

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



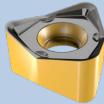
3 Schneiden

Weichschneidigkeit



## Der **wirtschaftliche** Radiale

**HELI DO**  
690 LINE



6 Schneiden

Weichschneidigkeit



## Der **Spezialist** für lange Auskragungen

**HELI DO**  
690 LINE

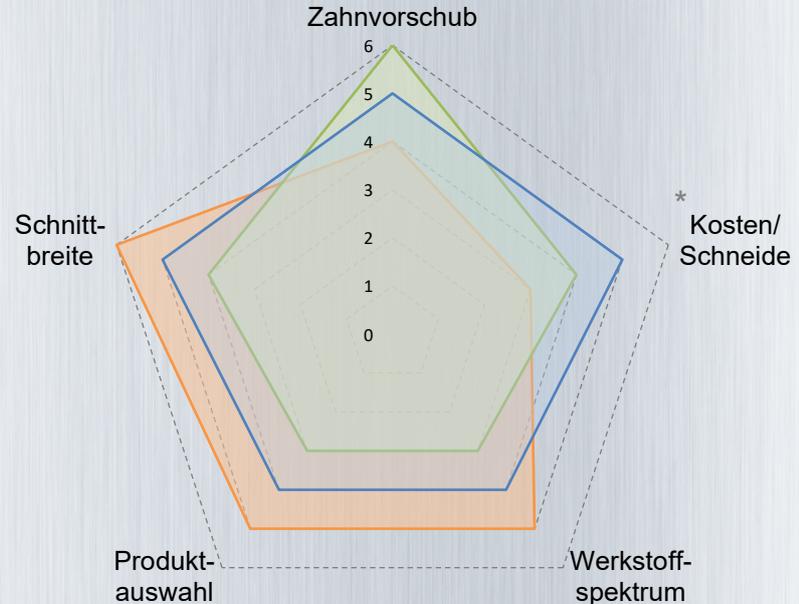


6 Schneiden

Weichschneidigkeit



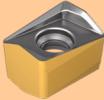
## Systemcharakter



\*  
6 = niedrige Kosten  
1 = hohe Kosten

## Das Arbeitstier

**HELIDO**  
490 LINE



4 Schneiden

Weichschneidigkeit

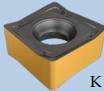


## Die schlagkräftige Alternative

**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

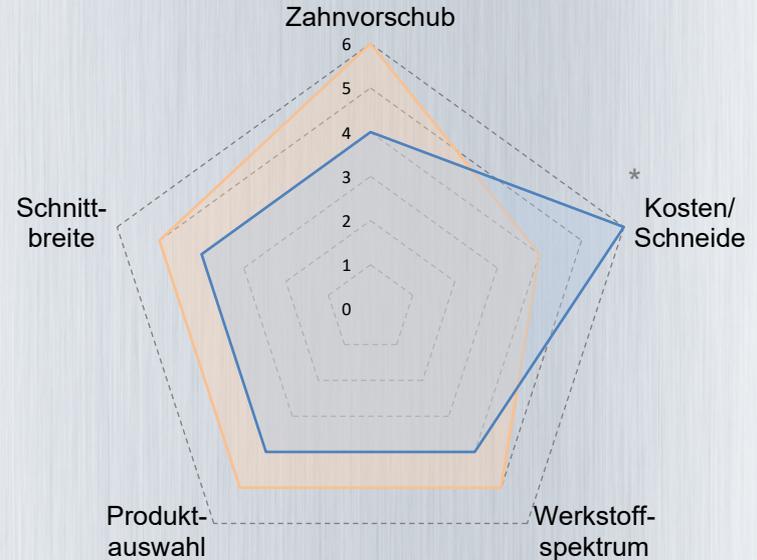


8 Schneiden

Weichschneidigkeit

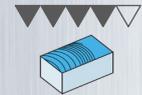


## Systemcharakter



\*  
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

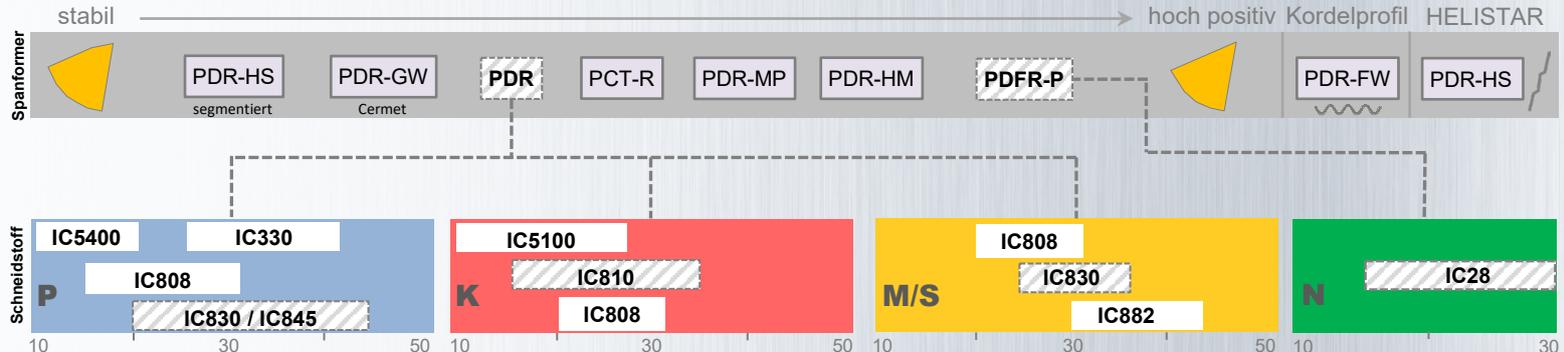


**Startempfehlung  
Spanformer &  
Schneidstoffe**

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

## 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\_*

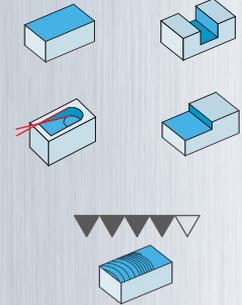




- ✓ doppelseitige WSP
- ✓ 6 rechte Schneidkanten
- ✓ weicher Schnitt
- ✓ wirtschaftliches Planeckfräsen von 90°-Schultern
- ✓ Semi Schlichten / Schruppanwendungen

### Produktauswahl / Spanformer / Schneidstoffe

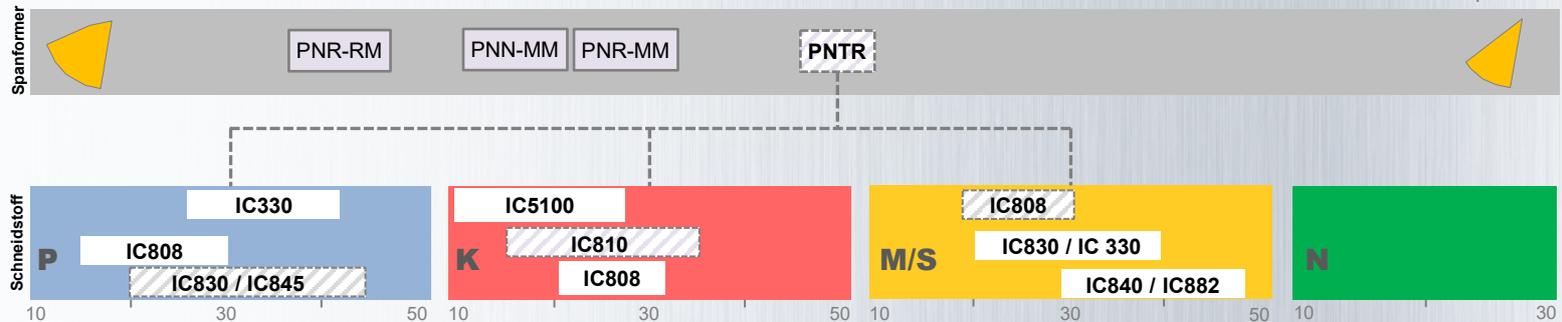
- Schaftfräser: Ø 18 - 40 mm *H690 EWN\_R04 / R07*
- Aufsteckfräser: Ø 40 - 125 mm *H690 FWN\_R04 / R07*
- Schnittstellen: Schaft / Dorn
- Teilung: weite und normale / jeweils mit IK
- WSP Größen [mm]: 04 / 07
- WSP Eckenradien [mm]: 0.4 / 0.8 / 1.2 / 1.6 / 2.0
- WSP Ausführungen: geschliffen = *H690 WNHU\_* gesintert = *H690 WNMU\_*



**Startempfehlung  
Spanformer &  
Schneidstoffe**

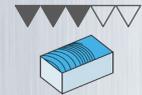
Für ISO-S / M empfehlen wir geschliffene WSP-Ausführungen

stabil → hoch positiv





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

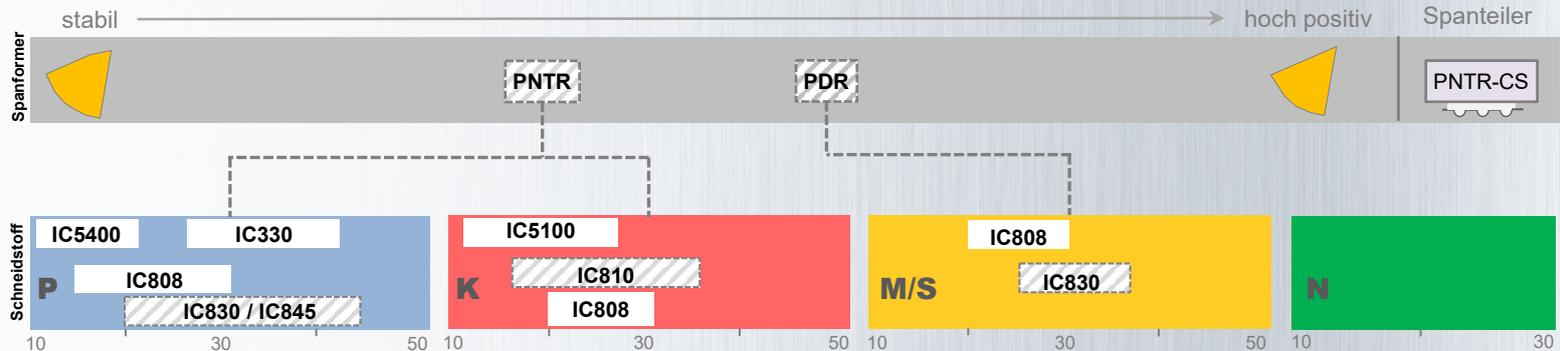


### Produktauswahl / Spanformer / Schneidstoffe

- 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

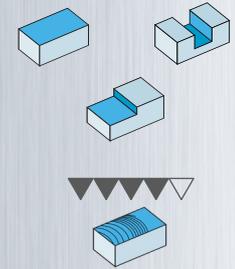




- ✓ höchste Produktivität mit doppelseitigen WSP
- ✓ Alternative zu tangentialen Frässystemen
- ✓ Schruppgeometrien
- ✓ Einsatz bei hohen Schnittbreiten

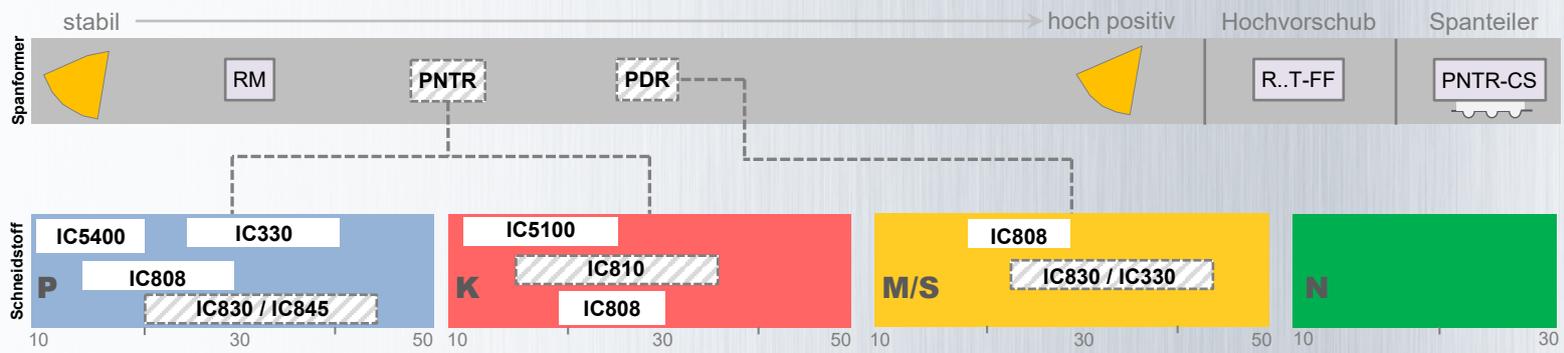
### Produktauswahl / Spanformer / Schneidstoffe

- 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\_*

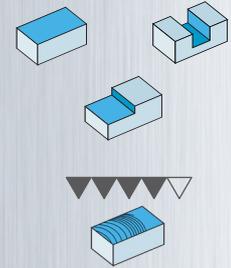
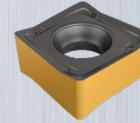


**Startempfehlung  
Spanformer &  
Schneidstoffe**

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

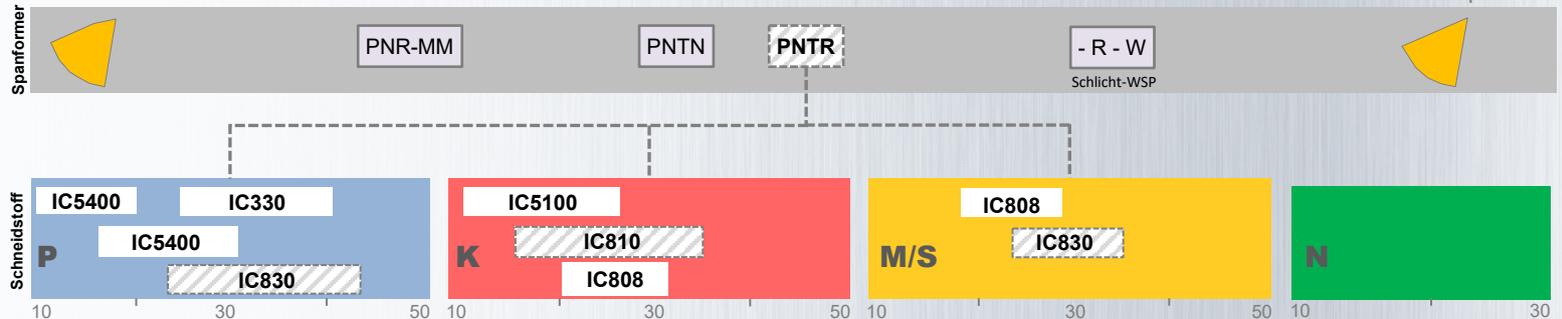
- Aufsteckfräser: Ø 40 - 160 mm *S890 FSN\_*
- Scheibenfräser: Ø 125 mm *S890 SSB\_*
- Schnittstelle: Dorn Type A oder B
- Teilung: weite und normale / jeweils mit IK
- WSP Größen [mm]: 08 / 13
- WSP Eckenradien [mm]: 0.8
- WSP Ausführungen: geschliffen = *S890 SNHU\_* gesintert = *S890 SNMU\_*



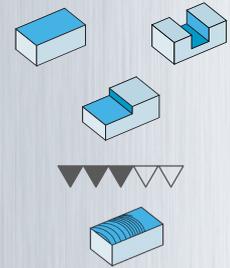
**Startempfehlung  
Spanformer &  
Schneidstoffe**

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



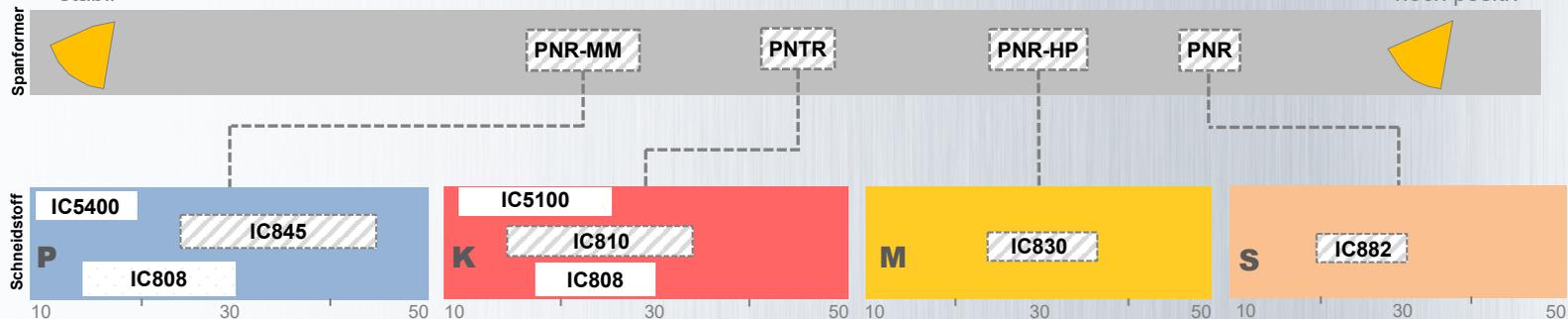
### Produktauswahl / Spanformer / Schneidstoffe

- 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\_**



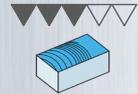
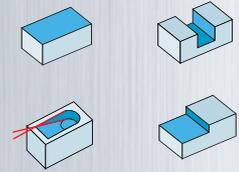
**Startempfehlung  
Spanformer &  
Schneidstoffe**

stabil → hoch positiv





- ✓ 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**

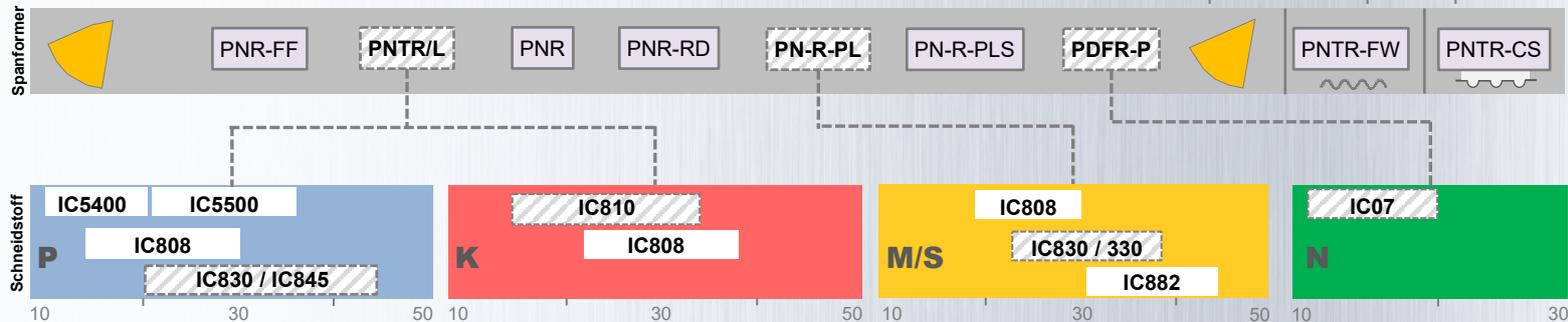
Für ISO-S / M / N empfehlen wir geschliffene WSP-Ausführungen

IC716 Erste Wahl für Titan

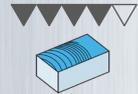
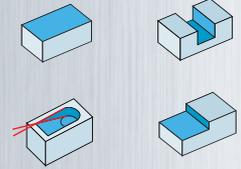
## Produktauswahl / Spanformer / Schneidstoffe

- 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

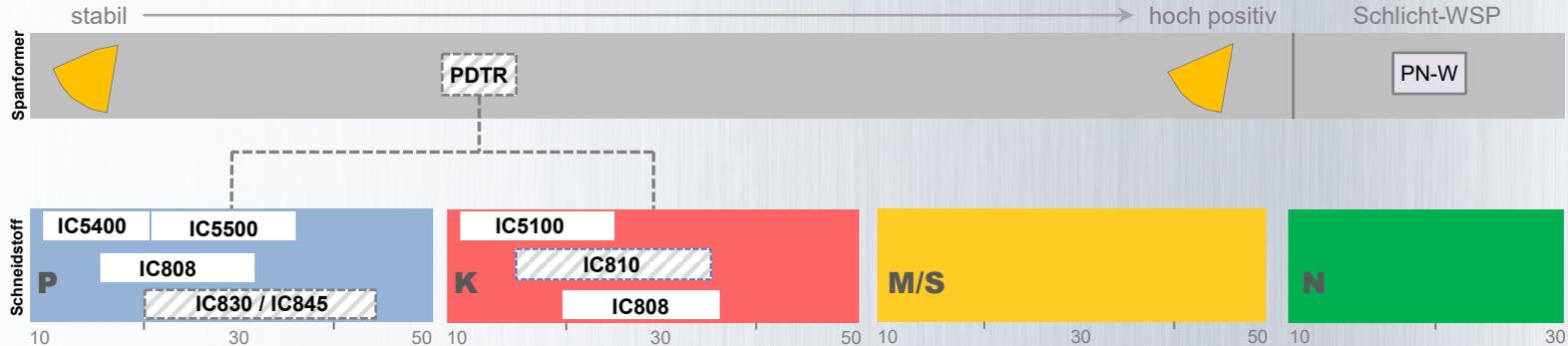


**Produktauswahl / Spanformer / Schneidstoffe**

- 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**





# 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 ferritischen 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		-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	
						-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Aluminiumguss legiert	<=12% Si		75	23	240-280-500	-	-	-	0.1-0.18-0.25	0.1-0.12-0.15	-	-	-	-	-	-	-	-	
				90	24		-	-	-			-	-	-	-	-	-	-		
	Kupferlegierungen	>12% Si		130	25	240-280-550	-	-	-	0.1-0.18-0.25	0.1-0.12-0.15	-	-	-	-	-	-	-	-	
				110	26		-	-	-			-	-	-	-	-	-			
				90	27		-	-	-			-	-	-	-	-	-	-		
	Nicht-Eisen-Metalle			100	28	160-220-400	-	-	-	0.1-0.18-0.25	0.1-0.12-0.15	-	-	-	-	-	-	-	-	
				29	-		-	-	-			-	-	-	-	-	-			
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	0.06-0.07-0.12	0.06-0.07-0.08	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	-	0.06-0.07-0.08	
			280	32																
			250	33																
		Ni or Co Basis		350	34	20-35-80	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	0.06-0.07-0.12	0.06-0.07-0.08	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	-	0.06-0.07-0.08
				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	-	0.08-0.09-0.10		
			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	-	-	-	-		
				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										
	Hochleg. Stahl, Stahlguss Werkzeugstahl		geglüht verglüht	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 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		
			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 perlitisch	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	-			
			260	16												
	Kugelgraphitguss (GGG)	ferritisch perlitisch	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	-			
			250	18												
			130	19												
Temperguss	ferritisch perlitisch	230	20													
		130	19													
N	Aluminium Knetlegierungen	nicht aushärtbar ausgehärtet	60	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			100	22												
	Aluminiumguss legiert	<=12% Si >12% Si	nicht aushärtbar	75	23	-	-	-	-	-	-	-	-			
			ausgehärtet	90	24											
	Kupferlegierungen	>1% Pb	Automaten Messing	110	26	-	-	-	-	-	-	-	-			
			Messing	90	27											
			Elektrolytkupfer	100	28											
			CFK/GFK	29	-											
	Nicht-Eisen-Metalle		Hartgummi	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
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											
		Ni or Co Basis	geglüht	250	33											
		ausgehärtet	350	34												
	Titan und Titanlegierungen		gegossen	320	35	20-35-80	-	-	-	-	-	-	-			
			Reintitan	Rm = 400	Rm= 400									36		
	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			
			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			

# Zahnvorschubtabelle HELIDO H490.. 9 mm bis 17 mm



ISO	Material		Eigenschaften	Zugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]	Härte HB	Material Nr.	V <sub>c</sub> [m/min]	H490 09 mm		H490 12 mm				H490 17mm					
								ANXX PDR	ANIX PNTR	ANXX PDR	ANIX PNTR	ANIX PNTR-RM	ANIX PNTR-CS	ANXX 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												
	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/ martensitisch	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	120-160-250	0.08-0.12-0.14	0.08-0.12-0.18	0.08-0.15-0.20	0.08-0.17-0.25	0.08-0.18-0.25	0.08-0.15-0.20	0.08-0.18-0.20	0.08-0.18-0.25	0.12-0.18-0.30	0.12-0.18-0.22	
					perlitisch	250	18												
					perlitisch	130	19												
Temperguss				ferritisch	230	20													
				perlitisch	230	20													
N	Aluminium Knetlegierungen			nicht aushärtbar	60	21													
				ausgehärtet	100	22													
	Aluminiumguss legiert				nicht aushärtbar	75												23	
					ausgehärtet	90												24	
					>12% Si	über-eutektisch												130	25
	Kupferlegierungen				>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												
					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	
																		38	
H	Gehärteter Stahl				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	-		
					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 <sub>c</sub> [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											
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											
			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											
			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												
			280	32																						
		Ni or Co Basis	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	0.06-0.08-0.1	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 <sub>c</sub> [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	-	-	
					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	-	
				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									
		>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	gegüht		200	31	20-60-100								
			ausgehärtet		280	32									
		Ni or Co Basis	gegüht		250	33	20-35-80	-	-	-	-	-	-	-	
			ausgehärtet		350	34									
			gegossen		320	35									
	Titan und Titanlegierungen		Reintitan	Rm = 400	Rm= 400	36	30-50-80								
			alpha+beta Legierung	Rm = 1050	Rm= 1050	37									
H	Gehärteter Stahl		gehärtet		50HRC	38	40-60-120	-	-	-	0.06-0.08-0.12	-	-	-	
			gehärtet		60 HRC	39									
	Schalenhartguss			Guss		400	40								
				Gusseisen		55 HRC	41								

# Zahnvorschubtablelle MILLSHRED P290... 12 mm bis 18 mm



ISO	Material		Eigenschaften	Zugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]	Härte HB	Material Nr.	V <sub>c</sub> [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	-	-	-	
			aushärtet	100	22															
		<=12% Si		nicht aushärtbar	75															23
				aushärtet	90															24
	Aluminiumguss legiert	>12% Si	über-eutektisch		130	25														240-280-500
		>1% Pb	Automaten Messing		110	26														240-280-550
	Kupfer- legierungen		Messing		90	27														160-220-400
			Elektrolytkupfer		100	28														-
			CFK/GFK		29	-														
	Nicht-Eisen-Metalle			Hartgummi		30														-
S	Hochhitze beständige Legierungen	Fe Basis		geglüht		200	31	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	0.08-0.10-0.12	
				aushärtet	280	32														
		Ni or Co Basis		geglüht		250	33													20-35-80
				aushärtet		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 <sub>c</sub> [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	230	20		
			230				20	



## 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.	min.	Start	max.				
<b>P</b> 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																																	
<b>P</b> ferrit. / martensit. Stahl	1. Wahl	80 120 140			---			100 120 160			---			100 130 160			---			---			---			140 170 220			100 170 220					
	2. Wahl																																	
<b>M</b> 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																																	
<b>K</b> Grauguss	1. Wahl	---			---			---			---			120 160 250			---			---			180 250 300			180 220 280			---					
	2. Wahl																																	
<b>K</b> Kugelgraphitguss	1. Wahl	---			---			---			---			120 140 200			---			---			160 200 260			160 180 250			---					
	2. Wahl																																	
<b>S</b> 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																																	
<b>N</b> Nichteisenmetalle	1. Wahl	---			---			---			---			---			---			---			---			---			---			---		
	2. Wahl																																	
<b>H</b> 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.			
<b>P</b> unleg. / leg. Stahl	1. Wahl																													
	2. Wahl	160	<b>200</b>	250	90	<b>200</b>	280	160	<b>210</b>	280	180	<b>250</b>	320	100	<b>160</b>	250														
<b>P</b> ferrit. / martensit. Stahl	1. Wahl																													
	2. Wahl	140	<b>180</b>	240	140	<b>200</b>	270	150	<b>180</b>	240																				
<b>M</b> rostbeständiger Stahl	1. Wahl																													
	2. Wahl	100	<b>130</b>	180										100	<b>120</b>	160														
<b>K</b> Grauguss	1. Wahl																			Rücksprache PM										
	2. Wahl							200	<b>280</b>	350	150	<b>220</b>	320				250	<b>500</b>	800											
<b>K</b> Kugelgraphitguss	1. Wahl																													
	2. Wahl	120	<b>160</b>	250										160	<b>250</b>	350				250	<b>450</b>	900								
<b>S</b> Superlegierungen / Titan	1. Wahl																													
	2. Wahl													25	<b>50</b>	95							10	<b>20</b>	50					
<b>N</b> Nichteisenmetalle	1. Wahl																													
	2. Wahl																						160	<b>450</b>	650	350	<b>750</b>	1500		
<b>H</b> gehärteter Stahl (≤55HRc)	1. Wahl																						Rücksprache PM							
	2. Wahl																													

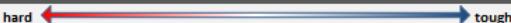
Legende: Schnittgeschwindigkeitsangaben in m/min  
 rote Linie: Trockenbearbeitung  
 blaue Linie: Nassbearbeitung  
 fette Schrift: empfohlener Startwert

# Schneidstoffübersicht Wendepplatten-Fräsen

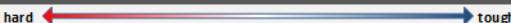
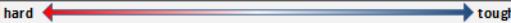
ISO	P01 P05 P10 P15 P20 P25 P30 P35 P40 P45 P50										Bereich	Beschichtungs- type	Eigenschaften	Anwendung / Beschreibung
	hard ← → tough													
											Basis			
											P15-P30	PVD	Kantenstabil, verschleißfest	Schlichtbearbeitung, Schruppen unter stabilen Bedingungen, mittlere bis hohe 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											K01-K015	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> Keramik	Unbeschichtet, hoch temperaturbeständig	Grauguss bei sehr hohen Schnittgeschwindigkeiten, mittleren Vorschüben und stabilen Bedingungen
	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

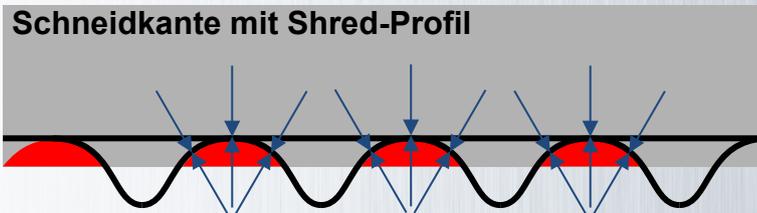
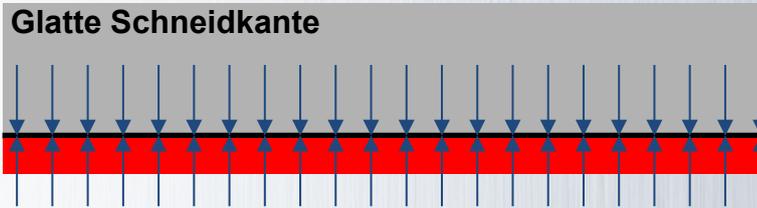
# Schneidstoffübersicht Wendepplatten-Fräsen

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 <sub>s</sub> /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:**

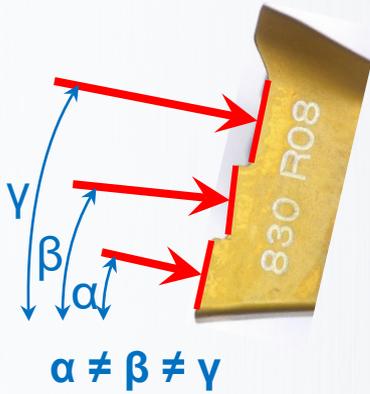
- 20 – 30% weniger Schnittkräfte
- geringere Temperaturentwicklung
- weniger Abdrängkräfte
- reduzierte Geräuscentwicklung



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

## Einzigartige Geometrie zum Segmentieren der Späne

### Kräfteverteilung



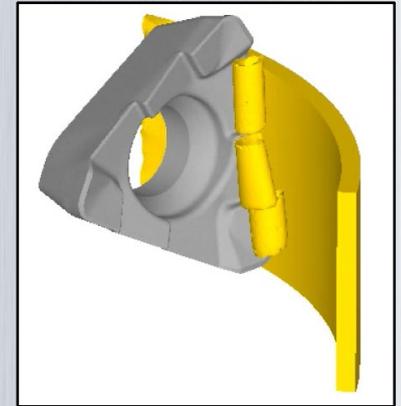
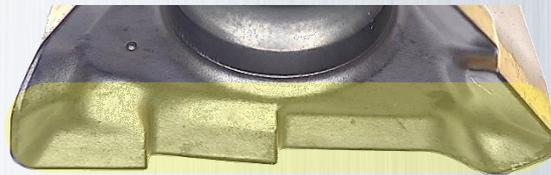
### Späne Segmentierung



### 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:

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

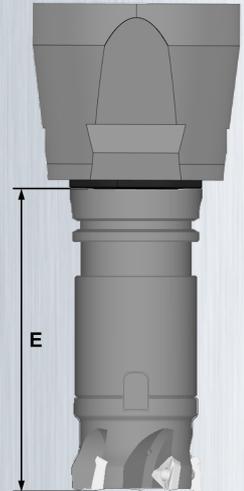
Vorschubkorrekturfaktor

Zahnvorschub gewählt: 0,26 mm

Schnittgeschwindigkeit gewählt: 180 m/min

Einzusetzender  $f_z$ : 0,26 x **0,85** = **0,22 mm**

Einzusetzende  $v_c$ : 180 x **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 x **0,7** = **0,182 mm**

Einzusetzende  $v_c$ : 180 x **0,7** = **126 m/min**

Nicht gültig beim Einsatz von Hochvorschubfräsern

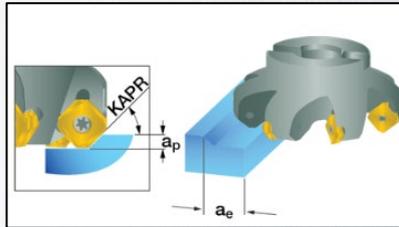
# Biegemoment Belastung

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

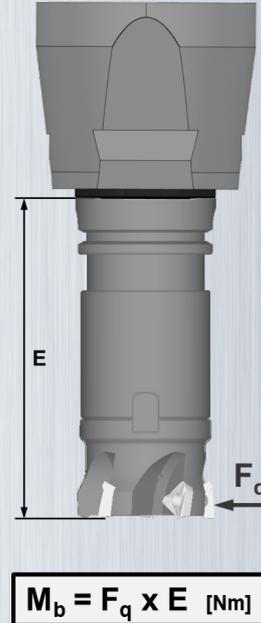
Das Biegemoment kann über die Formel oder über Machining-Power berechnet werden.  
Die Belastungsgrenzen können beim Maschinenhersteller angefragt werden.

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

<b>MP<sup>2</sup></b>
Leistungsberechnung (Übersicht)
Vc/n Schnittgeschwindigkeit / - Spindeldrehzahl
Vf - Vorschubgeschwindigkeit
P/T - Leistung / Drehmoment
Q - Zeitspanvolumen
F - Schnittkräfte
h - Spandicke
T - Bearbeitungszeit
a <sub>e</sub> - Max. Schnittbreite
<b>M - Max. Spindel-Biegemoment</b>



Schneiddurchmesser (DC):	<input type="text" value="63"/>	mm
Schnittbreite (a <sub>e</sub> ):	<input type="text" value="42"/>	mm
Effektive Schneidenzahl (ZEFP):	<input type="text" value="5"/>	
Vorschub pro Zahn (f <sub>z</sub> ):	<input type="text" value="0.2"/>	mm
Schnitttiefe (a <sub>p</sub> ):	<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
<b>Werkzeugverlängerung (E):</b>	<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.

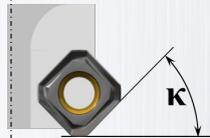
# Empfohlene Richtwerte Spandicke h

## Allgemeine Empfehlungen (für stabile Bedingungen)

ISO	Material	Schruppen	Mittlere Bearbeitung	Schichten
<b>P</b>	Stahl	0,12 - 0,22 mm	0,10 - 0,16 mm	0,04 - 0,08 mm
<b>M</b>	Edelstahl	0,12 - 0,18 mm	0,08 - 0,14 mm	0,04 - 0,08 mm
<b>K</b>	Gusseisen	0,12 - 0,25 mm	0,10 - 0,20 mm	0,04 - 0,08 mm
<b>S</b>	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.**

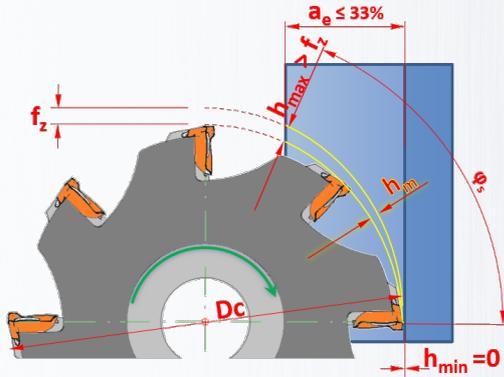
**Nicht gültig beim Einsatz von Hochvorschubfräsern**

# 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:

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

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

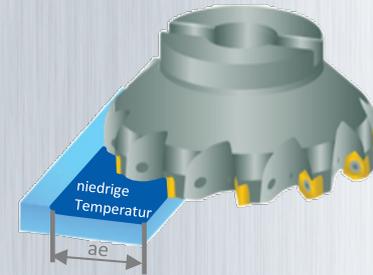
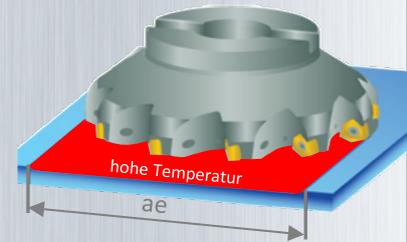
# Schnittgeschwindigkeitsanpassung

## 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.



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

5%

10%

15%

20%

25%

30%

Faktor für  $v_c$

1.50

1.45

1.40

1.35

1.30

1.25

### Wärmeleitfähigkeit: [W/(mK)]

Aluminium-Legierungen: 150

Kohlenstoffstähle: 50

Werkzeugstähle: 25

RSH\* Stähle: 15

Titanlegierungen: 10

Nickel-Basis-Legierungen: 13

### Legende

$v_0$  = Basis-Start-Schnittgeschwindigkeit

$v_c$  = tatsächliche Schnittgeschwindigkeit

\* = Rost-Säure-Hitzebeständige

 = Temperatur in der Zerspanungszone

$$v_c = v_0 \cdot Faktor$$

# Vorschub pro Zahn in Abhängigkeit der Belastung

## 1 Basis Berechnung Zahnvorschub

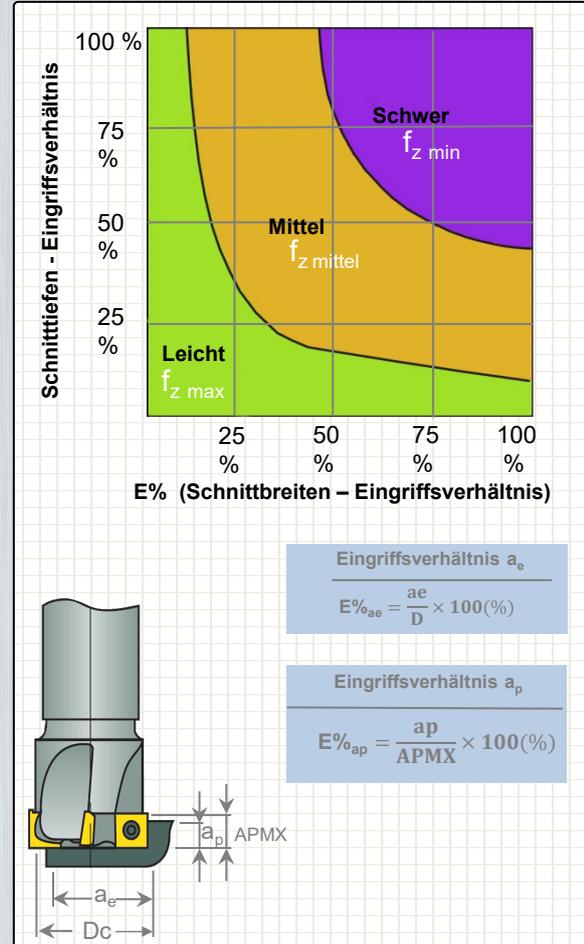
Material		Härte HB	Material Nr.	HM390-05	
				TPKT...PDR	
unlegierter Stahl und Stahlguss Automatenstahl	< 0.25 %C	125	1	0.10-0.12-0.15 min - mittel - max	
	>= 0.25 %C	190	2		
	< 0.55 %C	250	3		
	>= 0.55 %C	220	4		
	300	5			
Stahl und Stahlguss mit geringen Legierungsanteilen weniger 5%		200	6	0.08-0.11-0.14	
		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
<b>Faktor</b>	<b>1,00</b>	<b>0,95</b>	<b>0,85</b>	<b>0,75</b>	<b>0,65</b>

$f_z = \text{Basis Zahnvorschub} \cdot \text{Korrekturwert Auskraglänge}$

1

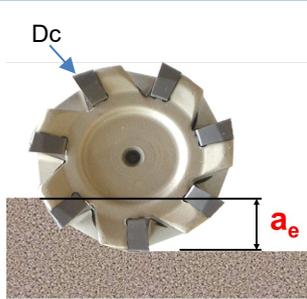
2

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**

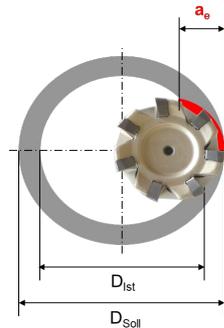


radiale Schnitttiefe =  $ae$

**Eingriffsverhältnis**

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

**innen zirkular Fräsen**

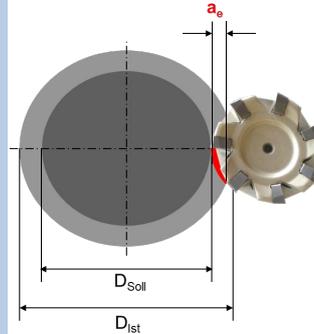


$$a_e = \frac{D_{soll}^2 - D_{ist}^2}{4 \times (D_{soll} - D_c)}$$

**mittlere Spandicke**

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

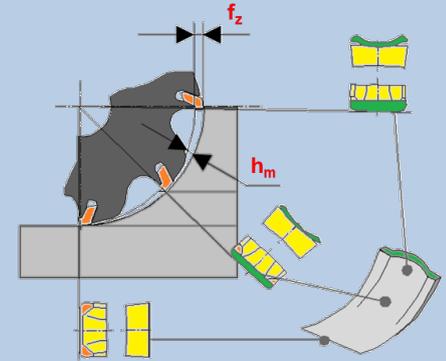
**außen zirkular Fräsen**



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

**Vorschub pro Zahn**

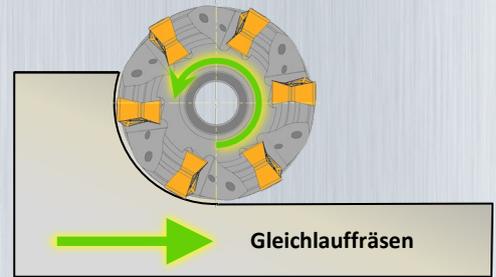
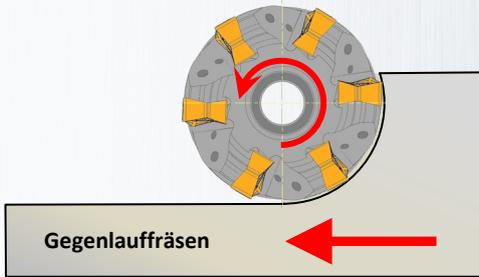
$$f_z = h_m \times \sqrt{Dc/ae}$$



**Info:**

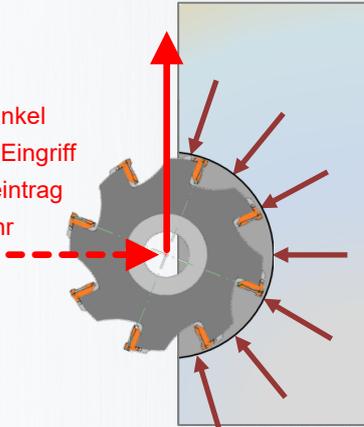
Nur bei einem korrekt berechneten und eingestellten Zahnvorschub findet die durch Schneidengeometrie vorgesehene Spanbildung (Einschnürung) statt. Zu geringe  $f_z$ -Werte begünstigen den vorzeitigen Verschleiß und können zum Klemmen der Späne führen. Zu hohe  $f_z$ -Werte führen zum Bruch der Schneideinsätze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

# Frässtrategien zur Standzeit- und Prozessoptimierung



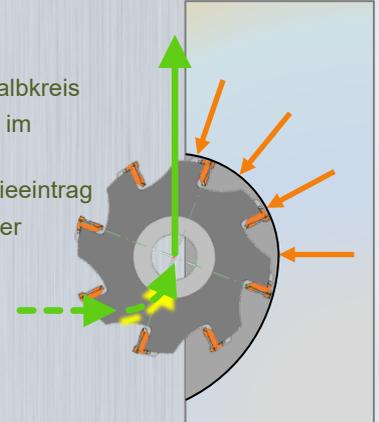
## Ungünstige Einfahrstrategie

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



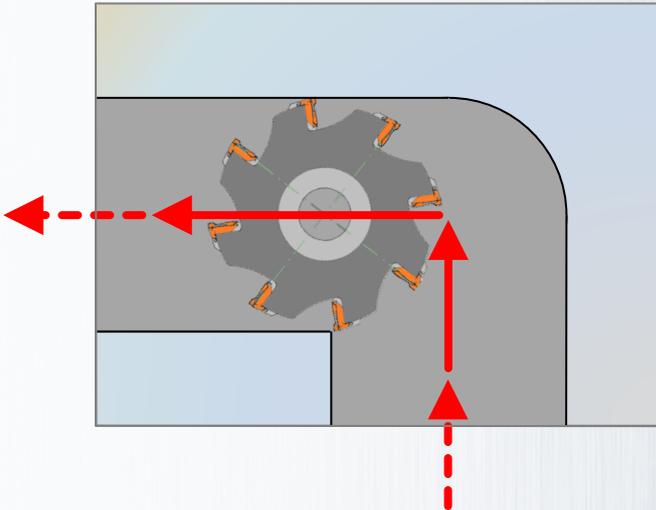
## Günstige Einfahrstrategie

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

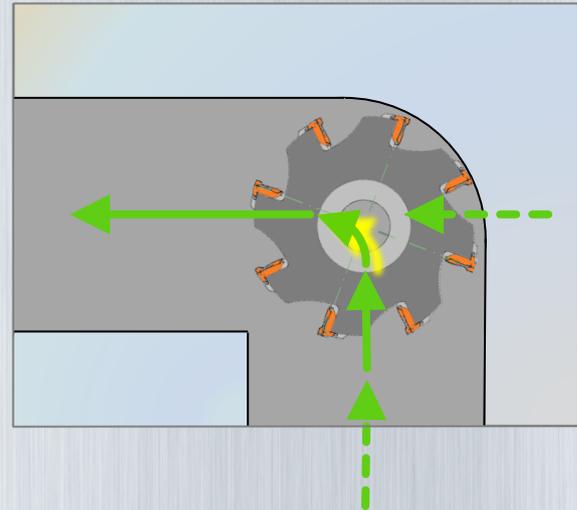


# Frässtrategien zur Standzeit- und Prozessoptimierung

Keine Verrundung in der Ecke, ungünstig



Verrundung in der Ecke von Vorteil



Fräsbearbeitung von Innenecken  
immer mit Verrundung  
programmieren!

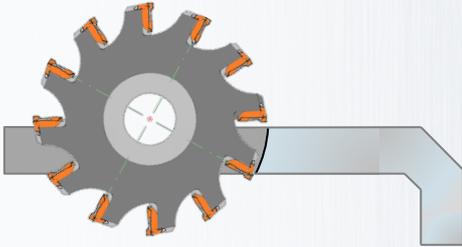
## Tipp:

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.

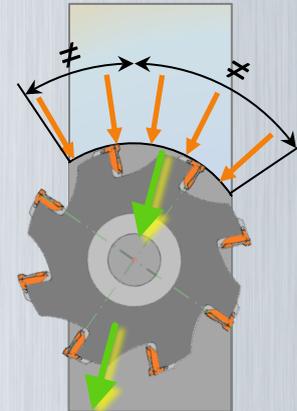
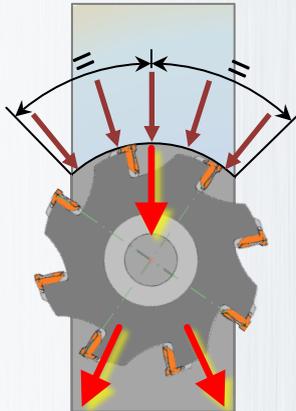
## Gute Bedingungen, stabiler Prozess



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

## Ungünstige Werkzeugposition

- keine klar resultierende Radialkraft
- neigt zu Vibrationen!

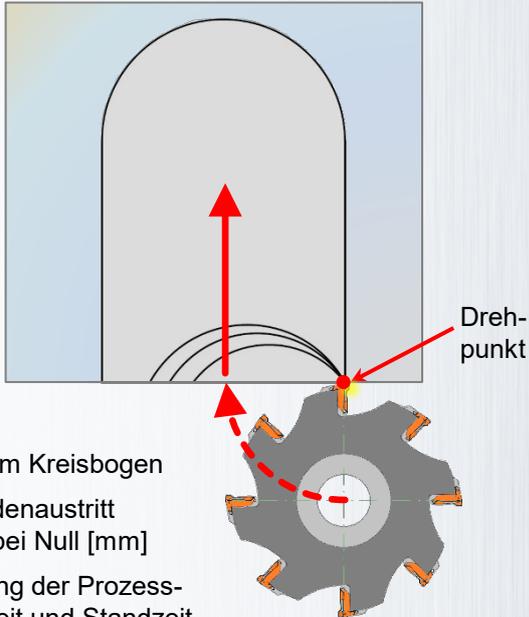


## Günstige Werkzeugposition

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

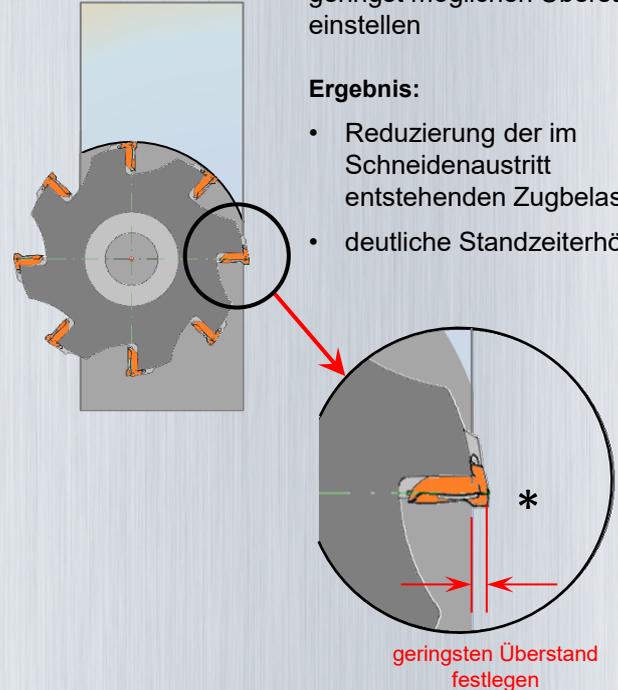
# Frässtrategien zur Standzeit- und Prozessoptimierung

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

## Gusswerkstoffe

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

## unlegierte bis hochlegierte Stähle

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

## rostbeständige Stähle

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

## Superlegierungen & Titan

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

## gehärtete Stähle

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

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

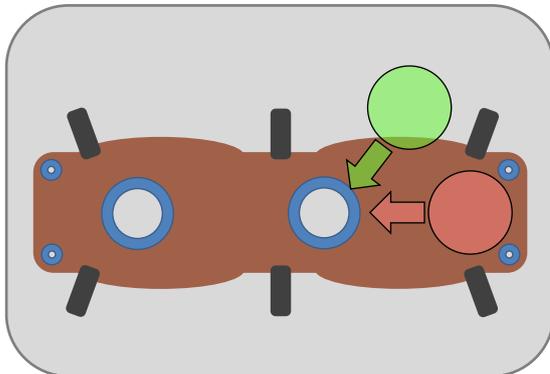
Tipp:

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  $90^\circ$ -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  $90^\circ$  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.

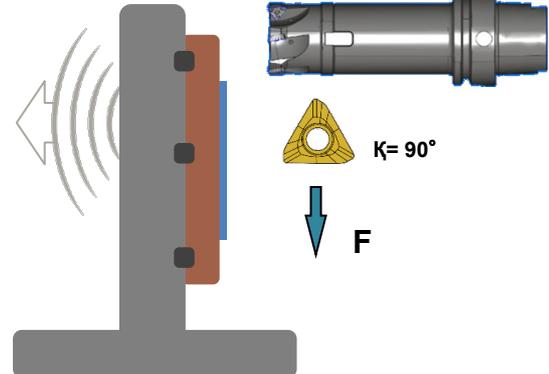
BILD 1



Günstige Strategie

Ungünstige Strategie

BILD 2

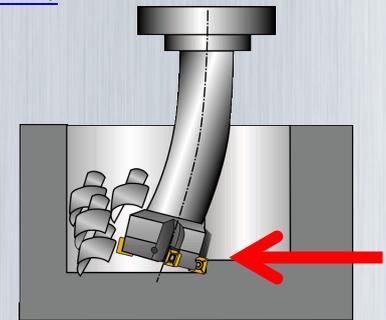
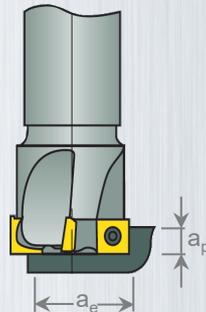
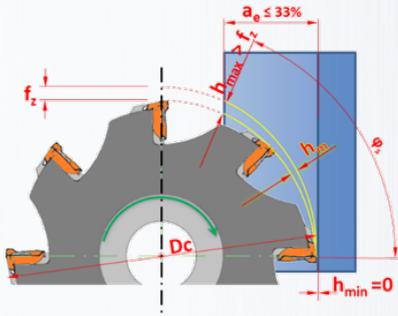


# Allgemeine Empfehlungen fürs WSP Fräsen

- ✓ 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



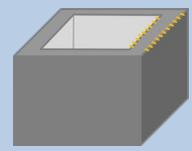
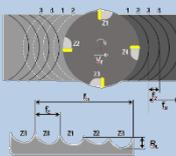
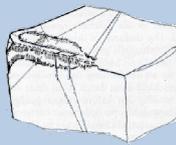
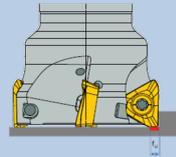
Antriebsleistung

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

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

# Probleme erkennen und beheben

TIPPS & TRICKS



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



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
- $Z_{\text{eff}}$  reduzieren
- positivere Schneide wählen
- Werkzeug mit JHP Kühlung



Deformierung des  
Aufnahmedorns

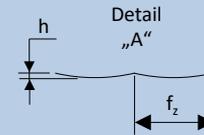
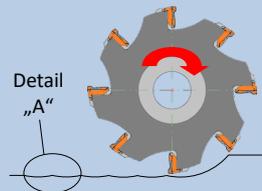
Walkspuren am Schaft

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

- größere Aufnahme wählen
- $Z_{\text{eff}}$  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

$\pi$  = Pi (3,1415...)

# Faustformel theoretischer Leistungsbedarf

## Leistungs- und Drehmomentberechnung zur Überprüfung der Bearbeitungsparameter

Stahl bis ca. 1000 N/mm<sup>2</sup>  
(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](mailto:gmbh@iscar.de)  
Web: [www.iscar.de](http://www.iscar.de)