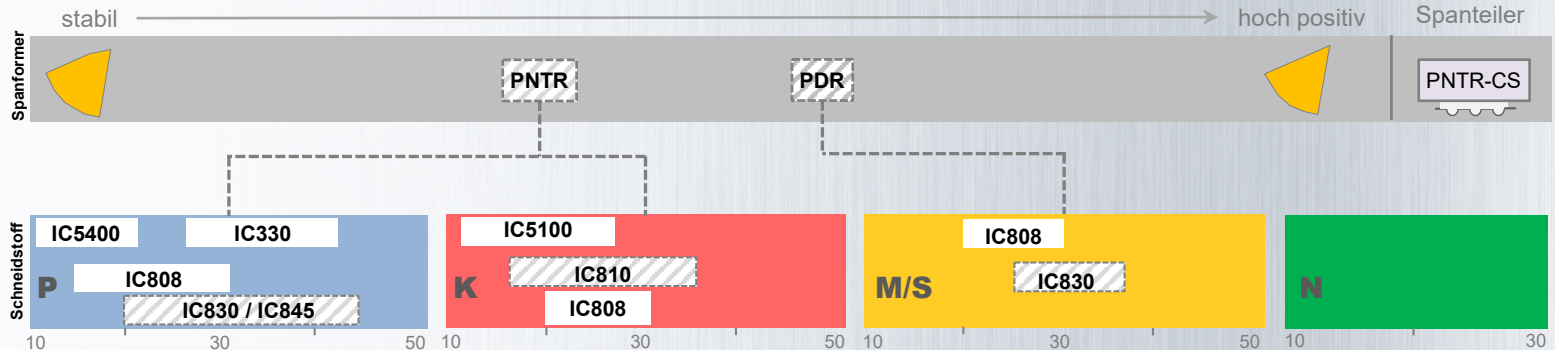


Produktauswahl / Spanformer / Schneidstoffe

- Schafffräser: Ø 32 - 40 mm *H690 F90AX...-10 / -16*
- Aufsteckfräser: Ø 40 - 160 mm *H690 E90AX...-10 / -16*
- Schnittstellen: Schaft / Dorn
- Teilung: weite und normale / jeweils mit IK
- WSP Größen [mm]: 10 / 16
- WSP Eckenradien [mm]: 0.4 / 0.8 / 1.0
- WSP Ausführungen: geschliffen = *H690 TNCX_* gesintert = *H690 TNKX_*

**Startempfehlung
Spanformer &
Schneidstoffe**

Für ISO-S / M empfehlen wir geschliffene WSP-Ausführungen

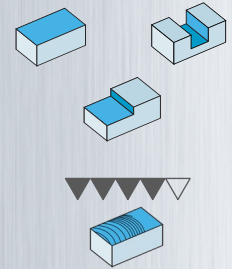
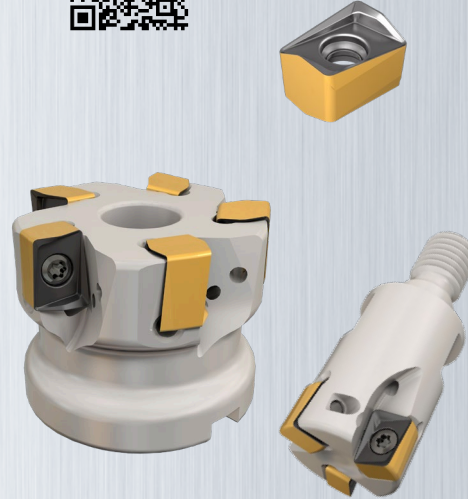




- ✓ höchste Produktivität mit doppelseitigen WSP
- ✓ Alternative zu tangentialen Frässystemen
- ✓ Schruppgeometrien
- ✓ Einsatz bei hohen Schnittbreiten

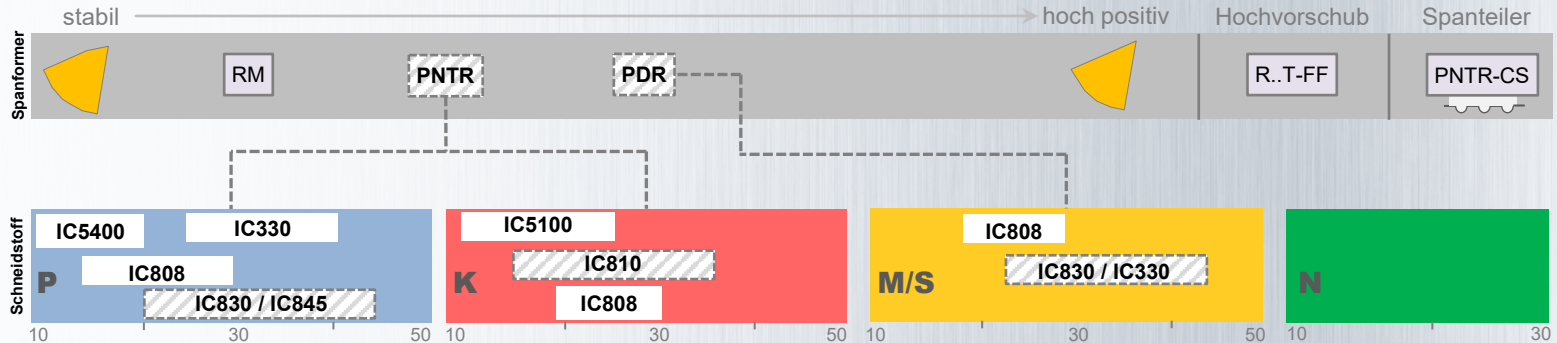
Produktauswahl / Spanformer / Schneidstoffe

- Schafffräser: Ø 16 - 32 mm *H490 E90AX_*
- Aufsteckfräser: Ø 32 - 250 mm *H490 F90AX_*
- Walzenstirnfräser: Ø 50 – 80 mm *H490 SM_*
- Schnittstellen: Schaft / Dorn
- Teilung: weite und normale / jeweils mit IK
- WSP Größen [mm]: 09 / 12 / 17
- WSP Eckenradien [mm]: 0.4 / 0.8 / 1.2 / 1.6 / 2.0 / 2.4
- WSP Ausführungen: geschliffen = *H490 ANCX_* gesintert = *H490 ANKX_*

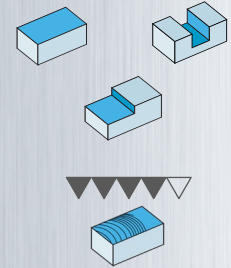
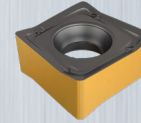


**Startempfehlung
Spanformer &
Schneidstoffe**

Für ISO-S / M empfehlen wir geschliffene WSP-Ausführungen

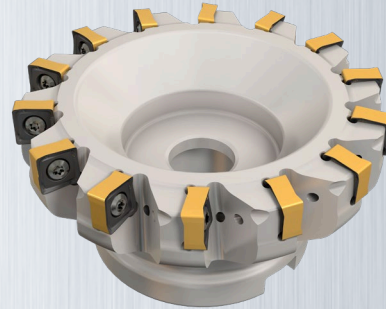


- ✓ 8 rechte oder 8 linke Schneidkanten
- ✓ geringster Preis pro Schneidkante
- ✓ Alternative zum Planfräsen
- ✓ ideal für Sonderlösungen



Produktauswahl / Spanformer / Schneidstoffe

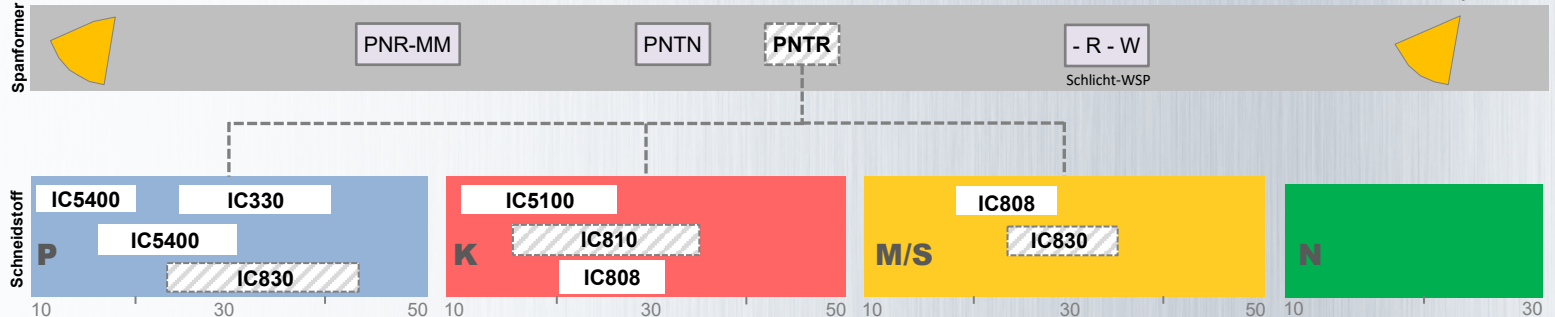
- Aufsteckfräser: Ø 40 - 160 mm *S890 FSN_*
- Scheibenfräser: Ø 125 mm *S890 SSB_*
- Schnittstelle: Dorn Type A oder B
- Teilung: weite und normale / jeweils mit IK
- WSP Größen [mm]: 08 / 13
- WSP Eckenradien [mm]: 0.8
- WSP Ausführungen: geschliffen = *S890 SNHU_* gesintert = *S890 SNMU_*



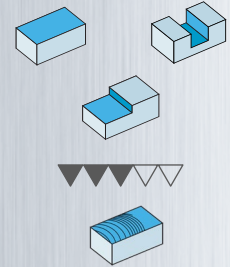
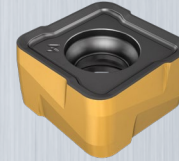
**Startempfehlung
Spanformer &
Schneidstoffe**

Für ISO-S / M empfehlen wir geschliffene WSP-Ausführungen

stabil → hoch positiv



- ✓ 8 rechte Schneidkanten mit hervorragendem Preis-Leistungsverhältnis
- ✓ hohe Vorschubgeschwindigkeiten
- ✓ Sorgloser Bearbeitungsablauf durch weniger Werkzeugwechsel



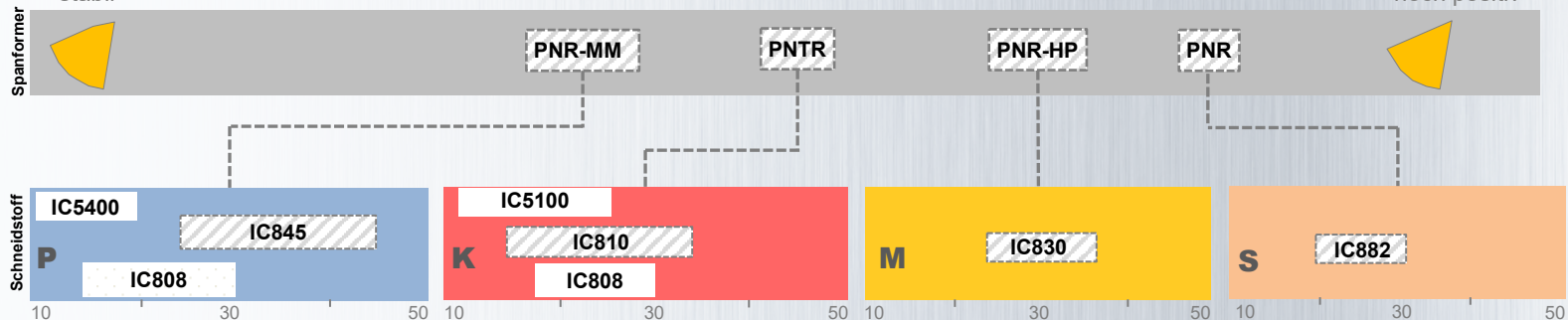
Produktauswahl / Spanformer / Schneidstoffe

- Schafffräser: Ø 25 – 32 mm **S890 ESZ_**
- Aufsteckfräser: Ø 40 - 125 mm **S890 FSZ_**
- Schnittstelle: Dorn Type A oder B
- Teilung: normale und enge / jeweils mit IK
- WSP Größen [mm]: 08 mm
- WSP Eckenradien [mm]: 0,8 / 1,2
- WSP Ausführungen: gesintert = **S890 SZMU_** geschliffen = **S890 SZHU_**



**Startempfehlung
Spanformer &
Schneidstoffe**

stabil → hoch positiv

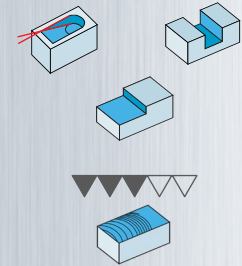
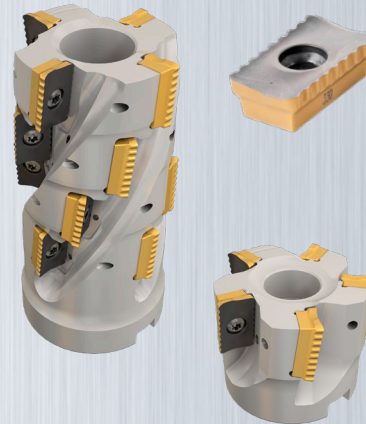




- ✓ einseitig positive WSP
- ✓ beste Lösung, um Vibrationen zu reduzieren
- ✓ niedrige Schnittkräfte, geringere Abtragkräfte
- ✓ für hohe Ausraglängen
- ✓ für hohe Schulterbearbeitung

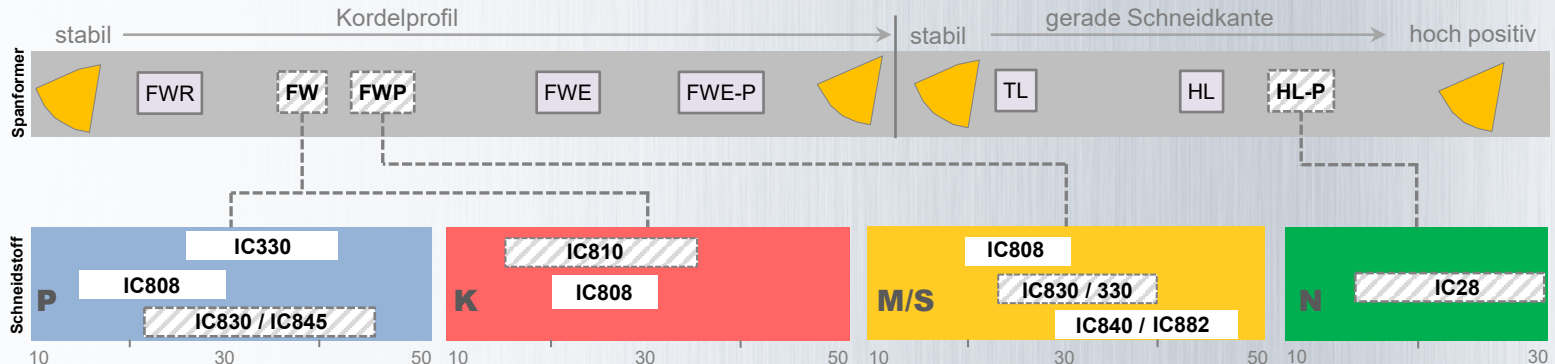
Produktauswahl / Spanformer / Schneidstoffe

- Schafffräser: Ø 20 – 40 mm *P290 EPW_*
- Aufsteckfräser: Ø 32 – 100 mm *P290 FPW_*
- Walzenstirnfräser: Ø 32 – 100 mm *P290 SM / ACK_*
- Schnittstellen: Schaft / Dorn / Flexfit
- Teilung: weite und normale / jeweils mit IK
- WSP Größen [mm]: 12 / 18
- WSP Eckenradien [mm]: spezielle Ausführung, siehe Katalog
- WSP Ausführungen: geschliffen = *P290 ACCT_* gesintert = *P290 ACKT_*

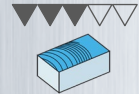
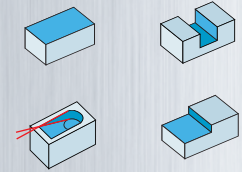
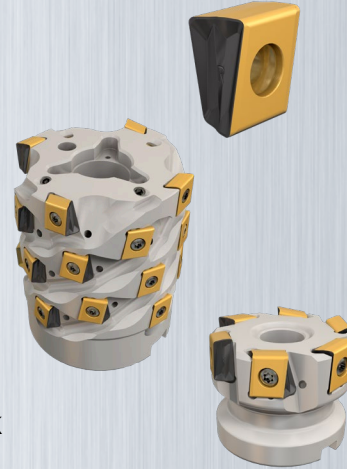


**Startempfehlung
Spanformer &
Schneidstoffe**

Für ISO-S / M / N empfehlen wir geschliffene WSP-Ausführungen



- ✓ höchste Produktivität durch hohe Zahnvorschübe
- ✓ stabiles Frässystem
- ✓ 1. Wahl für die Serienfertigung oder Massenfertigung
- ✓ große Geometrievielfalt
- ✓ flexibler Einsatz im Bereich ISO P / M / K / N / S



**Startempfehlung
Spanformer &
Schneidstoffe**

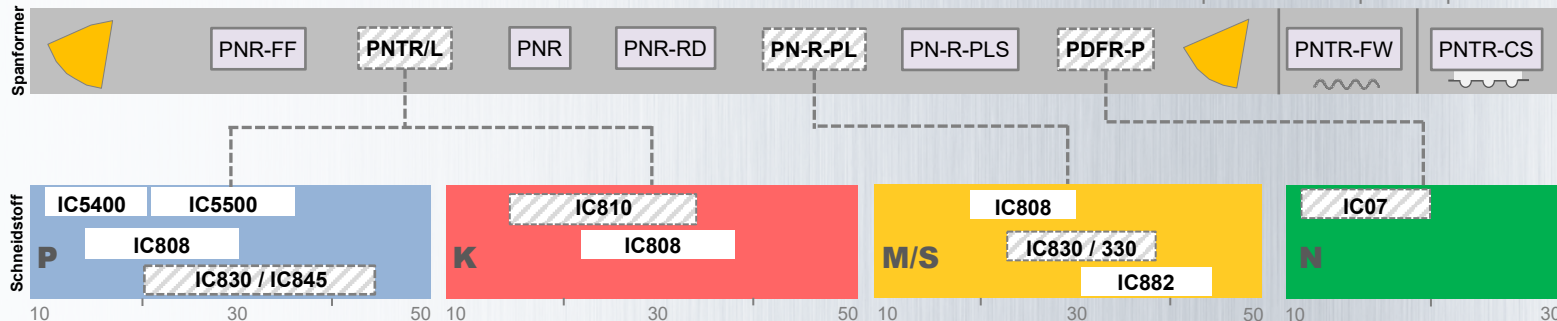
Für ISO-S / M / N empfehlen wir geschliffene WSP-Ausführungen

IC716 Erste Wahl für Titan

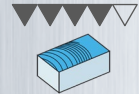
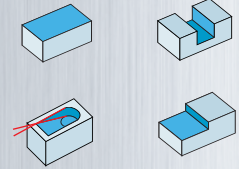
Produktauswahl / Spanformer / Schneidstoffe

- Schaftfräser: Ø 16 - 50 mm *T490 ELN_*
- Aufsteckfräser: Ø 32 - 200 mm *T490 FLN_*
- Walzenstirnfräser: Ø 32 - 80 mm *T490 LNK / SM_*
- Fasfräser: Ø 50 - 125 mm *T422 / T445_*
- Schnittstellen: Schaft / Dorn / MM / Flexfit
- Teilung: weite, normale und enge Teilung / jeweils mit IK
- WSP Größen [mm]: 08 / 11 / 13 / 16 / 22
- WSP Eckenradien [mm]: 0.4 / 0.8 / 1.2 / 1.6 / 2.0 / 2.4 / 3.1 / 4.0 / 5.0 / 6.4
- WSP Ausführungen: geschliffen = *T490 LNHT_* gesintert = *T490 LNMT_*

stabil —————> hoch positiv Kordelprofil Spanteiler



- ✓ 8 rechte Schneidkanten
- ✓ stabiler Fräskörper
- ✓ Bearbeitung von hohen 90°-Schultern (Nachsetzen)
- ✓ geringe Leistungsaufnahme
- ✓ zusätzliche Schicht - Wendeschneidplatten



Produktauswahl / Spanformer / Schneidstoffe

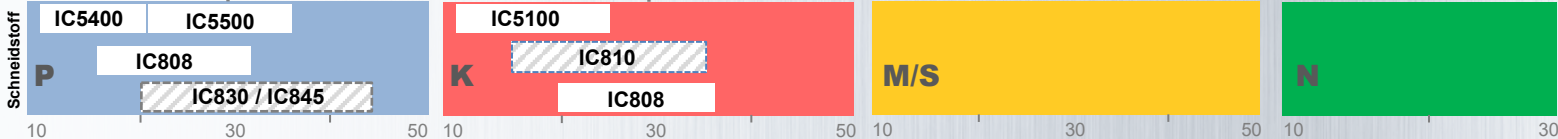
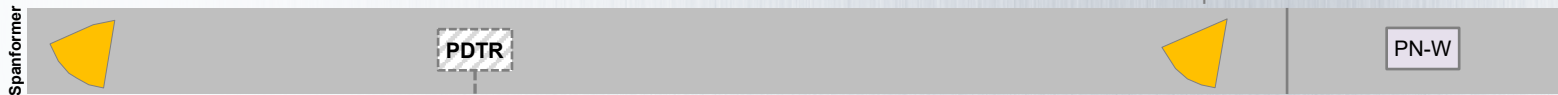
- Schaftfräser: Ø 32 - 40 mm **T890 ELN_**
- Aufsteckfräser: Ø 40 - 160 mm **T890 FLN_**
- Schnittstellen: Schaft / Dorn
- Teilung: weite, normale und enge Teilung / jeweils mit IK
- WSP Größen [mm]: 13
- WSP Eckenradien [mm]: 0.8
- WSP Ausführungen: geschliffen = **T890 LNH_(A)_T 1306_**



**Startempfehlung
Spanformer &
Schneidstoffe**

stabil —————> hoch positiv

Schicht-WSP



Zahnvorschubtablelle HELI3MILL HM390... 5 mm bis 19 mm



ISO	Material		Härte HB	Material Nr.	Vc [m/min]	HM390-05			HM390-07			HM390-10			HM390-15				HM390-19
						TPKT...PDR	TCCT...PCR	TCKT...PCTR	TPCR...PDRP	TPKR...PDRHM	TPCT...PDR	TPKT...PDR	TDKT...PDR	TDCT...PDR	TDKT...PDR-FW	TDKR...PDR-HM	TDKT...PDR-MP	TD CR...PDRR-P	TDKT...PDTR
P	unlegierter Stahl und Stahlguss Automatenstahl		< 0.25 %C	125	1	140-180-250	0.10-0.12-0.15	0.10-0.11-0.12	0.10-0.12-0.15	-	0.10-0.12-0.15	0.10-0.11-0.12	0.10-0.12-0.15	0.10-0.13-0.15	0.08-0.11-0.15	0.10-0.13-0.18	0.10-0.13-0.18	-	0.12-0.16-0.2
			>= 0.25 %C	190	2														
			< 0.55 %C	250	3														
			>= 0.55 %C	220	4														
				300	5														
	Stahl und Stahlguss mit geringen Legierungsanteilen weniger 5%			200	6	130-160-200	0.08-0.11-0.14	0.07-0.09-0.11	0.08-0.11-0.14	-	0.08-0.11-0.14	0.07-0.09-0.11	0.08-0.10-0.14	0.08-0.12-0.14	0.08-0.10-0.15	0.10-0.12-0.18	0.10-0.12-0.18	-	0.1-0.15-0.18
				275	7														
				300	8														
	Hochleg. Stahl, Stahlguss Werkzeugstahl			350	9	130-140-180	0.08-0.10-0.13	0.07-0.09-0.11	0.08-0.10-0.13	-	0.08-0.10-0.13	0.07-0.09-0.11	0.08-0.10-0.13	0.08-0.11-0.13	0.08-0.10-0.13	0.10-0.12-0.15	0.10-0.12-0.15	-	0.1-0.12-0.15
				200	10														
			325	11	120-130-180	0.08-0.10-0.12	0.07-0.09-0.10	0.08-0.10-0.12	-	0.08-0.09-0.12	0.07-0.08-0.10	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.13	0.10-0.10-0.15	0.10-0.10-0.15	-	0.1-0.11-0.13	
			200	12															
rostbeständige Stähle mit ferrischen oder martensitischem Gefüge			240	13	90-110-160	0.08-0.10-0.13	0.07-0.09-0.11	0.08-0.10-0.13	-	0.08-0.10-0.13	0.07-0.08-0.11	0.08-0.10-0.13	0.08-0.10-0.13	0.08-0.10-0.12	0.10-0.10-0.15	0.10-0.10-0.15	-	0.1-0.12-0.15	
			200	14															
M			180	14	80-140-180	0.08-0.10-0.13	0.06-0.08-0.11	0.08-0.10-0.13	-	0.08-0.10-0.13	0.06-0.08-0.11	0.08-0.10-0.13	0.08-0.10-0.13	0.08-0.10-0.15	0.10-0.12-0.15	0.10-0.12-0.15	-	-	
K	Grauguss		180	15	140-180-280	0.10-0.12-0.15	-	-	-	-	0.08-0.10-0.12	0.10-0.12-0.15	0.10-0.13-0.15	0.10-0.13-0.15	0.10-0.15-0.22	0.10-0.15-0.22	-	0.12-0.2-0.3	
			260	16															
	Kugelgraphitguss (GGG)			160	17	120-160-250	0.08-0.11-0.14	-	-	-	-	0.07-0.09-0.11	0.08-0.11-0.14	0.08-0.12-0.14	0.08-0.12-0.15	0.10-0.15-0.20	0.10-0.15-0.20	-	0.12-0.2-0.25
				250	18														
	Temperguss			130	19														
230				20															
N	Aluminium Knetlegierungen		60	21	400-500-900	-	-	-	0.1-0.18-0.25	0.1-0.12-0.15	-	-	-	-	-	-	-	-	
			100	22		-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	
			75	23		-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	
	Aluminiumguss legiert			90	24	240-280-500	-	-	-	0.1-0.18-0.25	0.1-0.12-0.15	-	-	-	-	-	-	-	
				130	25		-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	
	Kupferlegierungen			>12% Si	110	26	240-280-550	-	-	-	0.1-0.18-0.25	0.1-0.12-0.15	-	-	-	-	-	-	
				>1% Pb	90	27		-	-	-			-	-	-	-	-	-	
				100	28	-		-	-	-			-	-	-	-	-	-	
	Nicht-Eisen-Metalle			29	-		-	-	-	0.1-0.18-0.25	0.1-0.12-0.15	-	-	-	-	-	-	-	
				30	-		-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	
S	Hochhitze beständige Legierungen	Fe Basis	200	31	20-60-100	0.06-0.07-0.08	0.05-0.06-0.07	0.06-0.07-0.08	-	0.06-0.07-0.08	0.05-0.06-0.07	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.12	0.06-0.07-0.08	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	-
			280	32															
			250	33															
			350	34															
			320	35															
	Titan und Titanlegierungen			Rm=400	36	30-50-80	0.08-0.09-0.10	0.06-0.07-0.08	0.08-0.09-0.10	-	0.08-0.09-0.10	0.06-0.07-0.08	0.08-0.09-0.10	0.08-0.09-0.12	0.08-0.09-0.10	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	-	
Rm=1050				37															
H	Gehärteter Stahl		55 HRC	38	40-60-120	0.04-0.05-0.06	0.05-0.06-0.07	0.04-0.05-0.06	-	-	0.05-0.06-0.07	0.04-0.05-0.06	0.04-0.05-0.06	-	-	-	-	-	
			60 HRC	39															
	Schalenhartguss			400	40	60-80-140	0.04-0.05-0.06	0.05-0.06-0.07	0.04-0.05-0.06	-	-	0.05-0.06-0.07	0.04-0.05-0.06	0.04-0.05-0.06	-	-	-	-	
				Gussisen	55 HRC														41

Zahnvorschubtablette HELIDO H690... 4 mm bis 16 mm



ISO	Material		Eigenschaften	Zugfestigkeit [N/mm²]	Härte HB	Material Nr.	Vc [m/min]	H690-04			H690-07			H690-10		H690-16
								WNMU...PNR-MM	WNMU...PNTR	WNHU...PNTR	WNMU...PNTR	WNMU...PNR-MM	TNXC...PDR	TNXC...PNTR	TNXC...PNTR	
P	unlegierter Stahl und Stahlguss Automatenstahl	< 0.25 %C	weichgeglüht	420	125	1	140-180-250	0.10-0.11-0.15	0.10-0.11-0.15	0.1-0.15-0.2	0.15-0.2-0.35	0.15-0.20-0.35	0.10-0.11-0.13	0.10-0.12-0.15	0.15-0.22-0.30	
		>= 0.25 %C	weichgeglüht	650	190	2										
		< 0.55 %C	verglüht	850	250	3										
		>= 0.55 %C	weichgeglüht	750	220	4										
			verglüht	1000	300	5										
			geglüht	600	200	6										
	Stahl und Stahlguss mit geringen Legierungsanteilen weniger 5%		verglüht	930	275	7	130-160-200	0.08-0.12-0.14	0.08-0.11-0.14	0.08-0.14-0.18	0.15-0.20-0.33	0.15-0.20-0.33	0.07-0.09-0.11	0.08-0.10-0.14	0.15-0.20-0.28	
				1000	300	8										
				1200	350	9										130-140-180
	Hochleg. Stahl, Stahlguss Werkzeugstahl		geglüht	680	200	10	120-130-180	0.08-0.09-0.12	0.08-0.09-0.12	0.08-0.12-0.16	0.15-0.18-0.28	0.15-0.18-0.28	0.07-0.08-0.10	0.08-0.10-0.12	0.15-0.18-0.24	
1100				325	11											
rostbeständige Stähle mit ferritischen oder martensitischem Gefüge		ferritisch	martensitisch	680	200	12	90-110-160	0.08-0.10-0.13	0.08-0.10-0.13	0.08-0.12-0.17	0.15-0.18-0.31	0.15-0.18-0.31	0.07-0.09-0.11	0.08-0.10-0.13	0.15-0.18-0.26	
			martensitisch	820	240	13										
M	rostbeständige Stähle rostbeständiger Stahlguss		austenitisch	600	180	14	80-140-180	0.08-0.10-0.13	-	0.08-0.12-0.17	-	0.09-0.15-0.25	0.06-0.08-0.11	0.08-0.10-0.13	0.09-0.16-0.21	
K	Grauguss		ferritisch/ martensitisch		180	15	140-180-280	-	0.10-0.12-0.15	-	0.15-0.22-0.35	0.15-0.25-0.35	0.08-0.10-0.13	0.10-0.12-0.15	-	
			perlitisch		260	16										
	Kugelgraphitguss (GGG)		ferritisch		160	17	120-160-250	-	0.08-0.11-0.14	-	0.15-0.20-0.33	0.15-0.20-0.33	0.07-0.09-0.11	0.08-0.11-0.14	-	
			perlitisch		250	18										
			ferritisch		130	19										
Temperguss		ferritisch		230	20											
		perlitisch		130	19											
N	Aluminium Knetlegierungen		nicht aushärtbar		60	21										
			ausgehärtet		100	22										
	Aluminiumguss legiert	<=12% Si	nicht aushärtbar		75	23										
			ausgehärtet		90	24										
			>12% Si	über-eutektisch	130	25										
	Kupfer- legierungen	>1% Pb	Automaten Messing		110	26										
			Messing		90	27										
			Elektrolytkupfer		100	28										
			CFK/GFK		29	29										
	Nicht-Eisen-Metalle		Hartgummi		30											
				31												
S	Hochhitze beständige Legierungen	Fe Basis	geglüht		200	31	20-60-100	0.06-0.07-0.08	-	0.06-0.07-0.08	-	0.06-0.07-0.08	0.05-0.06-0.07	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	
			ausgehärtet		280	32										
			geglüht		250	33										
		Ni or Co Basis	ausgehärtet		350	34	20-35-80									
			gegossen		320	35										
			Reintitan	Rm = 400	Rm= 400	36										
	Titan und Titanlegierungen		alpha+beta Legierung	Rm = 1050	Rm= 1050	37	30-50-80	0.08-0.09-0.10	-	0.08-0.09-0.10	-	0.08-0.09-0.10	0.06-0.07-0.08	0.08-0.10	0.08-0.10	
H	Gehärteter Stahl		gehärtet		55 HRC	38	40-60-120	0.04-0.05-0.06	-	0.04-0.05-0.06	-	0.06-0.07-0.08	0.05-0.06-0.07	0.04-0.05-0.06	0.06-0.07-0.08	
			gehärtet		60 HRC	39	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Schalenhartguss		Guss		400	40	60-80-140	0.04-0.05-0.06	-	0.04-0.05-0.06	-	0.06-0.07-0.08	0.05-0.06-0.07	0.04-0.05-0.06	0.06-0.07-0.08	
	Gusseisen		gehärtet		55 HRC	41	30-60-120	0.04-0.05-0.06	-	0.04-0.05-0.06	-	0.06-0.07-0.08	0.05-0.06-0.07	0.04-0.05-0.06	0.06-0.07-0.08	



Zahnvorschubtablelle HELIDO H490.. 9 mm bis 17 mm

ISO	Material		Eigenschaften	Zugfestigkeit [N/mm ²]	Härte HB	Material Nr.	V _c [m/min]	H490 09 mm		H490 12 mm				H490 17mm				
								ANX PDR	ANIX PNTR	ANX PDR	ANIX PNTR	ANIX PNTR-RM	ANIX PNTR-CS	ANX PDR	ANIX PNTR	ANIX RM	ANIX CS	
P	unlegierter Stahl und Stahlguss Automatenstahl		< 0.25 %C	weichgeglüht	420	125	1	140-180-250	0.08-0.11-0.15	0.10-0.12-0.16	0.10-0.14-0.20	0.10-0.17-0.25	0.10-0.20-0.25	0.10-0.14-0.20	0.10-0.17-0.25	0.10-0.20-0.30	0.15-0.20-0.22	
			>= 0.25 %C	weichgeglüht	650	190	2											
			< 0.55 %C	vergütet	850	250	3											
			>= 0.55 %C	weichgeglüht	750	220	4											
				vergütet	1000	300	5											
	Stahl und Stahlguss mit geringen Legierungsanteilen weniger 5%			geglüht	600	200	6	130-160-200	0.08-0.10-0.15	0.08-0.10-0.16	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20	0.08-0.12-0.20	0.10-0.12-0.20	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.25	0.08-0.10-0.25	0.15-0.16-0.22
					930	275	7											
					1000	300	8											
					1200	350	9											
	Hochleg. Stahl, Stahlguss Werkzeugstahl			geglüht	680	200	10	120-130-180	0.08-0.10-0.14	0.08-0.10-0.16	0.08-0.10-0.15	0.08-0.12-0.16	0.08-0.12-0.16	0.08-0.10-0.15	0.08-0.10-0.18	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20	0.12-0.16-0.20
				1100	325	11												
rostbeständige Stähle mit ferritischen oder martensitischem Gefüge			ferritisch	680	200	12	90-110-160	0.08-0.10-0.14	0.08-0.10-0.16	0.08-0.10-0.18	0.08-0.12-0.20	0.08-0.12-0.20	0.08-0.10-0.18	0.08-0.10-0.18	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20	0.12-0.16-0.20	
				820	240	13												
M	rostbeständige Stähle rostbeständiger Stahlguss		austenitisch	600	180	14	80-140-180	0.08-0.10-0.14	0.08-0.10-0.16	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20	-	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20	-	-	
K	Grauguss		ferritisch/	180	15	140-180-280	0.10-0.12-0.14	0.10-0.12-0.18	0.10-0.15-0.25	0.10-0.12-0.30	0.10-0.20-0.30	0.10-0.15-0.20	0.10-0.18-0.20	0.10-0.12-0.30	0.12-0.18-0.35	0.12-0.18-0.25		
			perlitisch	260	16													
	Kugelgraphitguss (GGG)		ferritisch	160	17													
			perlitisch	250	18													
			perlitisch	130	19													
Temperguss		ferritisch	230	20														
		perlitisch	130	19														
N	Aluminium Knetlegierungen		nicht aushärtbar	60	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			ausgehärtet	100	22													
	Aluminiumguss legiert		<=12% Si	nicht aushärtbar	75												23	
				ausgehärtet	90												24	
			>12% Si	über-eutektisch	130												25	
	Kupfer- legierungen		>1% Pb	Automaten Messing	110												26	
				Messing	90												27	
				Elektrolytkupfer	100												28	
	Nicht-Eisen-Metalle			CFK/GFK													29	
				Hartgummi													30	
S	Hochhitze beständige Legierungen		Fe Basis	geglüht	200	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
				ausgehärtet	280	32												
			Ni or Co Basis	geglüht	250	33												
				ausgehärtet	350	34												
				gegossen	320	35												
	Titan und Titanlegierungen			Reintitan	Rm = 400	Rm = 400											36	
				alpha+beta Legierung	Rm = 1050	Rm = 1050											37	
H	Gehärteter Stahl		gehärtet	55 HRC	38	40-60-120	-	0.05-0.06-0.07	-	0.05-0.06-0.07	0.05-0.06-0.07	-	-	0.05-0.06-0.07	0.05-0.06-0.08	-		
			gehärtet	60 HRC	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Schalenhartguss		Guss	400	40	60-80-140	-	0.05-0.06-0.07	-	0.05-0.06-0.07	0.05-0.06-0.07	-	-	0.05-0.06-0.07	0.05-0.06-0.08	-		
	Gusseisen		gehärtet	55 HRC	41	30-60-120	-	0.05-0.06-0.07	-	0.05-0.06-0.07	0.05-0.06-0.07	-	-	0.05-0.06-0.07	0.05-0.06-0.08	-		

Zahnvorschubtablelle HELITANG T490... 08 mm bis 11 mm



ISO	Material		Härte HB	Material Nr.	V _c [m/min]	T490-08						T490-11																
						LNHT... PNR	LNMT... PNR	LNMT...CS	LNHT...RD	LNHT...PLS	LNAR...PN-R-P	LNMT... PNTR	LNHT... PNTR	LNHT...PLS	LNMT...CS	LNMT... FW												
P	unlegierter Stahl und Stahlguss Automatenstahl	< 0.25 %C	125	1	140-180-250	0.1-0.12-0.15	0.1-0.13-0.16	0.1-0.12-0.15	0.1-0.12-0.15	0.1-0.12-0.15		0.1-0.15-0.2	0.1-0.15-0.18	0.1-0.15-0.18	0.1-0.15-0.18													
		>= 0.25 %C	190	2																								
		< 0.55 %C	250	3																								
		>= 0.55 %C	220	4																								
	Stahl und Stahlguss mit geringen Legierungsanteilen weniger 5%		300	5	130-160-200	0.08-0.11-0.14	0.08-0.12-0.14	0.08-0.11-0.14	0.08-0.11-0.14	0.08-0.11-0.14		0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18													
			200	6																								
			275	7																								
			300	8																								
			350	9	130-140-180	0.08-0.10-0.13	0.08-0.11-0.13	0.08-0.10-0.13	0.08-0.10-0.13	0.08-0.10-0.13		0.1-0.13-0.16	0.1-0.13-0.16	0.1-0.13-0.16	0.1-0.13-0.16	0.1-0.13-0.16												
	Hochleg. Stahl, Stahlguss Werkzeugstahl		200	10	120-130-180	0.08-0.10-0.12	0.08-0.11-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12		0.1-0.12-0.14	0.1-0.12-0.14	0.1-0.12-0.14	0.1-0.12-0.14													
	325	11																										
rostbeständige Stähle mit ferritischen oder martensitischem Gefüge		200	12	90-110-160	0.08-0.10-0.13	0.08-0.10-0.13	0.08-0.10-0.13	0.08-0.10-0.13	0.08-0.10-0.13		0.1-0.14-0.18	0.1-0.12-0.14	0.1-0.12-0.14	0.1-0.12-0.14														
	240	13																										
M	rostbeständige Stähle rostbeständiger Stahlguss		180	14	80-140-180	0.08-0.10-0.13	0.08-0.10-0.13	0.08-0.10-0.13	0.08-0.10-0.13	0.08-0.10-0.13		0.1-0.13-0.16	0.08-0.12-0.14	0.08-0.12-0.14	0.08-0.12-0.15	0.08-0.12-0.15												
K	Grauguss		180	15	140-180-280	0.1-0.12-0.15	0.1-0.13-0.15	0.1-0.12-0.15	0.1-0.12-0.15	0.1-0.12-0.15		0.1-0.15-0.25	0.1-0.15-0.2	0.1-0.15-0.2	0.1-0.15-0.2	0.1-0.15-0.2												
			260	16																								
	Kugelgraphitguss (GGG)		160	17	120-160-250	0.08-0.12-0.14	0.08-0.13-0.14	0.08-0.12-0.14	0.08-0.12-0.14	0.08-0.12-0.14		0.1-0.14-0.25	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18												
			250	18																								
	Temperguss		130	19																								
		230	20																									
N	Aluminium Knetlegierungen		60	21	400-500-900	-	-	-	-	-	0.1-0.15-0.20	-	-	-	-	-												
			100	22																								
	Aluminiumguss legiert	<=12% Si	75	23																								
			90	24																								
		>12% Si	130	25																								
	Kupfer- legierungen	>1% Pb	110	26													240-280-550	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			90	27														-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			100	28													160-220-400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nicht-Eisen-Metalle		29															-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			30															-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S	Hochhitze beständige Legierungen	Fe Basis	200	31	20-60-100	0.06-0.07-0.08		0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08		0.06-0.07-0.08	0.05-0.07-0.08	0.05-0.07-0.08		0.05-0.07-0.08												
			280	32																								
		250	33	20-35-80																								
		350	34																									
		320	35																									
	Titan und Titanlegierungen	Rm= 400	36	30-50-80	0.08-0.09-0.1												0.08-0.09-0.1	0.08-0.09-0.1	0.08-0.09-0.1	0.08-0.09-0.1	0.08-0.09-0.1		0.08-0.09-0.1	0.06-0.08-0.1	0.06-0.08-0.1		0.06-0.08-0.1	
		Rm= 1050	37																									
H	Gehärteter Stahl		55 HRC	38	40-60-120	-	-	-	-	-	-	0.05-0.06-0.08	-	-	-	-												
			60 HRC	39		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-												
	Schalenhartguss		400	40	60-80-140	-	-	-	-	-	-	0.05-0.06-0.08	-	-	-	-												
	Gusseisen		55 HRC	41	30-60-120	-	-	-	-	-	-	0.05-0.06-0.08	-	-	-	-												

Zahnvorschubtabelle HELIDO S890... 13 mm & NEODO S890... 08 mm



ISO	Material		Eigenschaften	Zugfestigkeit [N/mm²]	Härte HB	Material Nr.	V _c [m/min]	S890-13			S890-08				
								SNMU PNTR	SNMU MM	SNMU PNTN	SZMU PNR MM	SZMU PNTR	SZMU PNRHP	SZHU PNR	
P	unlegierter Stahl und Stahlguss Automatenstahl	< 0.25 %C	weichgeglüht	420	125	1	140-180-250	0.10-0.15-0.25	0.10-0.15-0.30	0.10-0.15-0.25	0.10-0.15-0.25	-	-		
		>= 0.25 %C	weichgeglüht	650	190	2									
		< 0.55 %C	vergütet	850	250	3									
		>= 0.55 %C	weichgeglüht	750	220	4									
			vergütet	1000	300	5									
	Stahl und Stahlguss mit geringen Legierungsanteilen weniger 5%		vergütet	gegüht	600	200	6	130-160-200	0.08-0.15-0.20	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20	0.1-0.12-0.20	-	-	
					930	275	7								
					1000	300	8								
	Hochleg. Stahl, Stahlguss Werkzeugstahl			gegüht	680	200	10	120-130-180	0.08-0.15-0.20	0.08-0.15-0.20	0.08-0.15-0.20	0.08-0.10-0.20	-	-	
				vergütet	1100	325	11								
rostbeständige Stähle mit ferritischen oder martensitischem Gefüge			ferritisch martensitisch	680	200	12	90-110-160	0.08-0.12-0.20	0.08-0.12-0.20	0.08-0.12-0.20	0.08-0.10-0.15	-	0.08-0.10-0.20	-	
			martensitisch	820	240	13									
M	rostbeständige Stähle rostbeständiger Stahlguss		austenitisch	600	180	14	80-140-180	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.15		0.08-0.12-0.20	0.08-0.10-0.20	
K	Grauguss		ferritisch/ martensitisch		180	15	140-180-280	0.10-0.12-0.30	0.10-0.12-0.35	0.10-0.12-0.30	-	0.10-0.15-0.25	-	-	
			perlitisch		260	16									
	Kugelgraphitguss (GGG)		ferritisch		160	17	120-160-250	0.08-0.16-0.25	0.08-0.18-0.25	0.08-0.18-0.25	-	0.10-0.15-0.20	-	-	
			perlitisch		250	18									
Temperguss		ferritisch		130	19										
		perlitisch		230	20										
N	Aluminium Knetlegierungen		nicht aushärtbar		60	21	-	-	-	-	-	-	-	-	
			ausgehärtet		100	22									
	Aluminiumguss legiert	<=12% Si	nicht aushärtbar		75	23									
			ausgehärtet		90	24									
	Kupfer- legierungen	>12% Si	über-eutektisch		130	25									
			>1% Pb	Automaten Messing		110									26
	Nicht-Eisen-Metalle			Messing		90									27
				Elektrolytkupfer		100									28
				CFK/GFK		29									
				Hartgummi		30									
S	Hochhitze beständige Legierungen	Fe Basis	gegüht		200	31	20-60-100								
			ausgehärtet		280	32									
			gegüht		250	33									
	Titan und Titanlegierungen	Ni or Co Basis	ausgehärtet		350	34	20-35-80	-	-	-	-	-	-	0.05-0.06-0.12	
			gegossen		320	35									
			Reintitan	Rm = 400	Rm= 400	36									
		alpha+beta Legierung	Rm = 1050	Rm= 1050	37	30-50-80							0.06-0.07-0.12		
H	Gehärteter Stahl		gehärtet		50HRC	38	40-60-120	-	-	-	0.06-0.08-0.12	-	-	-	
	Schalenhartguss		gehärtet		60 HRC	39	-	-	-	-	-	-	-		
	Gusseisen		Guss		400	40	-	-	-	-	-	-	-		
		gehärtet		55 HRC	41	-	-	-	-	-	-	-			

Zahnvorschubtabelle **MILLSHRED** P290... 12 mm bis 18 mm



ISO	Material		Eigenschaften	Zugfestigkeit [N/mm ²]	Härte HB	Material Nr.	V _c [m/min]	P290-12				P290-18							
								ACCT..._PDR-TL	ACCT..._PDR-HL	ACKT..._PDR-FW	ACKT..._PDR-FWP	ACCT..._PDR-TL	ACCT..._PDR-HL	ACCT..._PDR-HL-P	ACKT..._PDR-FWE	ACKT..._PDR-FW	ACKT..._PDR-FWE-P	ACKT..._PDR-FWR	ACKT..._PDR-FWP
P	unlegierter Stahl und Stahlguss Automatenstahl	< 0.25 %C	weichgeglüht	420	125	1	140-180-250	0.08-0.10-0.12	0.07-0.09-0.10	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	-	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	-	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12
		>= 0.25 %C	weichgeglüht	650	190	2													
		< 0.55 %C	verglüht	850	250	3													
		>= 0.55 %C	weichgeglüht	750	220	4													
			verglüht	1000	300	5													
	Stahl und Stahlguss mit geringen Legierungsanteilen weniger 5%		geglüht	600	200	6	130-160-200												
			verglüht	930	275	7													
			verglüht	1000	300	8													
			verglüht	1200	350	9													
	Hochleg. Stahl, Stahlguss Werkzeugstahl		geglüht	680	200	10	120-130-180												
		verglüht	1100	325	11														
rostbeständige Stähle mit ferritischen oder martensitischem Gefüge		ferritisch martensitisch	680	200	12	90-110-160													
		martensitisch	820	240	13														
M	rostbeständige Stähle rostbeständiger Stahlguss		austenitisch	600	180	14	80-140-180	0.08-0.10-0.12	0.07-0.09-0.10	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	-	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	-	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12
K	Grauguss		ferritisch/ martensitisch		180	15	140-180-280	0.08-0.12-0.15	0.08-0.12-0.15	0.08-0.12-0.15	0.08-0.12-0.15	0.08-0.12-0.15	0.08-0.12-0.15	-	0.08-0.12-0.15	0.08-0.12-0.15	-	0.08-0.12-0.15	-
			perlitisch	260	16														
	Kugelgraphitguss (GGG)		ferritisch	160	17	120-160-250													
			perlitisch	250	18														
	Temperguss		ferritisch	130	19														
		perlitisch	230	20															
N	Aluminium Knetlegierungen		nicht aushärtbar	60	21	400-500-900	-	0.08-0.15-0.02	-	0.08-0.15-0.2	-	-	0.08-0.15-0.2	-	-	0.08-0.15-0.2	-	-	-
			aushärtbar	100	22														
		<=12% Si	nicht aushärtbar	75	23														
			aushärtbar	90	24														
	Aluminiumguss legiert	>12% Si	über-eutektisch	130	25	240-280-500													
		>1% Pb	Automaten Messing	110	26	240-280-550													
	Messing		90	27															
	Elektrolytkupfer		100	28	160-220-400														
	Nicht-Eisen-Metalle		CFK/GFK		29	-													
			Hartgummi		30	-													
S	Hochhitze beständige Legierungen	Fe Basis	geglüht		200	31	20-60-100	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	-	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	-	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	
			aushärtbar	280	32														
		Ni or Co Basis	geglüht	250	33	20-35-80													
			aushärtbar	350	34														
			gegossen	320	35														
	Titan und Titanlegierungen		Rein titan	Rm = 400	Rm= 400	36	30-50-80												
			alpha+beta Legierung	Rm = 1050	Rm= 1050	37													



Zahnvorschubtabelle LOGIQ8Tang T890... 13mm

ISO	Material	Härte HB	Material Nr.	V _c [m/min]	T890-13			
					LNHT... PNTR	LNMT... PNTR	LNAT... PN-W	
P	unlegierter Stahl und Stahlguss Automatenstahl	< 0.25 %C	125	1	140-180-250	0.12-0.16-0.2	0.12-0.16-0.2	0.12-0.16-0.2
		>= 0.25 %C	190	2				
		< 0.55 %C	250	3				
		>= 0.55 %C	220	4				
			300	5				
	Stahl und Stahlguss mit geringen Legierungsanteilen weniger 5%		200	6	130-160-200	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18
			275	7				
			300	8				
	Hochleg. Stahl, Stahlguss Werkzeugstahl		350	9	130-140-180	0.1-0.13-0.15	0.1-0.12-0.15	0.1-0.12-0.15
			200	10				
rostbeständige Stähle mit ferritischen oder martensitischem Gefüge		325	11	120-130-180	0.1-0.12-13	0.1-0.11-0.13	0.1-0.11-0.13	
		200	12					
		240	13					
M	rostbeständige Stähle rostbeständiger Stahlguss	180	14	80-140-180	-	-	-	
K	Grauguss		180	140-180-280	0.1-0.15-0.2	0.1-0.15-0.2	0.1-0.15-0.2	
			260					16
	Kugelgraphitguss (GGG)		160	17	120-160-250	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18
			250					
	Temperguss		130	19	120-160-250	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18
			230					



Radius zur Programmierung

System	T490 LNHT 1306-FF	H490 ANKX 0904-FF	H490 ANKX 1205-FF	H490 ANKX 1706-FF
Radius zur Programmierung	1.95	1.2	2.5	2.85

Schraube & Drehmoment

System	HM390 TP.. 04	HM390 TP.. 05	HM390 TC.. 07	HM390 TC.. 10	HM390 TD.. 15	HM390 TD.. 19	T490 LN.. 08	T490 LN.. 11	T490 LN.. 13	T490 LN.. 16	T490 LN.. 22
Schraube	SR M2X0.4-3.5 T6	TS 180411/HG	SR M2.5X5-T7-60	SR 14-562/S	SR 10511869	SR 14-591/L12	SR 10502813-HGSM	SR 34-535-SN	SR 34-535-SN	SR 14-591	SR 10507547
Drehmoment	0.5 N/m	0.5 N/m	0.9 N/m	3.2 N/m	9 N/m	9 N/m	1.2 N/m	3.2 N/m	4.8 N/m	9 N/m	9 N/m
H690 WN.. 04	H690 WN.. 07	H690 TN.. 10	H690 TN.. 16	H490 AN.. 09	H490 AN.. 12	H490 AN.. 17	S890 SZ.. 08	S890 SN.. 13	P290 AC.. 12	P290 AC.. 18	T890 LN.. 13
SR M2.5X6-T7-60 0.9 N/m	SR M4X0.7IP15 4.8 N/m	SR 10508082-HG 1.2 N/m	SR 14-591 9 N/m	SR 10508082-HG 1.2 N/m	SR 14-544 4.8 N/m	SR 14-591 9 N/m	SR M3X0.5-L7.4 IP9 2 N/m	SR 11800745 4.8 N/m	SR M3X0.5-L7.4 IP9 2 N/m	SR 14-544/S 4.8 N/m	SR 10513105 8 N/m

Bohrzirkularfräsen ins Volle

MDN - MDX & RPMX°																							
Werkzeugdurchmesser	Ø 6	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 18	Ø 20	Ø 22	Ø 25	Ø 28	Ø 32	Ø 40	Ø 50	Ø 63	Ø 80	Ø 100	Ø 125	Ø 160	Ø 200	Ø 250	Ø 315	
HM390 TPKR 0401		13.4 - 15 3°	17.4 - 19 2.5°																				
HM390 TPKT 0502	8 - 11 1°	12 - 15 1°	16 - 19 2°	20 - 23 1.5°	24 - 27 1.5°	28 - 31 1.5°		35.6 - 39 2.0°		45.6 - 49 1.5°													
HM390 TCKT 0703					25 - 27 1.9°	29 - 31 1.9°	33 - 35 1.4°	37 - 39 1.4°	41 - 43 1°	47 - 49 1°	53 - 55 1°	61 - 63 0.8°	77 - 79 0.6°										
HM390 TCKT 1003										46.4 - 49 2.9°	52.4 - 55 2.5°	60.4 - 63 2.1°	76.4 - 79 1.6°	96.4 - 99 1.2°	122.4 - 125 0.9°	156.4 - 159 0.8°	196.4 - 199 0.8°						
HM390 TDKT 1505													75 - 78.4 2.1°	93 - 98.4 1.5°	121 - 124.4 1.20°	155 - 158.4 0.90°	195 - 198.4 0.70°	245 - 248.4 0.50°	315 - 318.4 0.30°	395 - 398.4 0.20°			
HM390 TDKT 1907													73 - 78.4 2°	93 - 98.4 1.5°	119 - 124.4 1.10°	153 - 158.4 0.90°	193 - 198.4 0.70°	243 - 248.4 0.50°	313 - 318.4 0.40°				
H690 WNMU 0403						28 - 35.2 1.7°	32 - 39.2 1.5°		42 - 49.2 1.1°		56 - 63.2 0.8°	72 - 79.2 0.6°	92 - 99.2 0.5°	118 - 125.2 0.2°									
H690 WNMU 0705											54 - 62.4 2°	70 - 78.4 1.5°	90 - 98.4 1.2°	116 - 124.4 1.1°	150 - 158.4 1°	190 - 198.4 0.8°	240 - 248.4 0.5°						
H690 TNKX 1005								34.8 - 39.2 2.8°	44.8 - 49.2 2.6°		58.8 - 63.2 1.6°	74.8 - 79.2 1.1°	94.8 - 99.2 1°	120.8 - 125.2 0.7°									
H690 TNKX 1606													88.4 - 98 3°	114.4 - 124 2°	148.4 - 158 1°	188.4 - 198 1°	238.4 - 248 0.5°						
P290 ACCT 1204							25 - 38.2 2°		35 - 48.2 1.4°		49 - 62.2 1°	65 - 78.2 0.7°	85 - 98.2 0.5°										
P290 ACCT 1806									32.8 - 47.6 2.5°		46.8 - 61.6 2°	62.8 - 77.6 1.5°	82.8 - 97.6 1°	108.8 - 123.6 0.8°	142.8 - 157.6 0.5°	182.8 - 197.6 0.3°							
T490 LNMT 0804-RD					24.4 - 31.2 2.8°	28.4 - 35.2 2.3°	32.4 - 39.2 1.9°	36.4 - 43.2 1.6°	42.4 - 49.2 1.3°		56.4 - 63.2 0.9°	72.4 - 79.2 0.7°	92.4 - 99.2 0.5°										
T490 LNHT 1306-RD											52.8 - 62.4 2.8°	68.8 - 78.4 2°	88.8 - 98.4 1.5°	114.8 - 124.4 1.1°	148.8 - 158.4 0.9°	188.8 - 198.4 0.7°	238.8 - 248.4 0.5°						
T490 LNHT 1306-FF											53.6 - 62.4 3.9°	69.6 - 78.4 2.8°	89.6 - 98.4 2°	115.6 - 124.4 1.5°	149.6 - 158.4 1.1°	189.6 - 198.4 0.9°	239.6 - 248.4 0.7°	309.6 - 318.4 0.5°	389.6 - 398.4 0.4°	489.6 - 498.4 0.3°			
H490 ANKX 0904-FF						22.4 - 30 7.7°	26.4 - 34 5.7°	30.4 - 38 4.6°	34.4 - 42 3.8°	40.4 - 48 3°	54.4 - 62 2°	70.4 - 78 1.5°	90.4 - 98 1.1°	116.4 - 124 0.8°									
H490 ANKX 1205-FF									33.8 - 47 6.1°		47.8 - 61 3.3°	63.8 - 77 2.2°	83.8 - 97 1.5°	109.8 - 123 1.1°	143.8 - 157 0.8°	183.8 - 197 0.6°	233.8 - 247 0.4°	303.8 - 317 0.3°	383.8 - 397 0.2°				
H490 ANKX 1706-FF											46.6 - 60.8 6.5°	62.6 - 76.8 4°	82.6 - 96.8 2.7°	108.6 - 122.8 1.9°	142.6 - 156.8 1.4°	182.6 - 196.8 1°	232.6 - 246.8 0.8°	302.6 - 316.8 0.6°	382.6 - 396.8 0.4°	482.6 - 496.8 0.3°	612.6 - 626.8 0.2°		

MDN – MDX = Minimaler – maximaler Durchmesser in mm fürs Bohrzirkularfräsen ins Volle

RPMX° = Maximaler Rampenwinkel

Rg = Radius zur Programmierung

Wenn eine Vorbohrung angebracht wird, kann der minimale Durchmesser (MDN) auch kleiner gewählt werden.

Formel für die Vorbohrung: $D_{min} (MDN) = D_{soll} + 1$

Schneidstoffabhängige Schnittgeschwindigkeits- und Einsatzempfehlung

aus Praxiserfahrung - Durchschnittsangaben

WSP mit PVD Beschichtungen und Cermet

Werkstückstoff Bereiche	IC330			IC380			IC845			IC840			IC830			IC716			IC882			IC810			IC808			IC30N			
	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.				
P unleg. / leg. Stahl	1. Wahl	120 160 230			160 200 250			80 150 220			---			120 200 230			---			---			160 220 250			180 230 250			90 220 350		
	2. Wahl																														
P ferrit. / martensit. Stahl	1. Wahl	80 120 140			---			100 120 160			---			100 130 160			---			---			---			140 170 220			100 170 220		
	2. Wahl																														
M rostbest. Stahl Referenzen: 1.4301, v,200, trocken 1.4404, v,90, nass 1.4462, v,80, nass	1. Wahl	60 100 160			120 160 220			---			90 120 160			60 140 200			---			70 100 140			---			120 160 220			---		
	2. Wahl																														
K Grauguss	1. Wahl	---			---			---			---			120 160 250			---			---			180 250 300			180 220 280			---		
	2. Wahl																														
K Kugelgraphitguss	1. Wahl	---			---			---			---			120 140 200			---			---			160 200 260			160 180 250			---		
	2. Wahl																														
S Superlegierungen / Titan	1. Wahl	30 40 100			30 50 100			---			25 40 90			30 40 100			20 45 70			20 45 70			---			30 50 100			---		
	2. Wahl																														
N Nichteisenmetalle	1. Wahl	---			---			---			---			---			---			---			---			---			---		
	2. Wahl																														
H gehärteter Stahl (≤55HRc)	1. Wahl	---			---			---			---			40 80 120			---			---			60 100 150			80 120 200			50 100 140		
	2. Wahl																														

Legende: Schnittgeschwindigkeitsangaben in m/min
 rote Linie: Trockenbearbeitung
 blaue Linie: Nassbearbeitung
 fette Schrift: empfohlener Startwert

Schneidstoffabhängige Schnittgeschwindigkeits- und Einsatzempfehlung



aus Praxiserfahrung - Durchschnittsangaben

WSP mit CVD Beschichtungen, Keramik, CBN und unbeschichtete HM



Werkstückstoff Bereiche	IC5400	IC5500	IC5600	IC5100	DT7150	IC5820	IS8/IS80	IB55/IB85	IC28	IC08
	min. Start max.	min. Start max.	min. Start max.	min. Start max.	min. Start max.	min. Start max.	min. Start max.	min. Start max.	min. Start max.	min. Start max.
P unleg. / leg. Stahl	1. Wahl 									
	160 200 250	90 200 280	160 210 280	180 250 320	100 160 250	---	---	---	---	---
P ferrit. / martensit. Stahl	1. Wahl 									
	140 180 240	140 200 270	150 180 240	---	---	---	---	---	---	---
M rostbeständiger Stahl	1. Wahl 									
	100 130 180	---	---	---	---	100 120 160	---	---	---	---
K Grauguss	1. Wahl 							Rücksprache PM		
	---	---	---	200 280 350	150 220 320	---	250 500 800		---	---
K Kugelgraphitguss	1. Wahl 									
	120 160 250	---	---	---	160 250 350	---	250 450 900	---	---	---
S Superlegierungen / Titan	1. Wahl 									
	---	---	---	---	---	25 50 95	---	---	---	10 20 50
N Nichteisenmetalle	1. Wahl 									
	---	---	---	---	---	---	---	---	160 450 650	350 750 1500
H gehärteter Stahl (≤55HRc)	1. Wahl 							Rücksprache PM		
	---	---	---	---	---	---	---		---	---


Legende: Schnittgeschwindigkeitsangaben in m/min
 rote Linie: Trockenbearbeitung
 blaue Linie: Nassbearbeitung
 fette Schrift: empfohlener Startwert

Schneidstoffübersicht Wendepplatten-Fräsen


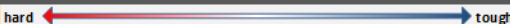

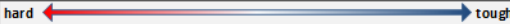
ISO	P01 P05 P10 P15 P20 P25 P30 P35 P40 P45 P50										Bereich	Beschichtungs- type	Eigenschaften	Anwendung / Beschreibung
	hard ← → tough													
											Basis			
											P15-P30	PVD	Kantenstabil, verschleißfest	Schlichtbearbeitung, Schruppen unter stabilen Bedingungen, mittlere bis hohe Schnittgeschwindigkeiten
											P10-P15	CVD	Temperatur stabil, Kantenstabil und verschleißfest	Schrupp- und Schlichtbearbeitung unter stabilen Bedingungen, hohe Schnittgeschwindigkeit, Trockenbearb.
											P15-P35	CVD	Temperatur stabil, verschleißfest	Schruppen, ferritische und martensit. hochleg. Stähle (Gruppe 12 / 13), hohe Schnittgeschw., Trockenbearbeit.
											P20-P40	PVD	Zäh, bruchsicher bei hoher mechan. Belastung	Universelle Hartmetallsorte, Basisschneidstoff für Erstversuche, Schruppbearbeitung, nass oder trocken
											P30-P50	PVD	Zäh, bruchsicher, gegen Kammerisbildung	Schruppbearbeitung bei hohen Vorschüben, unterbrochene Schnitte
											Spezialisten			
											P05-P20	CVD	Temperatur stabil, verschleißfest	Schruppbearbeitung bei mittlerer bis hoher Schnittgeschwindigkeit, Trockenbearbeitung
											P10-P30	PVD, Cemet	Extrem verschleißfest, gegen plast. Verformung	Für die Schlichtbearbeitung bei hohen Schnittgeschwindigkeiten und mittlerem Vorschub
											P15-P30	PVD	Verschleißfest, bruchstabil	Schruppbearbeitung bei hochfesten Stählen und Werkzeugstähle (Gruppe 10 und 11), bei mittl. Vorschub
										P25-P50	PVD, TiCN	Zäh, bruchsicher bei hoher mech. Belastung	Schruppbearbeitung bei niedrigen Schnittgeschwindigkeit, unterbr. Schnitt, ausschließlich Nassbearbeitung	
	M01 M05 M10 M15 M20 M25 M30 M35 M40 M45 M50										Bereich	Beschichtungs- type	Eigenschaften	Anwendung / Beschreibung
	hard ← → tough													
											Basis			
											M20-M40	PVD	Zäh, temperaturbest., gegen Kammerisbildung	Schruppen und Schlichten bei niedrigen bis mittleren Schnittgeschw., nass oder trocken
											M25-M35	PVD	Zäh, bruchsicher bei hoher mechan. Belastung	Universelle Hartmetallsorte für austenitische Stähle, niedrige bis mittlere Schnittgeschw., nass oder trocken
											M20-M30	PVD	Kantenstabil, verschleißfest	Schlichten bei mittleren bis hohen Schnittgeschw. unter stabilen Bedingungen, nass oder trocken
											M30-M40	PVD	Zäh, bruchsicher bei hoher mechan. Belastung	Universell für austenitische Stähle, niedrige Schnittgeschw., unterbr. Schnitt, ausschließl. Nassbearbeitung
											Spezialisten			
											M20-M35	CVD	Zäh, bruchsicher, hitzebeständig	Schruppen in Austenite und Duplex Materialien bei hohen Schnittgeschw. unter stabilen Bedingungen
											M25-M45	PVD	Zäh, bruchsicher, hitzebeständig	Schruppen in Austenite und Duplex Materialien bei niedrigen bis mittleren Schnittgeschw., Nassbearb.

Schneidstoffübersicht Wendepplatten-Fräsen

ISO	K01	K05	K10	K15	K20	K25	K30	K35	K40	K45	K50	Bereich	Beschichtungs-type	Eigenschaften	Anwendung / Beschreibung	
 Cast Iron												Basis				
				IC5100								K10-K25	CVD	Dicke Beschichtung, verschleißfest	Im Grauguss (GG) bei hohen Schnittgeschwindigkeiten	
				IC810 (IC910)								K15-K35	PVD	Verschleißfest, temperaturbeständig	Erste Wahl im Kugelgraphitguss und im Grauguss bei niedrigen bis mittleren Schnittgeschwindigkeiten	
	IS08												Spezialisten			
				DT7150								K10-K25	PVD+CVD	Verschleißfest, temperaturbeständig	Alternativsorte für GG und GGG bei mittleren Schnittgeschwindigkeiten, Problemlöser bei Nassbearb.	
				IC808 (IC908)								K20-K40	PVD	Kantenstabil, verschleißfest	Schlichtbearbeitung im Kugelgraphitguss (GGG) unter stabilen Bedingungen	
				IC830 (IC928)								K15-K40	PVD	Zäh, bruchsicher bei hoher mechan. Belastung	ab GGG40, bei instabilen Verhältnissen, niedrige bis mittlere Schnittgeschwindigkeiten, hoher Vorschub	
				IC30N								P10-P30	PVD, Cermet	Extrem verschleißfest, gegen plast. Verformung	ab GGG50, Schlichtbearbeitung bei hohen Schnittgeschwindigkeiten	

ISO	N01	N05	N10	N15	N20	N25	N30	N35	N40	N45	N50	Bereich	Beschichtungs-type	Eigenschaften	Anwendung / Beschreibung	
 Non Ferrous Mat.												Basis				
	ID5												N01-N10	unbesch., Diamant	gelöteter TIP auf Basis HM-WSP	Al-Si Legierungen <12% Si-Anteil, Graphit, allgem. NE-Metalle
	ID8												N05-N15	unbesch., Diamant	gelöteter TIP auf Basis HM-WSP	Al-Si Legierungen >12% Si-Anteil, Faserverbundwerkstoffe (CFK u. GFK)
				IC28								N15-N35	unbeschichtet	Zäh, bruchsicher bei hoher mechan. Belastung	Schruppen von Aluminiumlegierungen und NE-Metallen, hoher Vorschub, mittl., Schnittgeschw., Nassbearbeitung	
				IC08								N05-N20	unbeschichtet	Kantenstabil, verschleißfest	Schruppen und Schlichten von Aluminiumlegierungen < 10% Si-Anteil, NE-Metalle, Nassbearbeitung	
				IC07								N05-N20	unbeschichtet	Kantenstabil, sehr verschleißfest	Alternativsorte zu IC08 mit höherer Verschleißfestigkeit	

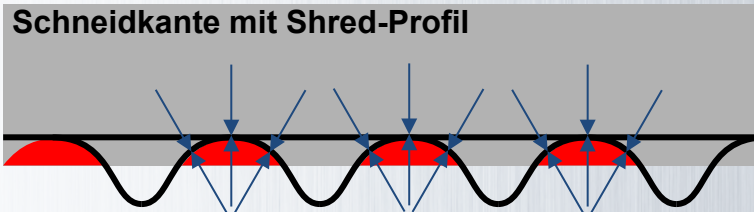
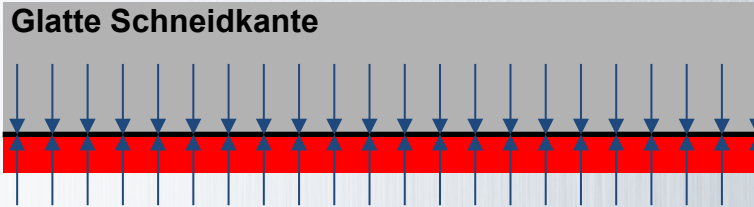
Schneidstoffübersicht Wendepplatten-Fräsen

ISO	S01	S05	S10	S15	S20	S25	S30	S35	S40	S45	S50	Bereich	Beschichtungs-type	Eigenschaften	Anwendung / Beschreibung		
												Basis					
							IC882						S30-S50	PVD	Zäh, äußerst temperaturbest., mit Ruthenium	Schruppen und Schlichten von HTSA Materialien, niedrige bis mittl. Schnittgeschw., ausschließl. Nassbearbeitung	
					IC716								S20-S25	PVD	Zäh, temperaturbest., gegen Kammissbildung	Schruppen und Schlichten ausschließlich von Titanlegierungen (ISO S36-S37), mittlere Schnittgeschwindigkeit,	
		IC808 (IC908)											S15-S30	PVD	Kantenstabil, verschleißfest	Schlichtbearbeitung unter stabilen Bedingungen, mittlere Schnittgeschwindigkeit	
					IC840								S25-S40	PVD	Zäh, temperaturbest., gegen Kammissbildung	Schruppen von Titanlegierungen, niedrige Schnittgeschwindigkeit, ausschließl. Nassbearbeitung	
														Spezialisten			
					IC380								S20-S30	PVD	Kantenstabil, verschleißfest, spez. Schneidkante	Schruppen- u. Schlichtbearbeitung von Titan unter labilen Verhältnissen, ausschließl. Nassbearbeitung	
					IC5820								S20-S35	CVD	äußerst temperaturbest., verschleißfest, +Ruthenium	Alternative zu IC882, höhere Schnittgeschwindigkeit, nass und trocken	
					IC830 (IC928)								S20-S40	PVD	Zäh, bruchsicher bei hoher mechan. Belastung	Alternative zu IC840 und IC808 bei niedrigeren Schnittgeschwindigkeiten, höherer Vorschub, Nassbearb.	
								IC330 (IC328)					S30-S50	PVD	Zäh, bruchsicher bei hoher mechan. Belastung	Alternative zu IC840, IC808, IC830, hohe Resistenz gegen Kammissbildung, auf ausreichende KSS Zufuhr achten	
ISO	H01	H05	H10	H15	H20	H25	H30	H35	H40	H45	H50	Bereich	Beschichtungs-type	Eigenschaften	Anwendung / Beschreibung		
												Basis					
			IC808 (IC908)										H10-H20	PVD	Kantenstabil, bruchsicher	Gehärtete Stähle bis 55HRc (max. 60HRc), unter stabilen Verhältnissen, ausschließl. Gleichlauf, max. 45% a _s /D	
		IB85											H01-H30	ohne, CBN	gelöteter TIP auf Basis HM-WSP, bruchsicher	Schlichtbearbeitung gehärteter Stähle bis 65 HRc, möglichst im Gegenlauf	
														Spezialisten			
					IC30N							H10-H25	PVD, Cemet		Schlichtbearbeitung unter stabilen Verhältnissen, bei höheren Schnittgeschwindigkeiten		

Kontaktlänge bestimmt Schnittkraft!

Auswirkungen durch Kordelprofil reduzierter Kontaktfläche:

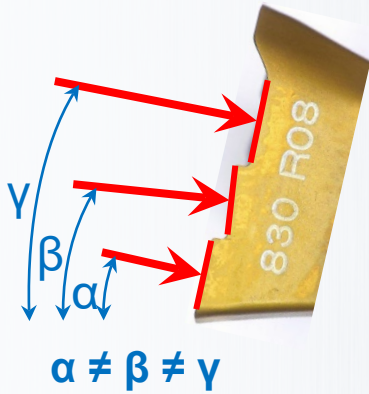
- 20 – 30% weniger Schnittkräfte
- geringere Temperaturentwicklung
- weniger Abdrängkräfte
- reduzierte Geräuscentwicklung



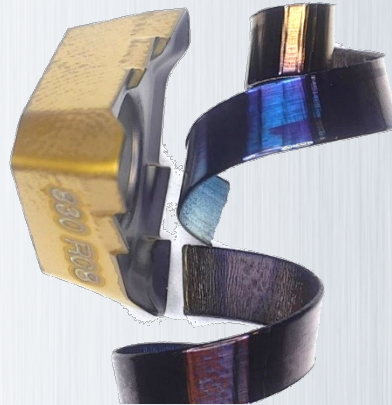
Wendeschneidplatten mit **...-FW** in der Bezeichnung

Einzigartige Geometrie zum Segmentieren der Späne

Kräfteverteilung



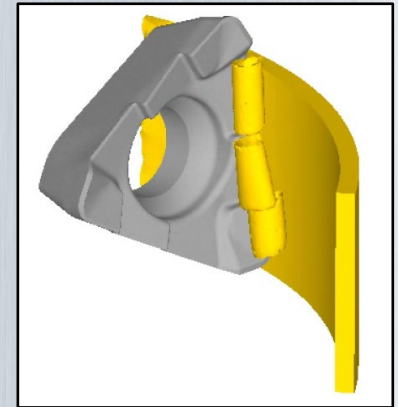
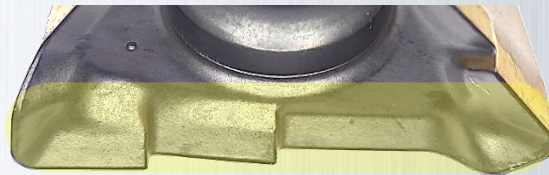
Späne Segmentierung



Auswirkungen durch HELISTAR - Geometrie:

- 10 – 15% weniger Schnittkräfte
- weniger Abdrängkräfte
- reduzierte Geräusentwicklung

Hoch positive, weich-schneidende Geometrie



Wendeschneidplatten mit **...-HS** in der Bezeichnung

Korrekturfaktoren in Abhängigkeit der Auskraglänge/Stabilitätsfaktor

Entgegenwirkung durch Reduzierung der Schnittdaten

Korrekturfaktoren von v_c und f_z für verschiedene Auskraglängen

Auskraglänge	bis 1 x D	bis 2 x D	bis 3 x D	bis 4 x D	bis 5 - 10 x D
Faktor f_z	1,00	0,95	0,85	0,75	0,65
Faktor v_c	1,00	1,00	0,80	0,70	0,60

Beispiel:

$$L/D = 150/50 = 3$$

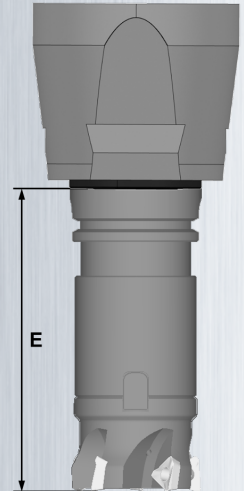
Vorschubkorrekturfaktor

Zahnvorschub gewählt: 0,26 mm

Schnittgeschwindigkeit gewählt: 180 m/min

Einzusetzender f_z : $0,26 \times 0,85 = 0,22$ mm

Einzusetzende v_c : $180 \times 0,80 = 144$ m/min



Alternativ kann auch mit dem Stabilitätsfaktor k_s gerechnet werden!

Der Faktor wird durch die u.g. Beurteilung der Fräsbearbeitung bestimmt:

$k_s = 1,0$ • Bei regulärer Stabilität

$k_s = 0,7$ • Bei instabilen Bearbeitungen (große Auskraglänge, labile Klemmung, dünnwandige Werkstücke etc.)

Beispiel:

Stabilitätsfaktor k_s 0,7 gewählt

Einzusetzender f_z : $0,26 \times 0,7 = 0,182$ mm

Einzusetzende v_c : $180 \times 0,7 = 126$ m/min

Nicht gültig beim Einsatz von Hochvorschubfräsern

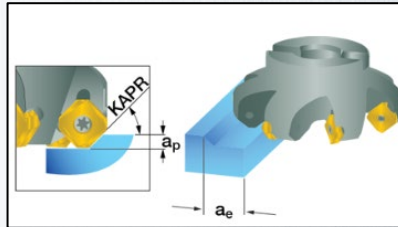
Biegemoment Belastung

Umso länger die Werkzeug Auskragung, umso wichtiger ist es das Biegemoment zu betrachten. Zu hohes Biegemoment kann zu massiven Spindelschäden führen.

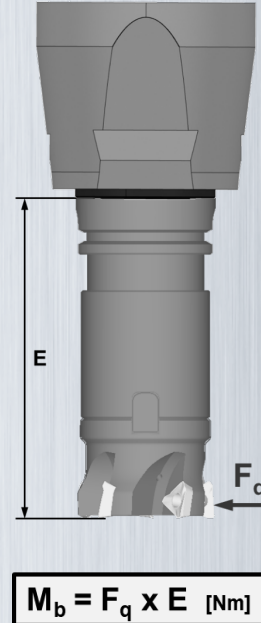
Das Biegemoment kann über die Formel oder über Machining-Power berechnet werden. Die Belastungsgrenzen können beim Maschinenhersteller angefragt werden.

Berechnen Sie das Spindelbiegemoment über das Tool Machining-Power: <https://mpwr.iscar.com>

MP²
Leistungsberechnung (Übersicht)
Vc/n Schnittgeschwindigkeit / - Spindeldrehzahl
Vf - Vorschubgeschwindigkeit
P/T - Leistung / Drehmoment
Q - Zeitspanvolumen
F - Schnittkräfte
h - Spandicke
T - Bearbeitungszeit
a _e - Max. Schnittbreite
M - Max. Spindel-Biegemoment



Schneiddurchmesser (DC):	<input type="text" value="63"/>	mm
Schnittbreite (a _e):	<input type="text" value="42"/>	mm
Effektive Schneidenzahl (ZEFP):	<input type="text" value="5"/>	
Vorschub pro Zahn (f _z):	<input type="text" value="0.2"/>	mm
Schnitttiefe (a _p):	<input type="text" value="4"/>	mm
Werkstückstoff: ...	<input type="text" value="C45E; Ck 45"/>	DIN
Anstellwinkel (KAPR):	<input type="text" value="90"/>	Grad
Spanwinkel (γ): ?	<input type="text" value="0"/>	Grad
Werkzeugverlängerung (E):	<input type="text" value="250"/>	mm
<input type="button" value="Zurücksetzen"/>	<input type="button" value="Berechnen"/>	
Max. Spindel-Biegekraft:	2.667,38	N
Max. Spindelbiegemoment:	666,85	Nm



Richtwerte

Schnittstellen	Grenzbiegemoment [Nm]
HSK32	85
HSK40	140
HSK50	230
HSK63	450
HSK80	810
HSK100	1230
HSK125	2900
Big Plus 40	45
Big Plus 50	60
C5	420
C6	700
C8	1000
C10	1700
Angetriebene Werkzeugeinheit	
VDI30	80
VDI40	150

Für die angegebenen Richtwerte können wir keine Garantie übernehmen.

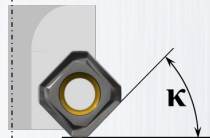
Empfohlene Richtwerte Spandicke h

Allgemeine Empfehlungen (für stabile Bedingungen)

ISO	Material	Schruppen	Mittlere Bearbeitung	Schichten
P	Stahl	0,12 - 0,22 mm	0,10 - 0,16 mm	0,04 - 0,08 mm
M	Edelstahl	0,12 - 0,18 mm	0,08 - 0,14 mm	0,04 - 0,08 mm
K	Gusseisen	0,12 - 0,25 mm	0,10 - 0,20 mm	0,04 - 0,08 mm
S	Hoch-Hitzebeständige	0,08 - 0,10 mm	0,06 - 0,08 mm	0,04 - 0,08 mm

Kappa:	Sinuswert:
90°	1
60°	0,87
45°	0,71
30°	0,5

$$f_z = \frac{h}{\sin \kappa}$$



Gültig für $a_e / D > 33\%$

Der Anstellwinkel Kappa muss berücksichtigt werden.

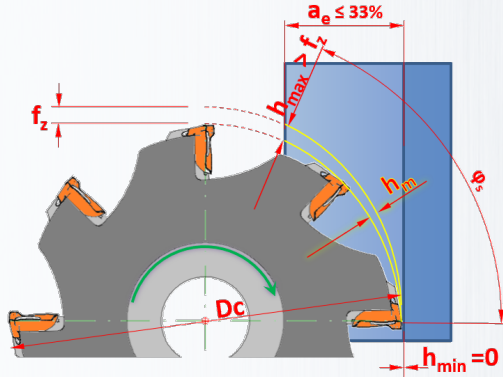
Nicht gültig beim Einsatz von Hochvorschubfräsern

Empfohlener Vorschub pro Zahn f_z bei Schnittbreite $\leq 33\%$ berechnen

Beim Fräsen mit einer Schnittbreite von $\leq 33\%$ ist die maximale Spandicke h_{\max} immer deutlich kleiner als f_z .

Bei diesen Bedingungen empfehlen wir den Vorschub mit Hilfe der Mittenspanndicke h_m zu berechnen.

Berechnung des richtigen f_z mit Formel:



Formel f_z :

Vorschub pro Zahn

$$f_z = h_m \times \sqrt{Dc/ae} \quad [\text{mm}]$$

Beispiel:

Bei einer Schnittbreite (a_e 18 mm / Dc 63 mm) von 29% sollte ein Zahnvorschub von 0,17 mm eingesetzt werden, um die nötige Mittenspanndicke und der damit verbundenen Prozesssicherheit und Wirtschaftlichkeit zu erreichen.

Schritt 1:

Empfohlenen f_z aus Zahnvorschubstabelle wählen.

S890-13
SNMU MM
0.10-0.15-0.30

Schritt 2:

Mittenspanndicke h_m über Faktor 0,6 berechnen.

$$h_m = \underline{0,6} \times \text{Empfohlener } f_z \text{ Wert}$$

Schritt 3:

Vorschub pro Zahn f_z über Formel berechnen.

Vorschub pro Zahn

$$f_z = h_m \times \sqrt{Dc/ae} \quad [\text{mm}]$$

Berechnungsbeispiel:

$$h_m = 0,15 \cdot 0,6 = \underline{0,09 \text{ mm}}$$

$$f_z = 0,09 \cdot \sqrt{(63 / 18)} = \underline{0,17 \text{ mm}}$$

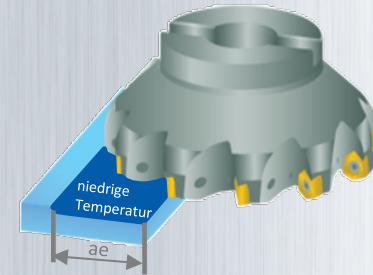
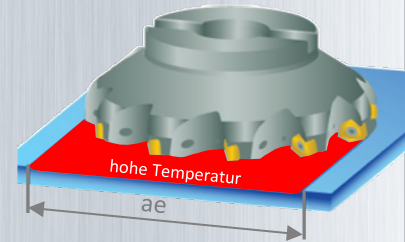
Schnittgeschwindigkeitsanpassung

Erhöhung der Produktivität durch Anpassung der Schnittgeschwindigkeit [m/min] in Abhängigkeit der realen Schnittbreite

Die reale Wärmemenge ist abhängig von der Höhe der Basis-Schnittgeschwindigkeit und der Schnittbreite im Verhältnis des Fräser-Durchmessers (E%). Die Schnittgeschwindigkeits-Anpassung wird meistens nach den ersten ermittelten Standzeiten durchgeführt. Hintergrund dafür ist, dass die tatsächliche Temperatur in der Schnittzone in der Praxis nicht gemessen wird.

Die Grundregeln lauten :

1. Wird die überwiegende Wärmemenge über den Span abgeleitet, ist es möglich, eine Erhöhung der Schnittgeschwindigkeit durchzuführen.
2. Eine Anpassung ist nur bei einer guten Gesamt Stabilität möglich .(kurze Auskraglängen, keine Vibrationen)
3. Je kleiner die spezifische Wärmeleitfähigkeit, desto geringer kann eine Anpassung erfolgen. Die Übersicht der Wärmeleitfähigkeit von verschiedenen Werkstückstoffgruppen soll Ihnen helfen, Ihre Anpassung besser einzuordnen. Ausnahmen sind bei Sonderlegierungen vorzufinden.
4. Es sollte überwiegend ein Freiflächenverschleiß vorliegen.



$$E\% = a_e / D_c \cdot 100 (\%)$$

Faktor für v_c

5%

10%

15%

20%

25%

30%

1.50

1.45

1.40

1.35

1.30

1.25



$$v_c = v_o \cdot Faktor$$

Wärmeleitfähigkeit: [W/(mK)]

Aluminium-Legierungen: 150

Kohlenstoffstähle: 50

Werkzeugstähle: 25

RSH* Stähle: 15

Titanlegierungen: 10

Nickel-Basis-Legierungen: 13

Legende

v_o = Basis-Start-Schnittgeschwindigkeit

v_c = tatsächliche Schnittgeschwindigkeit

* = Rost-Säure-Hitzebeständige

= Temperatur in der Zerspanungszone

Vorschub pro Zahn in Abhängigkeit der Belastung

1 Basis Berechnung Zahnvorschub

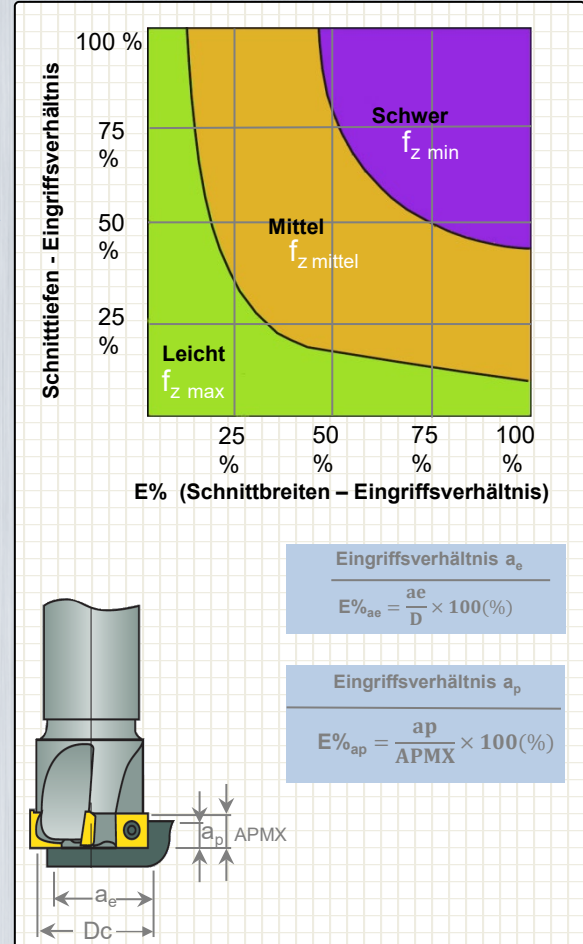
Material		Härte HB	Material Nr.	HM390-05	
				TPKT...PDR	
unlegierter Stahl und Stahlguss Automatenstahl	< 0.25 %C	125	1	0.10-0.12-0.15 min - mittel - max	
	>= 0.25 %C	190	2		
	< 0.55 %C	250	3		
	>= 0.55 %C	220	4		
	300	5			
Stahl und Stahlguss mit geringen Legierungsanteilen weniger 5%		200	6	0.08-0.11-0.14	
		275	7		
		300	8		
		350	9		

Bestimmen Sie zuerst Ihre Belastung

Beispiel:
leichte Bearbeitung bedeutet maximaler Zahnvorschub

Werte aus den nachstehenden Tabellen entnehmen

= $f_{z \text{ min}}$
 = $f_{z \text{ mittel}}$
 = $f_{z \text{ max}}$



2 f_z -Korrektur Wert bei lang auskragenden Werkzeugen

Vorschubkorrekturfaktoren für verschiedene Auskraglängen					
Auskraglänge	bis 1 x D	bis 2 x D	bis 3 x D	bis 4 x D	bis 5 x D
Faktor	1,00	0,95	0,85	0,75	0,65

$f_z =$ Basis Zahnvorschub * Korrekturwert Auskraglänge

1

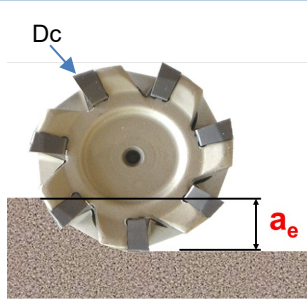
2

Korrekturwert gilt nicht für Hochvorschubfräser

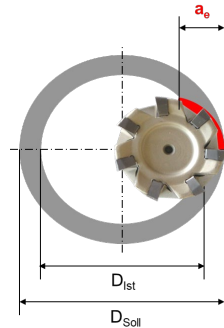
Berechnung des Vorschubes pro Zahn in Abhängigkeit von der radialen Schnitttiefe a_e

$$a_e = \frac{D_{ist}^2 - D_{soll}^2}{4 \cdot (D_{soll} + D_c)}$$

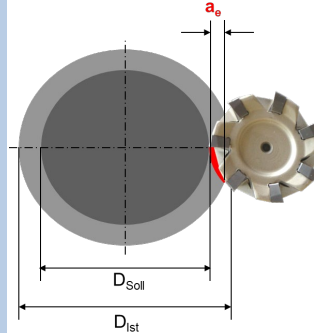
linear Fräsen



innen zirkular Fräsen



außen zirkular Fräsen



radiale Schnitttiefe = ae

$$a_e = \frac{D_{soll}^2 - D_{ist}^2}{4 \times (D_{soll} - D_c)}$$

$$a_e = \frac{D_{ist}^2 - D_{soll}^2}{4 \times (D_{soll} + D_c)}$$

Eingriffsverhältnis

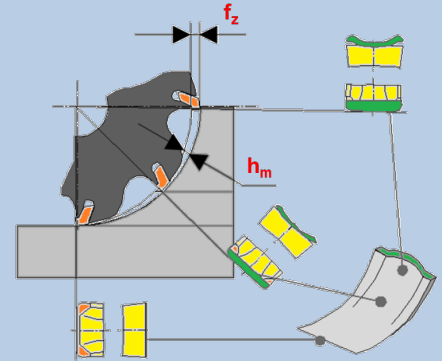
$$E = \frac{a_e}{D_c} \times 100\%$$

mittlere Spandicke

$$h_m = fz \times \sqrt{ae/Dc}$$

Vorschub pro Zahn

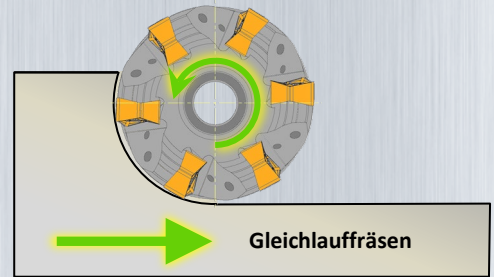
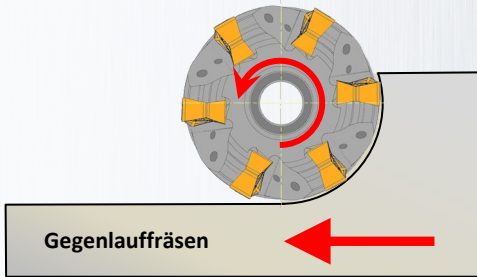
$$f_z = hm \times \sqrt{Dc/ae}$$



Info:

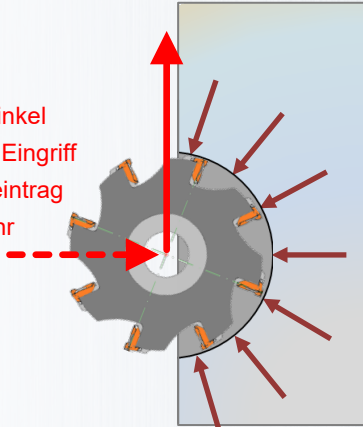
Nur bei einem korrekt berechneten und eingestellten Zahnvorschub findet die durch Schneidengeometrie vorgesehene Spanbildung (Einschnürung) statt. Zu geringe f_z -Werte begünstigen den vorzeitigen Verschleiß und können zum Klemmen der Späne führen. Zu hohe f_z -Werte führen zum Bruch der Schneideinsätze durch Überlastung.

Frässtrategien zur Standzeit- und Prozessoptimierung



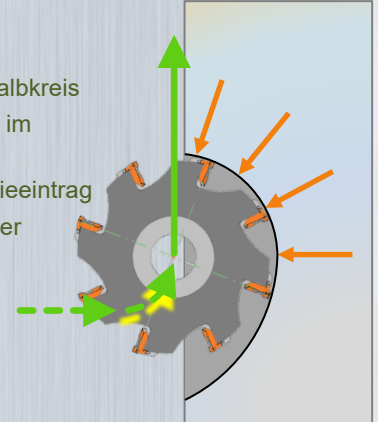
Ungünstige Einfahrstrategie

- langer Schnittbogenwinkel
- viele Zähne im Eingriff
- hoher Energieeintrag
- Vibrationsgefahr



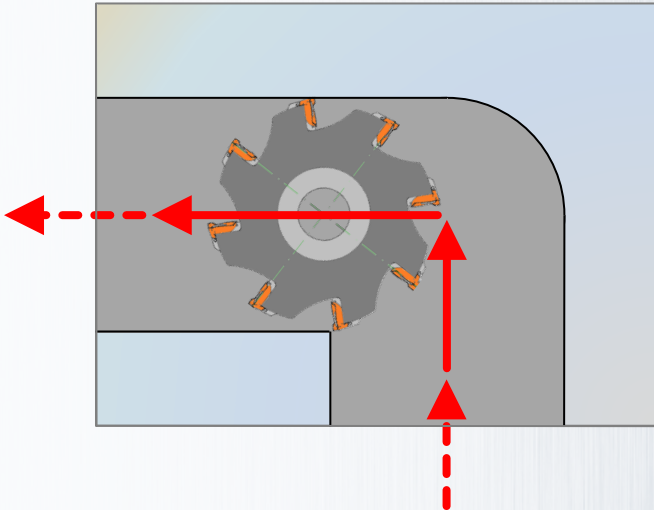
Günstige Einfahrstrategie

- einfahren im Halbkreis
- weniger Zähne im Eingriff
- geringer Energieeintrag
- Stabiler, sicherer Prozess

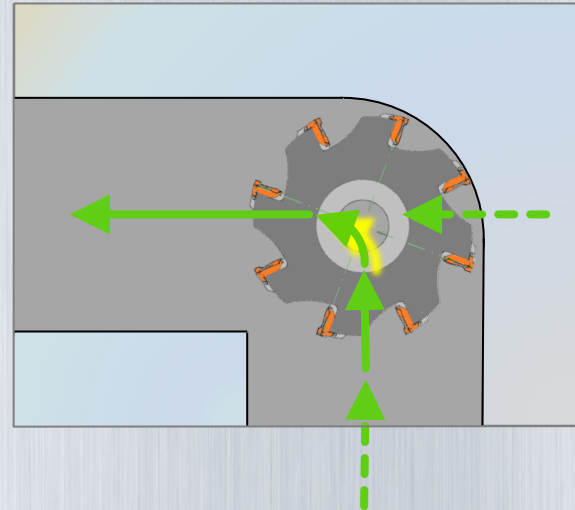


Frässtrategien zur Standzeit- und Prozessoptimierung

Keine Verrundung in der Ecke, ungünstig



Verrundung in der Ecke von Vorteil



Fräsbearbeitung von Innenecken
immer mit Verrundung
programmieren!

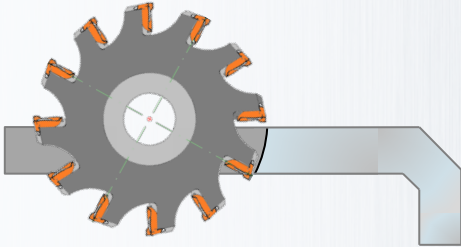
Tipp:

Beim Eintritt ins Material den Vorschub halbieren bis min. konstant 2 Zähne im Eingriff sind.

Beim Austritt den Vorschub ebenfalls halbieren, um ein einhaken und Plattenbrüche zu verhindern.

Frässtrategien zur Standzeit- und Prozessoptimierung

Ungünstige Bedingungen



Ein Zahn im Eingriff, Fräser hakt ein, Tendenz zum Rattern.

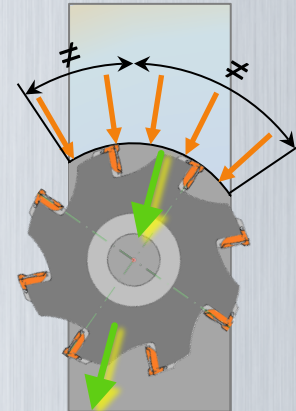
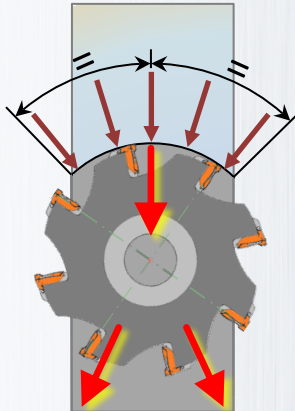
Gute Bedingungen, stabiler Prozess



Zwei Zähne im Eingriff, dauerhaft 1 Zahn, ruhige Bearbeitung.

Ungünstige Werkzeugposition

- keine klar resultierende Radialkraft
- neigt zu Vibrationen!

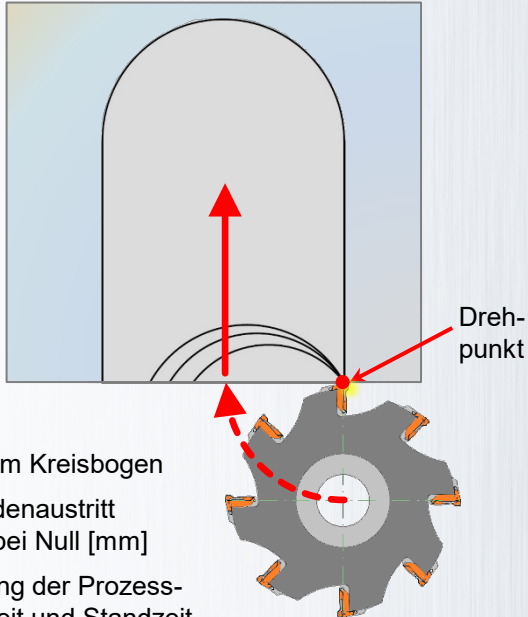


Günstige Werkzeugposition

- klar resultierende Radialkraft reduziert Vibrationen.
- geringe Belastung am Austritt (**dünner Span)

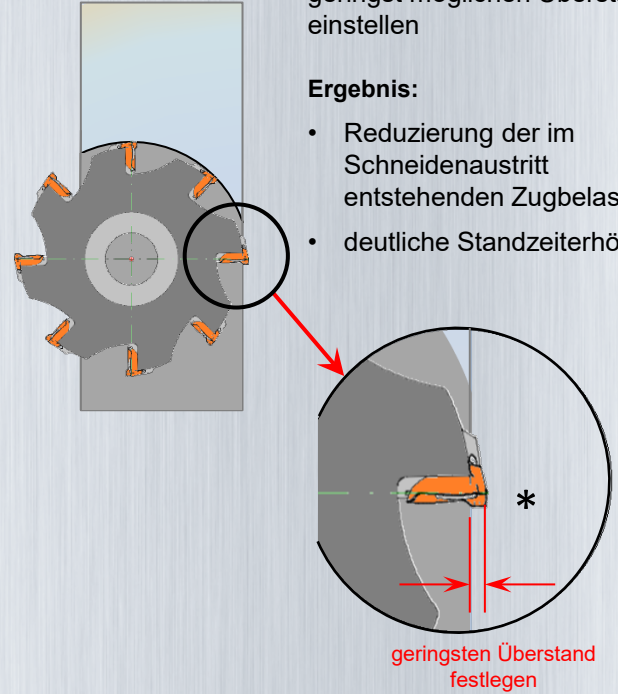
Frässtrategien zur Standzeit- und Prozessoptimierung

Super Legierungen und schwer zerspanbare Werkstückstoffe



Einfahren im Kreisbogen

- Schneidenaustritt immer bei Null [mm]
- Erhöhung der Prozesssicherheit und Standzeit
- Kreisbewegung in G2-Befehl
- Empfohlener Radius Drehpunkt: 0,5 – 3 mm



Maßnahme:

geringst möglichen Überstand einstellen

Ergebnis:


- Reduzierung der im Schneidenaustritt entstehenden Zugbelastung
- deutliche Standzeiterhöhung

* Achtung:


Eckenradius der Schneide beachten

Spanbildung und Geometrieforderung in Bezug auf den Werkstückstoff


NE - Metalle

NE-Metalle	Zerspanungsvorgang	Geometrieforderung
	<ul style="list-style-type: none"> • sehr oft langspanend • kaum Spankontrolle • wenig Wärme 	<ul style="list-style-type: none"> • sehr pos. Spanwinkel • scharfe Schneidkante • ohne Besch.: mit PKD


Gusswerkstoffe

Guss	Zerspanungsvorgang	Geometrieforderung
	<ul style="list-style-type: none"> • sehr kurzspanend • guter Spanbruch • geringe Wärme 	<ul style="list-style-type: none"> • Spanwinkel 0° - 10° • große Schutzfase • große Schichtdicke


unlegierte bis hochlegierte Stähle

Stahl	Zerspanungsvorgang	Geometrieforderung
	<ul style="list-style-type: none"> • oft langspanend • Spanbruch ok • mittlere Wärme 	<ul style="list-style-type: none"> • positiver Spanwinkel • kleine Schutzfase • mittlere Schichtdicke


rostbeständige Stähle

rostb. Stahl	Zerspanungsvorgang	Geometrieforderung
	<ul style="list-style-type: none"> • lamellenförmiger Span • Spankontrolle schlecht • hohe Wärme 	<ul style="list-style-type: none"> • pos. Spanwinkel • kleine Verrundung • geringe Schichtdicke

Superlegierungen & Titan

Superleg.	Zerspanungsvorgang	Geometrieforderung
	<ul style="list-style-type: none"> • stark gestauchter Span • Oberflächenaufhärtung • sehr hohe Wärme 	<ul style="list-style-type: none"> • pos. Spanwinkel • Feinstkornhartmetall • glatte Beschichtung

gehärtete Stähle

gehärtet	Zerspanungsvorgang	Geometrieforderung
	<ul style="list-style-type: none"> • kurze Bröckelspäne • hoher Leistungsbedarf • sehr hohe Wärme 	<ul style="list-style-type: none"> • negativer Spanwinkel • sehr großer Keilwinkel • große Schutzfase: CBN

Verschleiß

Verschleiß tritt niemals in nur einer Art auf, es handelt sich immer um unterschiedliche Kombinationen. Aus diesem Grund ist es wichtig, frühzeitig die Werkzeugschneide zu betrachten, um den Hauptverschleiß zu detektieren und diesem entgegen zu wirken.

Verschleißart

Freiflächenverschleiß



Kolkverschleiß



Kerbverschleiß



Ausbröckelungen



Ursachen

- Schnittgeschwindigkeit zu hoch
- Wärmeentwicklung zu hoch
- HM-Sorte zu verschleißarm

- Schnittgeschwindigkeit zu hoch
- Wärmeentwicklung zu hoch
- Vorschub zu gering

- Schnittgeschwindigkeit zu hoch
- HM-Sorte zu verschleißarm

- zu verschleißfeste HM-Sorte
- Schneide zu positiv
- Aufbauschneidenbildung

Abhilfen

- Schnittgeschwindigkeit senken
- verschleißfestere HM-Sorte
- geringerer Anstellwinkel

- Schnittgeschwindigkeit senken
- härtere HM-Sorte
- Vorschub erhöhen

- Schnittgeschwindigkeit senken
- härtere HM-Sorte
- Schnitttiefe variieren

- zähere HM-Sorte
- höhere Schnittgeschwindigkeit
- stabilere Schneidkante wählen

Tipp:

Bei der Anpassung oder Korrektur der Schnittdaten ist es ratsam, dass die Parameter nacheinander (nicht mehrere gleichzeitig) geändert werden. Änderungsdaten von 10% -20% (Werkstückstoffabhängig)

Verschleiß

Verschleiß tritt niemals in nur einer Art auf, es handelt sich immer um unterschiedliche Kombinationen. Aus diesem Grund ist es wichtig, frühzeitig die Werkzeugschneide zu betrachten, um den Hauptverschleiß zu detektieren und diesem entgegen zu wirken.

Verschleißart	Bruch	Kammrisse	Aufbauschneide	plastische Verformung
Ursachen	<ul style="list-style-type: none">• Schneidkante zu positiv• HM-Sorte zu hart• Vibrationen	<ul style="list-style-type: none">• Wärmewechselspannungen• stark unterbrochener Schnitt• Thermoschock durch KSS	<ul style="list-style-type: none">• geringe Schnittgeschwindigkeit• Vorschub zu niedrig• Schneidkante zu negativ	<ul style="list-style-type: none">• Vorschub zu hoch• Schnittgeschwindigkeit zu hoch• HM-Sorte zu zäh
Abhilfen	<ul style="list-style-type: none">• Schnitttiefe verringern• geringerer Vorschub• stabilerer Schneidkeil	<ul style="list-style-type: none">• zähere HM-Sorte wählen• verbesserte KSS Zufuhr• Trockenbearbeitung	<ul style="list-style-type: none">• höhere Schnittgeschwindigkeit• Vorschub erhöhen• glatte, positive Schneidkante	<ul style="list-style-type: none">• Schnittgeschwindigkeit senken• Vorschub senken• härtere HM-Sorte wählen

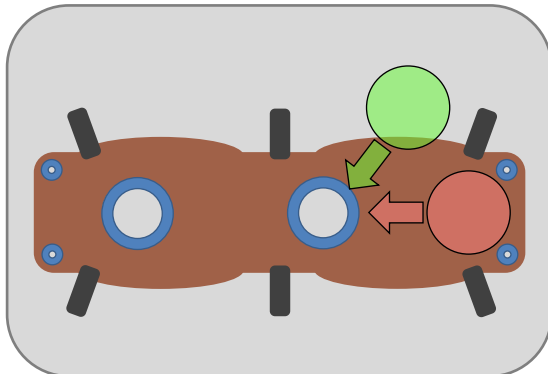
Tipp:

Bei der Anpassung oder Korrektur der Schnittdaten ist es ratsam, dass die Parameter nacheinander (nicht mehrere gleichzeitig) geändert werden. Änderungsdaten von 10% -20% (Werkstückstoffabhängig)

Allgemeine Empfehlungen fürs WSP Fräsen

- ✓ Gleichlaufräsen ist als erste Wahl zu bevorzugen - speziell beim Eckfräsen aufgrund des 90° -Einstellwinkels.
- ✓ Die Frässtrategie sollte so gewählt werden dass die Schnittkräfte in Richtung der Abstützpunkte der Spannvorrichtung gelenkt werden, Gegenlaufräsen kann hierbei in einigen Fällen von Vorteil sein (Bild 1).
- ✓ Die Strategie bezüglich der Positionierung des Fräasers auf dem Bauteil ist von höchster Wichtigkeit, die Planung diesbezüglich sollte äußerst detailliert vorgenommen werden.
- ✓ Bei Bauteilen, welche an einem Spannturm aufgespannt sind, empfehlen sich 90° Fräser mit positiver WSP-Grundform (HM390). Eine weite Fräser-Teilung kann die Bearbeitung maßgeblich verbessern, auch mit negativen Systemen. In jedem Falle sollten die Kräfte in Richtung Maschinenbett geleitet werden (Bild 2). Von Systemen mit einem Einstellwinkel $< 90^\circ$ raten wir aufgrund der höheren, axialen Krafteinflusskomponente ab.
- ✓ Die Wahl der Fräserteilung sollte auch von der Stabilität des gesamten Systems abhängig gemacht werden (Maschine, Werkstück Aufspannung, Werkstückstoff....)
- ✓ Bei SK40 und kleineren Maschinen empfehlen sich aufgrund der eingeschränkten Stabilität Fräser mit weiter Teilung.

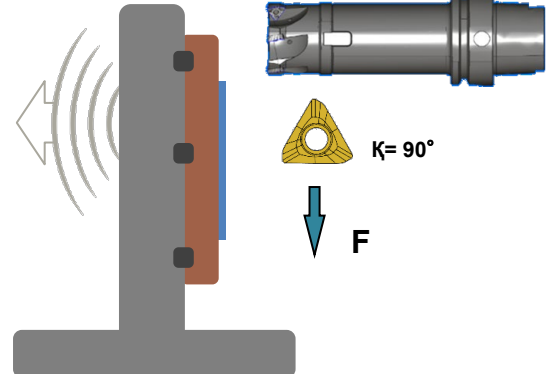
BILD 1



Günstige Strategie

Ungünstige Strategie

BILD 2

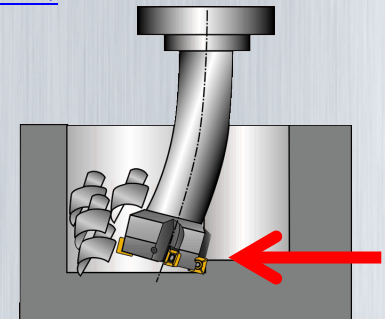
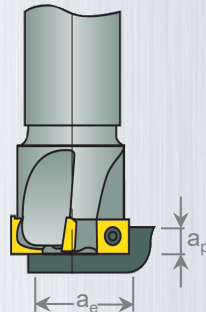
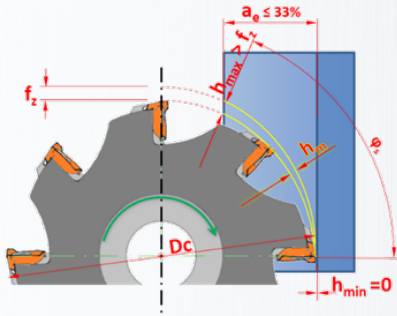


Allgemeine Empfehlungen fürs WSP Fräsen

- ✓ Für eine möglichst hohe Wandungsqualität empfehlen wir eine Schnitttiefe, welche geringer ist als 75% der Schneidkantenlänge.
- ✓ Beim Eckfräsen empfehlen wir zum Start eine zähere Hartmetallsorte als beim Planfräsen.
- ✓ Beim Einsatz von Wendelschaftfräsern sind die Bedingungen oft sehr anspruchsvoll, hier empfehlen wir zum Start den Einsatz der zähesten vorhandenen Sorte, welche für den jeweiligen ISO-Werkstückstoffbereich empfohlen wird.
- ✓ Um Vibrationen zu vermeiden gilt: je tiefer der Schnitt, desto niedriger sollte die Schnittgeschw. v_c gewählt werden.
- ✓ Bei auftretenden Vibrationen empfehlen wir im ersten Schritt die Schnittgeschwindigkeit v_c zu reduzieren und den Vorschub f_z in einem akzeptablen Bereich zu erhöhen und auf die empfohlene Spandicke zu achten.
- ✓ Als erste Wahl empfehlen wir den Einsatz von geschliffenen WSP. Durch die kleinere Schneidkantenverrundung ist der Schnittdruck geringer.
- ✓ Zur Stabilisierung des Werkzeugs kann auch Gegenlaufräsen beitragen.
- ✓ Stellen Sie sicher, dass für die gewählten Schnittwerte die erforderliche Maschinen Leistung verfügbar ist und das zulässige Biegemoment nicht überschritten wird.

Nutzen Sie hierfür das ISCAR Machining Power Program.

<https://mpwr.iscar.com/>



Probleme erkennen und beheben

TIPPS & TRICKS



Problem

Vibrationen
am Werkzeug

mögliche Ursachen

- Vorschub zu gering
- Werkzeugdurchmesser zu klein
- Werkzeugspannung zu labil
- zu wenig Zähne im Eingriff
- Nebenschneide drückt

mögliche Abhilfe

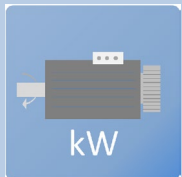
- Vorschub erhöhen
- Auskraglänge Wkz. verringern
- Werkzeugspannung optimieren
- eng geteiltes Wkz. verwenden
- kürzere Nebenschneide wählen
- Anstellwinkel verringern



Vibrationen
am Werkstück

- Werkstückspannung zu labil
- Werkzeug zu labil
- Werkzeugspannung zu labil
- zu wenig Zähne im Eingriff
- Nebenschneide drückt

- allg. Spannsituation verbessern
- Schnittkraft Richtung Anschlag
- axiale Schnittkräfte reduzieren
- radiale Schnittkraft reduzieren
- kürzere Nebenschneide wählen
- positivere Schneide wählen
- weit geteilter Fräser



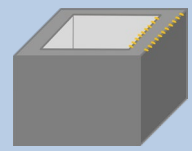
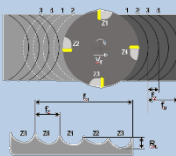
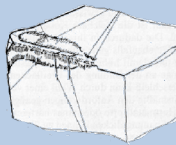
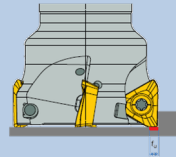
Antriebsleistung

- Maschinenleistung zu gering
- Zerspanungsvolumen zu hoch
- Schneide zu negativ

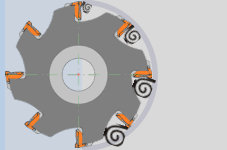
- Schnitttiefe reduzieren
- Schnittbreite reduzieren
- Vorschub pro Zahn reduzieren
- radiale Schnittkraft reduzieren
- Z_{eff} reduzieren
- positivere Schneide wählen

Probleme erkennen und beheben

TIPPS & TRICKS



Problem	mögliche Ursachen	mögliche Abhilfe
Schlechte Oberfläche	<ul style="list-style-type: none"> • Planlauf des Fräsers schlecht • Rundlauf des Fräsers schlecht • Rundlauf der Spindel schlecht • Nebenschneide zu klein 	<ul style="list-style-type: none"> • Planlauf einstellen • Spindelrundlauf überprüfen • Oberfläche der Spindel prüfen • Genauigkeit Aufnahme prüfen • Breitschlichtschneiden wählen • Vorschub pro Umdrehung max. 75% Nebenschneidenlänge
Werkzeugverschleiß	siehe „Verschleißarten und Abhilfen“	siehe „Verschleißarten und Abhilfen“
Nachschneiden des Fräsers	<ul style="list-style-type: none"> • radiale Schnittkräfte zu hoch • Fräser vibriert • Fräserdurchmesser zu groß • Spindelsturz 	<ul style="list-style-type: none"> • Schnitttiefe reduzieren • mit Spindelsturz fräsen • Position Wiper-Schneide prüfen
Ausbrüche am Werkstück	<ul style="list-style-type: none"> • Verschleiß der Schneidkante • Schneide zu negativ • Vorschub pro Zahn zu hoch • hohe Austrittspandicke • schlechter Rundlauf 	<ul style="list-style-type: none"> • Fräser mit sehr enger Teilung • reduzieren des Anstellwinkels • Spanquerschnitt verringern • schärfere Schneidkante • weicher Austritt



Spanabtransport
nicht gewährleistet

- Schnitttiefe zu hoch
- Schnittbogenlänge zu groß
- Spankammern zu gering
- zu viele Zähne im Eingriff
- Vorschub pro Zahn zu hoch

- Schnitttiefe reduzieren
- Schnittbreite reduzieren
- Vorschub pro Zahn reduzieren
- Z_{eff} reduzieren
- positivere Schneide wählen
- Werkzeug mit JHP Kühlung



Deformierung des
Aufnahmedorns

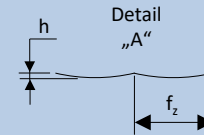
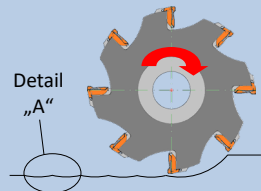
Walkspuren am Schaft

- Aufnahme zu klein
- Schnitttiefe zu hoch
- Vorschub pro Zahn zu hoch
- Mitnehmer nicht gehärtet
- Spindelbiegemoment zu groß

- größere Aufnahme wählen
- Z_{eff} reduzieren
- Vorschub pro Zahn reduzieren
- Schnitttiefe reduzieren
- Spindelbiegemoment reduzieren
- Ausraglänge reduzieren

Abwälz – Oberflächengeometrie beim Schulterfräsen

$$h = Dc - \sqrt{Dc^2 - (f_z/2)^2}$$



Allgemeine Formeln

Schnittgeschwindigkeit

$$v_c = \frac{D_c \cdot \pi \cdot n}{1000} \text{ [m/min]}$$

Vorschub pro Zahn

$$f_z = \frac{v_f}{n \cdot z} \text{ [mm]}$$

Eingriffsverhältnis

$$E = \frac{a_e}{D_c} \cdot 100\%$$

Drehzahl

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{D_c \cdot \pi} \text{ [mm}^{-1}\text{]}$$

Vorschubgeschwindigkeit

$$v_f = f_z \cdot Z \cdot n \text{ [mm/min]}$$

mittlere Spandicke

$$h_m = f_z \cdot \sqrt{a_e / D_c}$$

Zeitspanvolumen

$$Q = \frac{a_e \cdot a_p \cdot v_f}{1000} \text{ [cm}^3\text{/min]}$$

WSP Bedarf für Auftragsmenge X

$$= \frac{\text{Werkstücke} \cdot \text{Zähnezahl} \cdot \text{Produktionstage/Mon}}{\text{Standmenge} \cdot \text{Anzahl der Schneidkanten/WSP}}$$

Eingriffszeit

$$t_h = \frac{L \cdot i}{v_f} \text{ [min]}$$

Schneidstoffkosten pro Werkstück

$$= \frac{\text{Kosten/WSP} \cdot \text{Anzahl der Plattensitze}}{\text{Anzahl der Schneidkanten/WSP} \cdot \text{Standmenge}}$$

Standmenge pro Schneide

$$= \frac{\text{Standzeit (in min.)} \cdot 60}{\text{Eingriffszeit/Werkstück (in sec.)}}$$

Legende:

D_c = Werkzeugdurchmesser
 z = Anzahl effekt. Schneiden

v_c = Schnittgeschwindigkeit
 n = Werkzeug-Drehzahl
 f_z = Vorschub pro Zahn
 v_f = Vorschubgeschwindigkeit

a_e = Schnittbreite (radial)
 a_p = Schnitttiefe (axial)

E = Eingriffsverhältnis (%)
 h_m = mittlere Spandicke

l = Bearbeitungslänge
 i = Anzahl der Schnitte
 Q = Zeitspanvolumen
 t_h = Hauptnutzungszeit

π = Pi (3,1415...)

Faustformel theoretischer Leistungsbedarf

Leistungs- und Drehmomentberechnung zur Überprüfung der Bearbeitungsparameter

Stahl bis ca. 1000 N/mm²
(GGG50/60)

Gusswerkstoffe

Aluminiumlegierungen

Berechnung des
Drehmoments

Leistung

$$P_{\text{nutz}} = \frac{a_p \cdot a_e \cdot v_f}{24.000} \quad [\text{kW}]$$

Leistung

$$P_{\text{nutz}} = \frac{a_p \cdot a_e \cdot v_f}{30.000} \quad [\text{kW}]$$

Leistung

$$P_{\text{nutz}} = \frac{a_p \cdot a_e \cdot v_f}{60.000} \quad [\text{kW}]$$

Drehmoment

$$M = 9550 \cdot \frac{P_{\text{nutz}}}{n} \quad [\text{Nm}]$$

TIPP:

Die Berechnung der Leistung und des Drehmoments sollte unbedingt stattfinden bevor zerspannt wird. Durch die Berechnung der beiden Parameter kann schon im Vorfeld eine Werkzeug- oder Maschinenbeschädigung verhindert werden. Bitte vergleichen Sie das Leistungs- und Drehmomentdiagramm der Werkzeugmaschine mit den errechneten Parametern.

Achtung:

Nur wenn beide errechneten Parameter innerhalb der zur Verfügung stehenden Leistungs- und Drehmomentkurve der Werkzeugmaschine stehen, ist eine spanende Bearbeitung mit dem berechneten Zeitspannvolumen möglich.



Sämtliche Berechnungen können Sie auch auf dem ISCAR Machining-Power Tool durchführen. <https://mpwr.iscar.com>



ISCAR Germany GmbH
Eisenstockstraße 14
76275 Ettlingen

Tel.: +49 (0) 7243 9908-0
Fax: +49 (0) 7243 9908-93
E-Mail: gmbh@iscar.de
Web: www.iscar.de