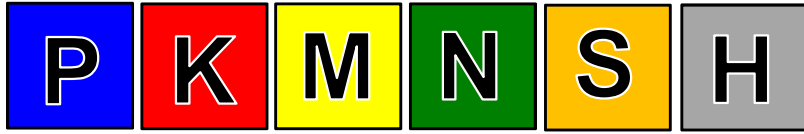
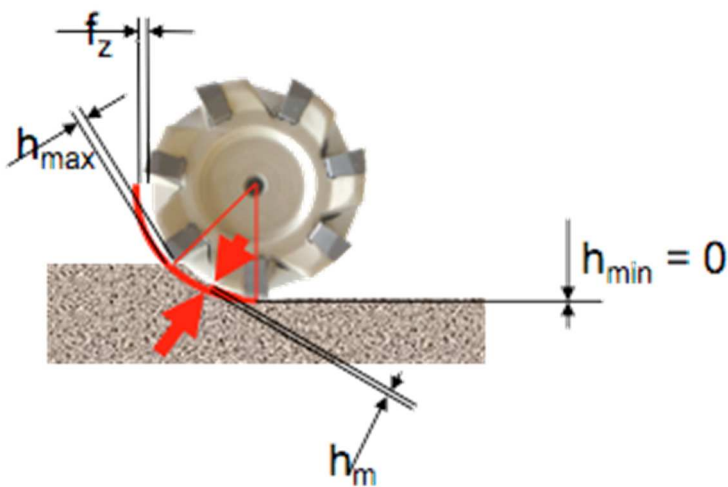


User Guide VHM-Fräser

(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)



Dieser User Guide umfasst eine Werkzeugauswahl im Bereich der Premiumfräser hinsichtlich ihres optimalen Einsatzbereiches unter Berücksichtigung des zu bearbeitenden Werkstoffes und der Bearbeitungsstrategie.









User Guide VHM-Fräser

(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

Werkstoffübersicht in vereinfachter Tabellenform

Gruppenaufschlüsselungen können aus dem Iscar VHM-Katalog entnommen werden

 = Stahlwerkstoffe	Stahl unlegiert (Gruppe 1 - 5) Stahl niedrig legiert (Gruppe 6 - 9) Stahl hoch legiert (Gruppe 10 und 11)
 = Gusswerkstoffe	Grauguss (Gruppe 15 und 16) Kugelgraphitguss (Gruppe 17 und 18)
 = nichtrostende Stähle	Ferrit (Gruppe 12) Martensit (Gruppe 13) Austenit (Gruppe 14)
 = Nichteisenmetalle	Aluminiumlegierungen (Gruppe 21 – 22) Aluminiumguss (Gruppe 23 – 25) Kupferlegierungen (Gruppe 26 – 28) Nichteisenwerkstücke (Gruppe 29 – 30)
 hoch hitzebeständige = Legierungen und Titanlegierungen	Gruppe (33 – 35) Gruppe (36 – 37)
 = gehärtete Werkstoffe	44 – 48 HRC Bis 57 HRC Bis 62 HRC

User Guide VHM-Fräser

(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

Stahlbearbeitung



User Guide VHM-Fräser

(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

Priorität Stahlbearbeitung



1 – 4 = 1= erste Wahl / 2= zweite Wahl usw.
0 = sollte nicht eingesetzt werden

Werkzeug-typen	Schruppen	Semi-Schlichten	Schlichten	HSC (Trochoidfräsen)
EC-E4L	1	1	3	3
EC-E5L	2	1	2	2
ECR-B/MF	1	0	0	4
EFS-E44-CF	1	1	2	4
EC-H7-CF	0	4	1	1
EFS-B44	2	1	2	4

Fräsertyp	Eigenschaften	Vorteile
EC-E4L	Ungleich geteilt, 4 Schneiden, Stabile Schneidkante, Schneidkantenverrundung	Sehr ruhiger Lauf Große Spankammern Ideal zum Vollnuten bis 1,5xD
EC-E5L	Ungleich geteilt, 5 Schneiden, Stabile Schneidkante, Schneidkantenverrundung	Ruhiger Lauf Ideal zum Besäumen bei voller Schneidkantenlänge
ECR-B	Kordelverzahnung, 4-7 Schneiden, Schneidkantenlänge von 1-2xD	Schnittkraftreduzierung durch Kordelprofil Bis 1,5xD Vollnuten je nach Typ Einsatz auch bei labilen Bauteilen
ECR-B-MF	Kordelverzahnung, 4 und 6 Schneiden, stabilere Schneidkante als ECR-B	Ideal für die Bearbeitung schwierig bearbeitbarer Stahl- und Gusswerkstoffe Schnittkraftreduzierung
EFS-E44	Ungleich geteilt, größere Spankammern, Schneidentyp ähnlich Finishred EFS-B44	Problemlöser bei labilen Bauteilspannungen oder dünnwandige Bauteile
EC-H7	7 Schneiden Ultra-Feinstkorn IC902 Ungleiche Teilung, ungleicher Drill	Ideal auch zum Hartfräsen bis 62 HRC 1. Wahl für die HSC-Bearbeitung Lange Standzeiten durch hohe Anzahl der Schneiden
EFS-B44	2 Schrupp- und 2 Schlichtschneiden Weicher Schnitt	Schruppen und Schlichten in einem Arbeitsgang Ideal für Semi-Finishing

User Guide VHM-Fräser

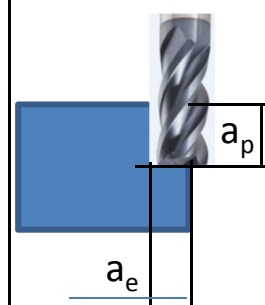
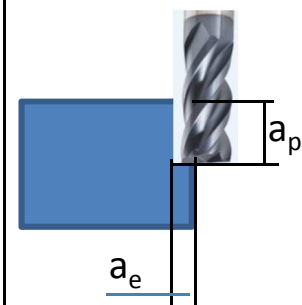
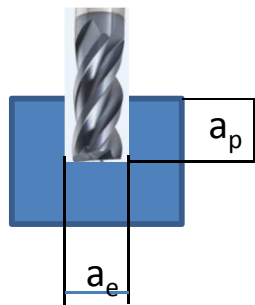
(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

Schnittwerte und Vorschubwerte je nach Eingriffsbreite a_e
 Angegebene Werte sind Einstiegswerte bei „normalen“
 Bedingungen bezüglich:

- Bauteilspannung
- Werkzeugspannung
- Stabilität der Maschine (Leistung und Drehmoment)
- Art des Bauteils (z.B.: dünnwandig usw.)

ISO Klasse DIN/ISO 513	Werkstückstoff		v_c (in m/min)		v_c (in m/min)		v_c (in m/min)	
			$a_e = 40\% - \text{Vollschnitt}$		$a_e = 10 - 20\%$		$a_e = 20-35\%$	
			$a_p = 1xD$		$a_p = \text{max. Schneidkantenlänge}$		$a_p = 2xD$	
Typ	Werkstoffgruppe	IC900 ¹	IC300 ³	IC900	IC300	IC900	IC300	
P	Stahl unlegiert	1 - 4	200	180	360	324	260	234
		5	180	160	324	288	234	208
	Stahl niedrig legiert	6 - 7	140	140	252	252	182	182
		8 - 9	130	120	234	216	169	156
	Stahl hoch legiert Werkzeugstahl	10	110	100	198	180	143	130
		11	100	100	180	180	130	130

Beim Vollnuten ist zu beachten, dass
 Beim Ein- und Austritt die Vorschub-
 geschwindigkeit um 50% reduziert
 werden sollte.



Schneidstoffauswahl:

1 = Allgemeine Stahlbearbeitung

3 = Nassbearbeitung und Bearbeitung von schwer zerspanbaren Werkstückstoffen

User Guide VHM-Fräser

(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

$a_e = 40\%$ bis Vollschnitt

ISO Klasse DIN/ISO 513	Werkstückstoff		Vorschub pro Zahn f_z (mm)					
			bei $a_e = 40\%$ - Vollschnitt					
			bei $a_p = 1xD$					
	Typ	Werkstoffgr.	6	8	10	12	16	20
P	Stahl unlegiert	1 - 4	0,030	0,040	0,050	0,060	0,080	0,100
		5	0,030	0,040	0,050	0,060	0,080	0,100
	Stahl niedrig legiert	6 - 7	0,028	0,037	0,047	0,056	0,074	0,093
		8 - 9	0,028	0,037	0,047	0,056	0,074	0,093
	Stahl hoch legiert Werkzeugstahl	10	0,025	0,033	0,041	0,049	0,066	0,082
		11	0,025	0,033	0,041	0,049	0,066	0,082

$a_e = 10 - 20\%$

ISO Klasse DIN/ISO 513	Werkstückstoff		Vorschub pro Zahn f_z (mm)					
			bei $a_e = 10 - 20\%$					
			bei $a_p = \text{max. Schneidkantenlänge}$					
	Typ	Werkstoffgr.	6	8	10	12	16	20
P	Stahl unlegiert	1 - 4	0,048	0,064	0,080	0,096	0,128	0,160
		5	0,048	0,064	0,080	0,096	0,128	0,160
	Stahl niedrig legiert	6 - 7	0,044	0,058	0,073	0,087	0,116	0,145
		8 - 9	0,044	0,058	0,073	0,087	0,116	0,145
	Stahl hoch legiert Werkzeugstahl	10	0,040	0,054	0,067	0,080	0,107	0,134
		11	0,040	0,054	0,067	0,080	0,107	0,134

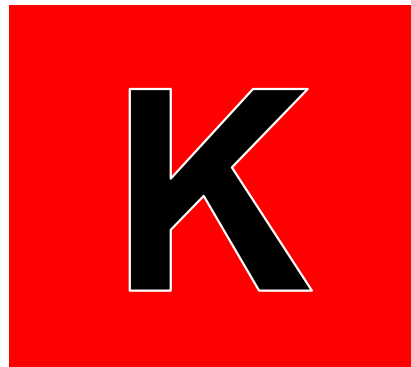
$a_e = 20 - 35\%$

ISO Klasse DIN/ISO 513	Werkstückstoff		Vorschub pro Zahn f_z (mm)					
			bei $a_e = 20 - 35\%$					
			bei $a_p = 1,5 \times D$					
	Typ	Werkstoffgr.	6	8	10	12	16	20
P	Stahl unlegiert	1 - 4	0,038	0,050	0,063	0,076	0,101	0,126
		5	0,038	0,050	0,063	0,076	0,101	0,126
	Stahl niedrig legiert	6 - 7	0,035	0,046	0,058	0,069	0,092	0,115
		8 - 9	0,035	0,046	0,058	0,069	0,092	0,115
	Stahl hoch legiert Werkzeugstahl	10	0,031	0,042	0,052	0,062	0,083	0,104
		11	0,031	0,042	0,052	0,062	0,083	0,104

User Guide VHM-Fräser

(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

Gussbearbeitung



User Guide VHM-Fräser

(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

Priorität Gussbearbeitung



1 – 4 = 1= erste Wahl / 2= zweite Wahl usw.
0 = sollte nicht eingesetzt werden

Werkzeug-typen	Schruppen	Semi-Schlichten	Schlichten	HSC (Trochoidfräsen)
EC-E4L	1	1	3	3
EC-E5L	2	1	2	2
ECR-B/MF	1	0	0	4
EC-H7-CF	0	4	1	1
EC-H...Multiflute	0	0	1	3 (Dynamik der Maschine beachten)

Fräser-typ	Eigenschaften	Vorteile
EC-E4L	Ungleich geteilt, 4 Schneiden, Stabile Schneidkante, Schneidkantenverrundung	Sehr ruhiger Lauf Große Spankammern Ideal zum Vollnuten bis 1,5xD
EC-E5L	Ungleich geteilt, 5 Schneiden, Stabile Schneidkante, Schneidkantenverrundung	Ruhiger Lauf Ideal zum Besäumen bei voller Schneidkantenlänge
ECR-B	Kordelverzahnung, 4-7 Schneiden, Schneidkantenlänge von 1-2xD	Schnittkraftreduzierung durch Kordelprofil Bis 1,5xD Vollnuten je nach Typ Einsatz auch bei labilen Bauteilen
ECR-B-MF	Kordelverzahnung, 4 und 6 Schneiden, stabilere Schneidkante als ECR-B	Ideal für die Bearbeitung schwierig bearbeitbarer Stahl- und Gusswerkstoffe Schnittkraftreduzierung
EC-H7	7 Schneiden Ultra-Feinstkorn IC902 Ungleiche Teilung, ungleicher Drall	Ideal auch zum Hartfräsen bis 62 HRC 1. Wahl für die HSC-Bearbeitung Lange Standzeiten durch Anzahl der Schneiden
EC-H...Multiflute	Je mm Durchmesser 1 Zahn Weicher Schnitt Ungleich geteilt, ungleicher Drallwinkel Max. a_e = 6% des Werkzeugdurchmessers	Ideal zum Schlichten Lange Standzeiten durch viele Zähne Ruhiger Lauf Ideal zum Hartfräsen in IC902

User Guide VHM-Fräser

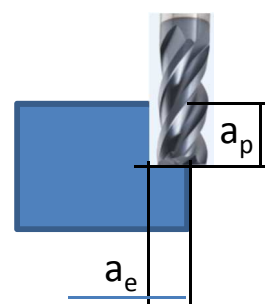
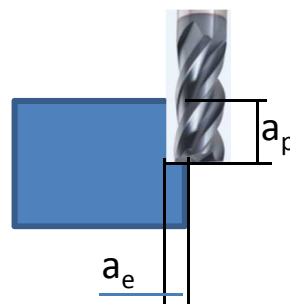
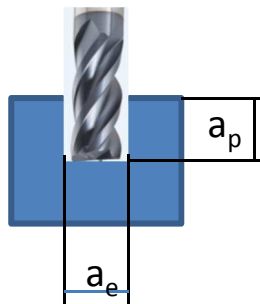
(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

Schnittwerte und Vorschubwerte je nach Eingriffsbreite a_e
 Angegebene Werte sind Einstiegswerte bei „normalen“
 Bedingungen bezüglich:

- Bauteilspannung
- Werkzeugspannung
- Stabilität der Maschine (Leistung und Drehmoment)
- Art des Bauteils (z.B.: dünnwandig usw.)

ISO Klasse DIN/ISO 513	Werkstückstoff		v_c (in m/min)		v_c (in m/min)		v_c (in m/min)	
			bei $a_e = 40\%$ - Vollschnitt		bei $a_e = 10 - 20\%$		bei $a_e = 20-35\%$	
			bei $a_p = 1xD$		bei $a_p = \text{max. Schneidkantenlänge}$		bei $a_p = 2xD$	
	Typ	Werkstoffgruppe	IC900 ¹	IC900 ¹	IC902/903 ²	IC900 ¹	IC902/903 ²	
K	Grauguss	15 - 16	250	450	540	325	390	
	Kugelgraphitguss	17 - 18	200	360	450	260	325	

Beim Vollnuten ist zu beachten, dass beim Ein- und Austritt die Vorschubgeschwindigkeit um 50% reduziert werden sollte.



Schneidstoffauswahl:

1 = Allgemeine Stahlbearbeitung

2 = Besäumen und Hartfräsen

User Guide VHM-Fräser

(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

$a_e = 40\%$ bis Vollschnitt

ISO Klasse DIN/ISO 513	Werkstückstoff		Vorschub pro Zahn f_z (mm)					
			bei $a_e = 40\%$ - Vollschnitt					
			bei $a_p = \text{max. Schneidkantenlänge}$					
	Typ	Werkstoffgruppe	6	8	10	12	16	20
K	Grauguss	15 - 16	0,033	0,044	0,055	0,066	0,088	0,110
	Kugelgraphtguss	17 - 18	0,030	0,040	0,050	0,060	0,080	0,100

$a_e = 10 - 20\%$

ISO Klasse DIN/ISO 513	Werkstückstoff		Vorschub pro Zahn f_z (mm)					
			bei $a_e = 10-20\%$					
			bei $a_p = \text{max. Schneidkantenlänge}$					
	Typ	Werkstoffgruppe	6	8	10	12	16	20
K	Grauguss	15 - 16	0,052	0,069	0,087	0,104	0,138	0,173
	Kugelgraphtguss	17 - 18	0,048	0,064	0,080	0,096	0,128	0,160

$a_e = 20 - 35\%$

ISO Klasse DIN/ISO 513	Werkstückstoff		Vorschub pro Zahn f_z (mm)					
			bei $a_e = 20-35\%$					
			bei $a_p = 1,5xD$					
	Typ	Werkstoffgruppe	6	8	10	12	16	20
K	Grauguss	15 - 16	0,041	0,055	0,069	0,083	0,110	0,138
	Kugelgraphtguss	17 - 18	0,038	0,050	0,063	0,076	0,101	0,126

User Guide VHM-Fräser

(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

Rostbeständige Stähle



User Guide VHM-Fräser

(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

Priorität rostfreie Stähle

M

1 – 4 = 1= erste Wahl / 2= zweite Wahl usw.
0 = sollte nicht eingesetzt werden

Werkzeug-typen	Schruppen	Semi-Schichten	Schichten	HSC (Trochoidfräsen)
EC-H4M/L	1	1	3	3
EC-H5M	2	1	2	2
ECP-E3/4L	1	2	0	3
EC-H7-CF	0	4	1	1
EFS-B44	4	1	2	4
EFS-E44	3	1	2	4

Fräser-typ	Eigenschaften	Vorteile
EC-H4M/L	Ungleich geteilt, ungleich gedreht, Scharfe Schneidkante, 4 Schneiden Weicher Schnitt	Ruhiger Lauf Große Spankammern Ideal zum Vollnuten bis 1,5xD
EC-H5M	Ungleich geteilt, ungleich gedreht, Stabile Schneidkante, 5 Schneiden Weicher Schnitt	Ruhiger Lauf Ideal zum Besäumen bei voller Schneidkantenlänge
ECP-E3/4L	Spanbrecher an der Umfangsschneide 3 und 4 Schneiden, Scharfe Schneide	Schnittkraftreduzierung Große Spankammern Einsatz auch bei labileren Bauteilen
EC-H7	7 Schneiden Ultra-Feinstkorn IC902 Ungleiche Teilung, ungleicher Drill	Ideal auch zum Hartfräsen bis 62 HRC 1. Wahl für die HSC-Bearbeitung Lange Standzeiten durch hohe Anzahl der Schneiden
EFS-B44	2 Schrupp- und 2 Schlichtschneiden Weicher Schnitt	Schruppen und Schichten in einem Arbeitsgang Ideal für Semi-Finishing
EFS-E44	Ungleich geteilt, größere Spankammern als EFS-B44 Schneidentyp ähnlich Finishred EFS-B44	Problemlöser bei labilen Bauteilspannungen oder dünnwandige Bauteile

User Guide VHM-Fräser

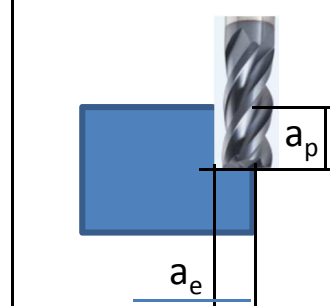
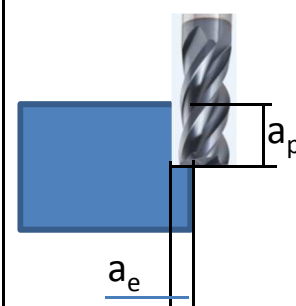
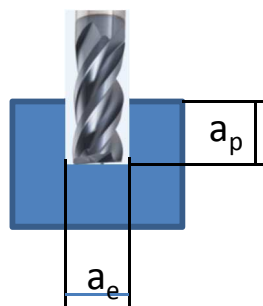
(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

Schnittwerte und Vorschubwerte je nach Eingriffsbreite a_e
 Angegebene Werte sind Einstiegswerte bei „normalen“
 Bedingungen bezüglich:

- Bauteilspannung
- Werkzeugspannung
- Stabilität der Maschine (Leistung und Drehmoment)
- Art des Bauteils (z.B.: dünnwandig usw.)

ISO Klasse DIN/ISO 513	Werkstückstoff		v_c (in m/min)		v_c (in m/min)			v_c (in m/min)		
			bei $a_e = 40\%$ - Vollschnitt		bei $a_e = 10 - 20\%$			bei $a_e = 20-35\%$		
			bei $a_p = 1xD$		bei $a_p = \text{max. Schneidkantenlänge}$			bei $a_p = 2xD$		
Typ	Werkstoffgruppe	IC900 ¹	IC300 ³	IC900	IC902/903	IC300	IC900	IC902/903	IC300	
M	Ferrit	12	110	100	198	198	180	143	143	130
	Martensit	13	70	60	126	144	108	91	104	78
	Austenit	14	80	80	144	180	144	104	130	104

Beim Vollnuten ist zu beachten, dass beim Ein- und Austritt die Vorschubgeschwindigkeit um 50% reduziert werden sollte.



Schneidstoffauswahl:

1 = Allgemeine Bearbeitung

3 = Nassbearbeitung und Bearbeitung von schwer zerspanbaren Werkstückstoffen

User Guide VHM-Fräser

(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

$a_e = 40\%$ bis Vollschnitt

ISO Klasse DIN/ISO 513	Werkstückstoff		Vorschub pro Zahn f_z (mm)					
			bei $a_e = 40\%$ - Vollschnitt					
			bei $a_p = \text{max. Schneidkantenlänge}$					
	Typ	Werkstoffgruppe	6	8	10	12	16	20
M	Ferrit	12	0,027	0,036	0,045	0,054	0,072	0,090
	Martensit	13	0,025	0,034	0,042	0,050	0,067	0,084
	Austenit	14	0,024	0,032	0,041	0,049	0,065	0,081

$a_e = 10 - 20\%$

ISO Klasse DIN/ISO 513	Werkstückstoff		Vorschub pro Zahn f_z (mm)					
			bei $a_e = 10-20\%$					
			bei $a_p = \text{max. Schneidkantenlänge}$					
	Typ	Werkstoffgruppe	6	8	10	12	16	20
M	Ferrit	12	0,043	0,058	0,072	0,086	0,115	0,144
	Martensit	13	0,040	0,053	0,067	0,080	0,106	0,133
	Austenit	14	0,038	0,050	0,063	0,075	0,100	0,125

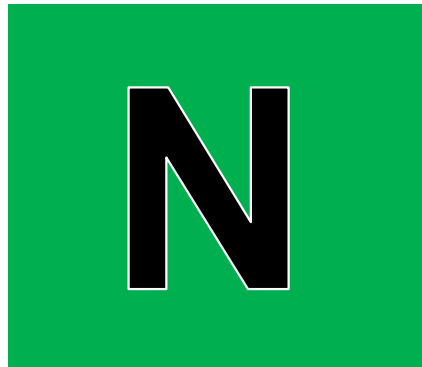
$a_e = 20 - 35\%$

ISO Klasse DIN/ISO 513	Werkstückstoff		Vorschub pro Zahn f_z (mm)					
			bei $a_e = 20-35\%$					
			bei $a_p = 1,5xD$					
	Typ	Werkstoffgruppe	6	8	10	12	16	20
M	Ferrit	12	0,034	0,045	0,056	0,067	0,090	0,112
	Martensit	13	0,031	0,042	0,052	0,062	0,083	0,104
	Austenit	14	0,030	0,040	0,051	0,061	0,081	0,101

User Guide VHM-Fräser

(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

Nichteisenmetalle



User Guide VHM-Fräser

(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

Priorität Nichteisenmetalle

N

1 – 4 = 1= erste Wahl / 2= zweite Wahl usw.
0 = sollte nicht eingesetzt werden

Werkzeugtypen	Schruppen	Semi-Schlichten	Schlichten	HSC (Trochoidfräsen)
ECA-H3-CF	1	2	2	2
ECA-H3-CF-C (Kühlung d.Spannuten)	1	2	2	2
ECAP-H3-CF-C (Kühlung d. Zentrum)	1	2	2	2
ECA-H4-CF	2	1	1	1
EPX (für CFK)	1	2	3	-
EPN-D/C (für CFK)	3	1	1	-

Fräser typ	Eigenschaften	Vorteile
ECA-H3-CF	Ungleich geteilt, ungleich gedraht, 3 Schneiden Große Auswahl an Eckenradien Schneidkantenlänge bis 1,5xD	Schruppen und Schlichten Sehr ruhiger Lauf Vollnuten bis 1,5xD
ECA-H3-CF-C	Gleiche Geometrie wie ECA-H3-CF Kühlung durch die Spannuten	Direkte Kühlung an die Schneide Besserer Abtransport der Späne
ECAP-H3-CF-C	Gleiche Geometrie wie ECA-H3-CF Kühlung durch das Zentrum	Vorteile beim Vollnuten Durch Zentrums Kühlung werden Späne nach oben geleitet
ECA-H4-CF	4 Schneiden Gewuchtet Schnitttiefe bis 2xD	Ideal zum Besäumen mit großen a_e Vollnuten bis 1xD
EPX (für CFK)	Links- rechts gedraht Durchmesser 6-12mm	Zum Schruppen und Schlichten Auf Anfrage auch beschichtet in 2018 (Sonder)
EPN-D/C (für CFK)	Zum Bohren und Fräsen (Typ D) Zum Besäumen und Bohrzirkular (Typ C)	Zum Schruppen und Semi-Finishing

User Guide VHM-Fräser

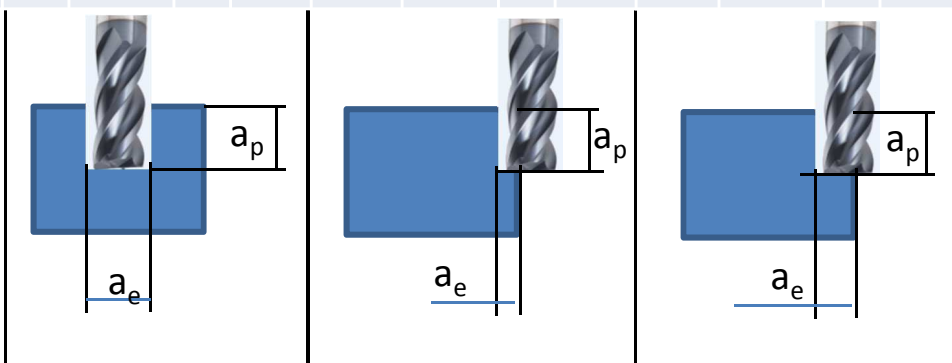
(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

Schnittwerte und Vorschubwerte je nach Eingriffsbreite a_e
 Angegebene Werte sind Einstiegswerte bei „normalen“
 Bedingungen bezüglich:

- Bauteilspannung
- Werkzeugspannung
- Stabilität der Maschine (Leistung und Drehmoment)
- Art des Bauteils (z.B.: dünnwandig usw.)

ISO Klasse DIN/ISO 513	Werkstückstoff		v_c (in m/min)				v_c (in m/min)				v_c (in m/min)			
	Typ	Werkstoffgruppe	bei $a_e = 40\%$ - Vollschnitt				bei $a_e = 10 - 20\%$				bei $a_e = 20-35\%$			
			bei $a_p = 1xD$				bei $a_p = \text{max. Schneidkantenl.}$				bei $a_p = 2xD$			
			IC08	IC08 Besch.	IC02	IC2018	IC08	IC08 Besch.	IC02	IC2018	IC08	IC08 Besch.	IC02	IC2018
N	Alu-Knetlegierung	21 - 22	400	-	-	-	720		-	-	520	-	-	-
	Alu-Guss (Si > 10%)	23 - 25	180	250	-	-	324	450	-	-	234	325	-	-
	Kupferlegierung	26 - 27	300	-	-	-	540	-	-	-	390	-	-	-
		28 (E-Kupfer)	150	-	-	-	270	-	-	-	195	-	-	-
	Nichteisenwerk- stücke	29 - 30 (GFK, CFK)	-	-	150	200	-	-	270	360	-	-	195	260

Beim Vollnuten ist zu beachten, dass beim Ein- und Austritt die Vorschubgeschwindigkeit um 50% reduziert werden sollte.



Je nach Fräser typ kann bei den Aluminiumfräsern mit IK durch die Spannuten oder IK durch das Zentrum gefahren werden. Dazu bitte Informationen aus den jeweiligen Fräser typen entnehmen.

User Guide VHM-Fräser

(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

$a_e = 40\%$ bis Vollschnitt

ISO Klasse DIN/ISO 513	Werkstückstoff		Vorschub pro Zahn f_z (mm)					
			bei $a_e = 40\%$ - Vollschnitt					
			bei $a_p = \text{max. Schneidkantenlänge}$					
	Typ	Werkstoffgruppe	6	8	10	12	16	20
N	Alu- Knetlegierung	21 - 22	0,042	0,056	0,070	0,084	0,112	0,140
	Alu-Guss (Si > 10%)	23 - 25	0,035	0,046	0,058	0,069	0,092	0,115
	Kupferlegierung	26 - 27	0,045	0,060	0,075	0,090	0,120	0,150
		28 (E-Kupfer)	0,035	0,046	0,058	0,069	0,092	0,115
	Nichteisenwerkstücke	29 - 30 (CFK, GFK)	0,020	0,026	0,033	0,039	-	-

$a_e = 10 - 20\%$

ISO Klasse DIN/ISO 513	Werkstückstoff		Vorschub pro Zahn f_z (mm)					
			bei $a_e = 10 - 20\%$					
			bei $a_p = \text{max. Schneidkantenlänge}$					
	Typ	Werkstoffgruppe	6	8	10	12	16	20
N	Alu- Knetlegierung	21 - 22	0,067	0,089	0,112	0,134	0,178	0,223
	Alu-Guss (Si > 10%)	23 - 25	0,056	0,074	0,093	0,111	0,148	0,185
	Kupferlegierung	26 - 27	0,072	0,096	0,120	0,144	0,192	0,240
		28 (E-Kupfer)	0,056	0,074	0,093	0,111	0,148	0,185
	Nichteisenwerkstücke	29 - 30 (CFK, GFK)	0,032	0,042	0,053	0,063	-	-

$a_e = 20 - 35\%$

ISO Klasse DIN/ISO 513	Werkstückstoff		Vorschub pro Zahn f_z (mm)					
			bei $a_e = 20 - 35\%$					
			bei $a_p = \text{max. Schneidkantenlänge}$					
	Typ	Werkstoffgruppe	6	8	10	12	16	20
N	Alu- Knetlegierung	21 - 22	0,053	0,070	0,088	0,105	0,140	0,175
	Alu-Guss (Si > 10%)	23 - 25	0,044	0,058	0,073	0,087	0,116	0,145
	Kupferlegierung	26 - 27	0,057	0,076	0,095	0,114	0,152	0,190
		28 (E-Kupfer)	0,044	0,058	0,073	0,087	0,116	0,145
	Nichteisenwerkstücke	29 - 30 (CFK, GFK)	0,025	0,034	0,042	0,050	-	-

Hoch hitzebeständige Legierungen und Titanlegierungen



User Guide VHM-Fräser

(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

Priorität Titan und hoch - hitzebeständige Werkstoffe



1 – 4 = 1= erste Wahl / 2= zweite Wahl usw.
0 = sollte nicht eingesetzt werden

Werkzeug-typen	Schruppen	Semi-Schichten	Schichten	HSC (Trochoidfräsen)
EC-H4M/L	1	1	3	3
EC-H5M	2	1	2	2
ECK-H4M	1	1	2	3
EC-H7-CF	0	4	1	1
ECH-6 IC900/903	0	2	2	1
EC-H (Multiflute)	0	0	1	3 (Dynamik der Maschine)

Fräser-typ	Eigenschaften	Vorteile
EC-H4M/L	Ungleich geteilt, ungleich gedallt, Scharfe Schneidkante, 4 Schneiden Weicher Schnitt	Ruhiger Lauf Große Spankammern Ideal zum Vollnuten bis 1,5xD
EC-H5M	Ungleich geteilt, ungleich gedallt, Stabile Schneidkante, 5 Schneiden Weicher Schnitt	Ruhiger Lauf Ideal zum Besäumen mit großem a_e bei voller Schneidkantenlänge
ECK-H4M	Unterschiedliche Schneidengeometrie 4 Schneiden, Stabile Schneidkante	Ungleich gedallt Ungleich geteilt 1. Wahl für die Titanbearbeitung
EC-H7	7 Schneiden Ultra-Feinstkorn IC902 Ungleiche Teilung, ungleicher Drall	Ideal auch zum Hartfräsen bis 62 HRC 1. Wahl für HSC Machining Lange Standzeiten durch Anzahl der Schneiden
ECH-6 IC900/903	6 Schneiden Weicher Schnitt	Schichten und Semi Schichten Ruhiger Lauf
EC-H (Multiflute)	Je mm Durchmesser 1 Zahn Weicher Schnitt Ungleich geteilt, ungleicher Drallwinkel Max. a_e = 6% des Werkzeugdurchmessers	Ideal zum Schichten Lange Standzeiten durch viele Zähne Ruhiger Lauf Ideal auch zum Hartfräsen in IC902

User Guide VHM-Fräser

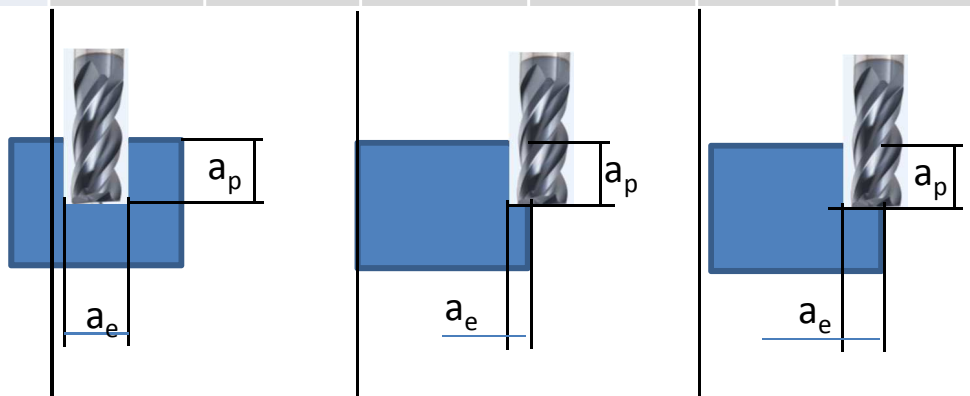
(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

Schnittwerte und Vorschubwerte je nach Eingriffsbreite a_e
 Angegebene Werte sind Einstiegswerte bei „normalen“
 Bedingungen bezüglich:

- Bauteilspannung
- Werkzeugspannung
- Stabilität der Maschine (Leistung und Drehmoment)
- Art des Bauteils (z.B.: dünnwandig usw.)

ISO Klasse DIN/ISO 513	Werkstückstoff		v_c (in m/min)		v_c (in m/min)		v_c (in m/min)	
			bei $a_e = 40\%$ - Vollschnitt		bei $a_e = 10 - 20\%$		bei $a_e = 20-35\%$	
			bei $a_p = 1xD$		bei $a_p = \text{max. Schneidkantenl.}$		bei $a_p = 2xD$	
	Typ	Werkstoffgruppe	IC900 ¹	IC902/903 ²	IC900	IC902/903	IC900	IC902/903
S	Nickel- Basis-Legierungen	33 - 35	27	-	49	63	35	46
	Titan- und Ti-Legierungen	36 - 37	45	-	81	100	59	72

Beim Vollnuten ist zu beachten, dass beim Ein- und Austritt die Vorschubgeschwindigkeit um 50% reduziert werden sollte.



Schneidstoffauswahl:

1 = Allgemeine Stahlbearbeitung

2 = Besäumen und Hartfräsen

User Guide VHM-Fräser

(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

$a_e = 40\%$ bis Vollschnitt

ISO Klasse DIN/ISO 513	Werkstückstoff		Vorschub pro Zahn f_z (mm)					
			bei $a_e = 40\%$ - Vollschnitt					
			bei $a_p = \text{max. Schneidkantenlänge}$					
	Typ	Werkstoffgruppe	6	8	10	12	16	20
S	Nickel- Basis Legierungen	33 - 35	0,020	0,027	0,034	0,041	0,054	0,068
	Titan- und Ti- Legierungen	36 - 37	0,024	0,032	0,041	0,049	0,065	0,081

$a_e = 10 - 20\%$

ISO Klasse DIN/ISO 513	Werkstückstoff		Vorschub pro Zahn f_z (mm)					
			bei $a_e = 10-20\%$					
			bei $a_p = \text{max. Schneidkantenlänge}$					
	Typ	Werkstoffgruppe	6	8	10	12	16	20
S	Nickel- Basis Legierungen	33 - 35	0,032	0,042	0,053	0,063	0,084	0,105
	Titan- und Ti- Legierungen	36 - 37	0,038	0,050	0,063	0,075	0,100	0,125

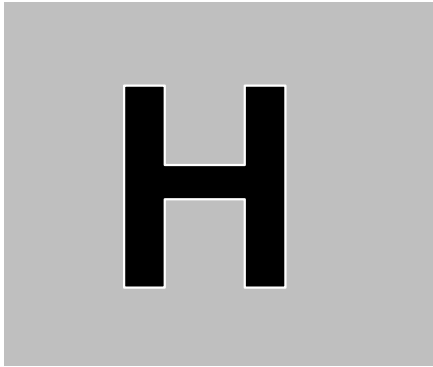
$a_e = 20 - 35\%$

ISO Klasse DIN/ISO 513	Werkstückstoff		Vorschub pro Zahn f_z (mm)					
			bei $a_e = 20-35\%$					
			bei $a_p = 1,5xD$					
	Typ	Werkstoffgruppe	6	8	10	12	16	20
S	Nickel- Basis Legierungen	33 - 35	0,025	0,033	0,042	0,050	0,066	0,083
	Titan- und Ti- Legierungen	36 - 37	0,030	0,040	0,051	0,061	0,081	0,101

User Guide VHM-Fräser

(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

Gehärtete Stähle



H

User Guide VHM-Fräser

(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

Priorität gehärtete Stähle

H

1 – 4 = 1= erste Wahl / 2= zweite Wahl usw.
0 = sollte nicht eingesetzt werden

Werkzeug- typen	Schruppen ins Volle	Semi- Schichten	Schichten	HSC (Trochoidfräsen)
ECR-B/MF	3 ¹	0	0	3
EBRF-T IC903	4	0	0	4
EC-H7-CF	0	2 (max. 15% a _e)	1	1
ECH-6 IC903	0	2 (max. 20% a _e)	2	1
EC-H (Multiflute)	0	0	1 (max. 6% a _e)	2 (Dynamik der Maschine)

1 Bis 50 HRC sehr gut geeignet, darüber hinaus nur bedingt

Fräsertyp	Eigenschaften	Vorteile
ECR-B-MF	Kordelverzahnung, 4 und 6 Schneiden, stabilere Schneidkante als ECR-B	Ideal für die Bearbeitung schwierig bearbeitbarer Stahl- und Gusswerkstoffe Schnittkraftreduzierung
EBRF-T IC903	Kugelfräser mit Kordelverzahnung Kordelverzahnung auch im Radiusbereich 3 und 4 Zähne	Ruhiger Lauf Ideal zum Schruppen bis 48 HRC ins Volle, wenn ein Radius im Grund sein soll
EC-H7-CF	7 Schneiden Ultra-Feinstkorn IC902 Ungleiche Teilung, ungleicher Drall	Ideal auch zum Hartfräsen bis 62 HRC 1. Wahl für HSC-Machining Lange Standzeiten durch hohe Anzahl der Schneiden
ECH-6 IC903	6 Schneiden Weicher Schnitt	Schichten und Semi-Schichten Ruhiger Lauf
EC-H (Multiflute)	Je mm Durchmesser 1 Zahn Weicher Schnitt Ungleich geteilt, ungleicher Drallwinkel Max. a _e = 6% des Werkzeugdurchmessers	Ideal zum Schichten Lange Standzeiten durch viele Zähne Ruhiger Lauf Ideal auch zum Hartfräsen in IC902 (HSC-Strategie)

User Guide VHM-Fräser

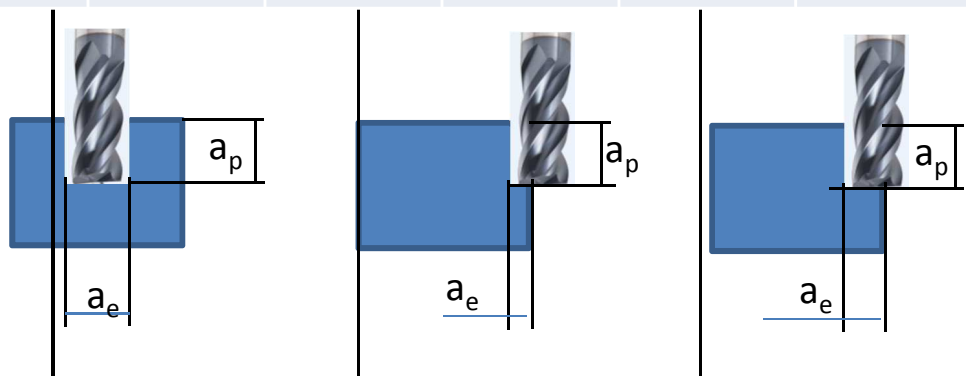
(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

Schnittwerte und Vorschubwerte je nach Eingriffsbreite a_e
 Angegebene Werte sind Einstiegswerte bei „normalen“
 Bedingungen bezüglich:

- Bauteilspannung
- Werkzeugspannung
- Stabilität der Maschine (Leistung und Drehmoment)
- Art des Bauteils (z.B.: dünnwandig usw.)

ISO Klasse DIN/ISO 513	Werkstückstoff		v_c (in m/min)		v_c (in m/min)		v_c (in m/min)	
			bei $a_e = 40\%$ - Vollschnitt		bei $a_e = 10 - 20\%$		bei $a_e = 20-35\%$	
			bei $a_p = 1xD$		bei $a_p = \text{max. Schneidkantenlänge}$		bei $a_p = 2xD$	
	Typ	Werkstoff- gruppe	IC900	IC902/903	IC900	IC902/903	IC900	IC902/903
H	Gehärtete Werkstoffe	bis 44 - 48 HRC	80	80	144	144	104	104
		bis 57 HRC	-	60	-	108	-	78
		Bis 62 HRC	-	-	-	72	-	52

Beim Vollnuten ist zu beachten,
 dass beim Ein- und Austritt
 die Vorschubgeschwindigkeit
 um 50% reduziert werden sollte.



Ein Vollschnitt in gehärtetes Material ab 55 HRC ist in der Regel
 nicht erfolgsversprechend. In diesem Fall sollte die
 Schruppanwendung trochoid durchgeführt werden.

Hartbearbeitung sollte grundsätzlich trocken gefahren werden.

User Guide VHM-Fräser

(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

$a_e = 40\%$ bis Vollschnitt

ISO Klasse DIN/ISO 513	Werkstückstoff		Vorschub pro Zahn f_z (mm/z)					
			bei $a_e = 40\%$ - Vollschnitt					
			bei $a_p = 1xD$					
	Typ	Werkstoffgruppe	6	8	10	12	16	20
H	Gehärtete Werkstoffe	bis 44 - 48 HRC	0,025	0,034	0,042	0,050	0,067	0,084
		bis 57 HRC	0,020	0,026	0,033	0,039	0,052	0,065
		Bis 62 HRC	-	-	-	-	-	-

$a_e = 10 - 20\%$

ISO Klasse DIN/ISO 513	Werkstückstoff		Vorschub pro Zahn f_z (mm/z)					
			bei $a_e = 10\% - 20\%$					
			bei $a_p = \text{maximale Schneidkantenlänge}$					
	Typ	Werkstoffgruppe	6	8	10	12	16	20
H	Gehärtete Werkstoffe	bis 44 - 48 HRC	0,040	0,054	0,067	0,080	0,107	0,134
		bis 57 HRC	0,032	0,042	0,053	0,063	0,084	0,105
		Bis 62 HRC	0,026	0,034	0,043	0,051	0,068	0,085

$a_e = 20 - 35\%$

ISO Klasse DIN/ISO 513	Werkstückstoff		Vorschub pro Zahn f_z (mm/z)					
			bei $a_e = 20\% - 35\%$					
			bei $a_p = 1,5xD$					
	Typ	Werkstoffgruppe	6	8	10	12	16	20
H	Gehärtete Werkstoffe	bis 44 - 48 HRC	0,031	0,042	0,052	0,062	0,083	0,104
		bis 57 HRC	0,025	0,033	0,042	0,050	0,066	0,083
		Bis 62 HRC	0,021	0,028	0,035	0,041	0,055	0,069

 = Bei dieser Härte nur bedingt möglich (HSC-Strategie wählen)

Trochooides Fräsen

1. Was ist das?
2. Wo wird es eingesetzt?
3. Was ist zu beachten?
4. Wie ist die Vorgehensweise?
5. Welche Werkzeuge sind geeignet?

User Guide VHM-Fräser

(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

Zu 1: Definition trochoides Fräsen

Geringe Kontaktzeiten durch kleine Eingriffsbreite (a_e). Bei einer radialen Zustellung von 0,1 bis 0,3xD können sehr hohe Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe erreicht werden. Das Verfahren erlaubt Schnitttiefen von 2 bzw. max. 3xD

Zu 2: Wo wird es eingesetzt?

Auf leistungsschwachen Maschinen lassen sich häufig keine Nuten mit großen Eingriffstiefen durch Schaftfräser herstellen.

Bei Maschinen mit hoher Dynamik, welche hohe Bahnvorschübe umsetzen können.

Bei schwer zerspanbaren Werkstoffen
(z.B.: gehärtete Stähle, Nickel-Basis-Legierungen, Titan)

Bei labilen Verhältnissen (z.B.: Werkzeugspindel, filigranes Bauteil)

Zu 3: Was muss beachtet werden?

Fräserdurchmesser sollte min. 20-30% kleiner sein als die Nutbreite, um den Umschlingungswinkel bewusst klein zu halten.

Die Eingriffsbreite soll max. bei 5 bis 30% gehalten werden.

Dies ist im Wesentlichen von der Schneidenanzahl, zu bearbeitendem Material und Umschlingungswinkel abhängig.

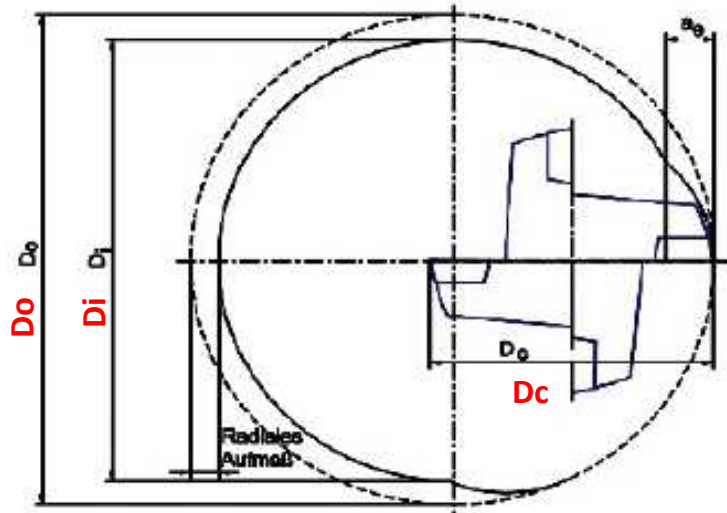
Auch den Zahnvorschub beachten, da die radiale Zustellung a_e beim Kreisbahnfräsen nicht dem normalen Wert des Besäumfräsen entspricht.
(Siehe dazu nächste Seite)

User Guide VHM-Fräser

(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

Effektives Errechnen der Schnittbreite a_e

$$a_e = \frac{D_o^2 - D_i^2}{4(D_o - D_c)}$$



Zu 4. Wie ist die Vorgehensweise?

Das Erstellen eines Programmes mit trochoiden Bahnen ist sehr aufwendig. Daher ist der Einsatz einer CAM Software empfehlenswert.

Es sollten Fräser mit langer Schneidkantenlänge (min. $2 \times D$) eingesetzt werden. Schnittwerte sind aus der Tabelle je nach Eingriffsbreite zu wählen.

Zu 5. Welche Werkzeuge sind geeignet?

- Werkzeuge mit mind. 4 Schneiden. Je nach Dynamik der Maschine können auch Werkzeuge mit mehr Schneiden verwendet werden.
- Werkzeuge mit langer Schneidkantenlänge (min. $2 \times D$)
- Werkzeuge mit kleinen Spankammern (dickerer Kern, stabileres Werkzeug)

User Guide VHM-Fräser

(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

Spezialisten zum Trochoidfräsen im Vollhartmetallsortiment der Fa. ISCAR

1. EC-H (Multiflute)



- Viele Schneiden (D in mm = Anzahl der Zähne)
- 1. Wahl zum Schlichten
- Max. 6% a_e des Werkzeugdurchmessers
- Hartfräsen bis 65 HRC (neues Substrat IC02)
- Ungleich gedallt, ungleich geteilt
- Stabiler Kern

2. EC-H7 (7 Schneiden)



- 7 Schneiden
- 1. Wahl zum Schlichten und Trochoidfräsen (Dynamik der Maschine beachten)
- Max. 20% a_e des Werkzeugdurchmessers
- Hartfräsen bis 65 HRC (neues Substrat IC02)
- Ungleich gedallt, ungleich geteilt
- Stabiler Kern

3. EFP-Fräser (Hochvorschubgeometrie an der Stirnschneide und segmentierte Umfangsschneide)



- 4 und 5 Schneiden
- Spezialist für Taschen, um ins Volle zu fräsen
- Hartfräsen bis 60 HRC (IC03 Substrat)
- Umfangsschneide mit Chip-Splitter für Reduzierung Schnittdruck und Zerkleinerung der Späne
- Stirngeometrie entspricht einem Hochvorschubfräser

User Guide VHM-Fräser

(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

4. ECH-Fräser mit 6 Schneiden



- 6 Schneiden
- Ebenfalls zum Schlichten und Herstellen guter Oberflächen geeignet
- Hartfräsen bis 60 HRC (IC03 Substrat)
- Stabiler Kerndurchmesser

5. ECL-Fräser mit 6 Schneiden



- 4 und 6 Schneiden
- Bis 4xD Schneidkantenlänge nutzbar
- Zum Schlichten tiefer Schultern

6. ECXL-Fräser mit 6 Schneiden



- 4 und 6 Schneiden
- Bis 6xD Schneidkantenlänge nutzbar
- Zum Schlichten tiefer Schultern

User Guide VHM-Fräser

(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

Formelsammlung mit den wichtigsten Grundformeln

Schnittgeschwindigkeit

$$V_c = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000}$$

Drehzahl

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{D \cdot \pi}$$

Vorschubgeschwindigkeit

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n \quad (\text{mm}/\text{min})$$

Vorschub pro Zahn

$$f_z = \frac{v_f}{z \cdot n}$$

Zeitspanvolumen

$$Q = \frac{a_e \cdot a_p \cdot v_f}{1000} \quad (\text{cm}^3/\text{min})$$

Hauptnutzungszeit

$$t_h = \frac{L \cdot i}{v_f} \quad (\text{min})$$

Faustformel Leistung

$$P_{M \text{ nutz}} = \frac{a_p \times a_e \times v_f}{24000}$$

Faustformel Drehmoment

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

User Guide VHM-Fräser

(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

Spandicke h und mittlere Spandicke h_m

Spandicke h berechnen beim Planfräsen mit verschiedenen Anstellwinkeln
(z.B.: 45°; 75°; 17°; 30°)

$$h = f_z \times \sin K$$

Mittlere Spandicke h_m berechnen beim Besäumfräsen mit Eingriffsbreite unter 33%

Faustformel

bei E% unter 33%

Mittlere Spandicke

$$h_m = f_z \cdot \sqrt{\frac{a_e}{D}} \quad [\text{mm}]$$

Vorschub pro Zahn

$$f_z = h_m \cdot \sqrt{\frac{D}{a_e}} \quad [\text{mm}]$$

Drehzahlfaktor – Anpassung der Schnittgeschwindigkeit

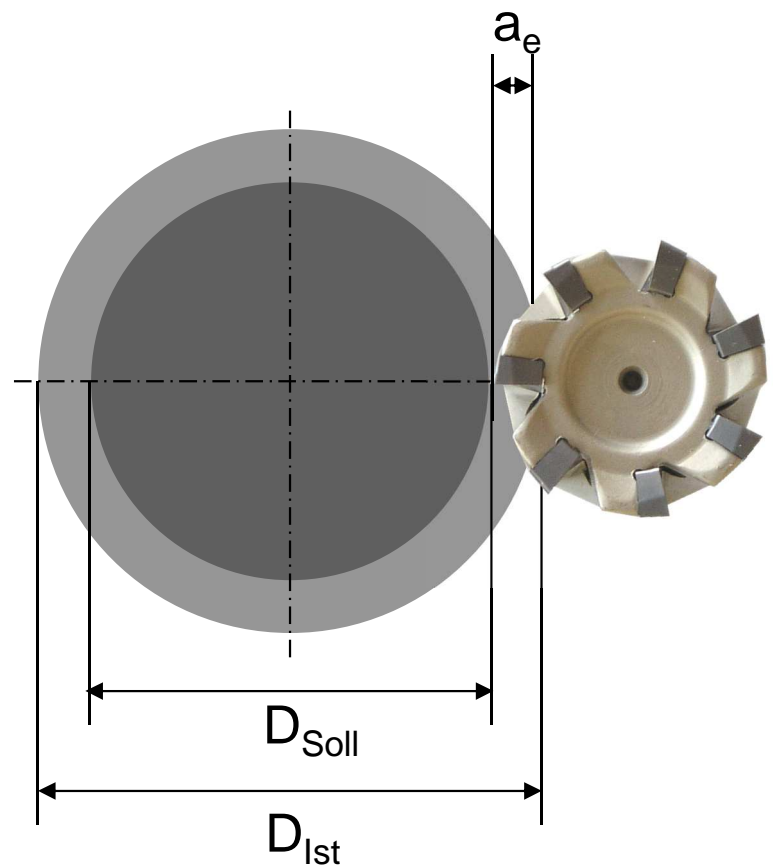
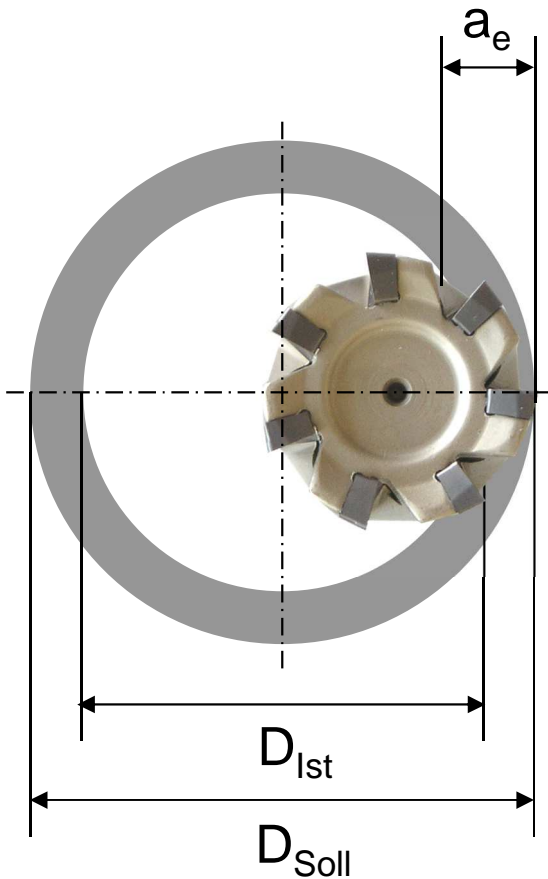
E% (Eingriffsverhältnis)	100%	50%	33%	25%	10%	5%
n Faktor	1	1,1	1,3	1,5	1,8	1,9

$$E\% = \frac{a_e}{D} \times 100 \quad (\%)$$

User Guide VHM-Fräser

(Auswahlhilfe nach Werkstoff und Strategie)

Eingriffsverhältnis a_e – beim Zirkularfräsen



$$a_e = \frac{D_{Soll}^2 - D_{Ist}^2}{4 \times (D_{Soll} - D_{Wkzg})}$$

$$a_e = \frac{D_{Ist}^2 - D_{Soll}^2}{4 \times (D_{Ist} + D_{Wkzg})}$$