

- Allgemeine Formeln
- Rauhtieftabelle

Allgemeine Formeln

- Drehzahl (min^{-1})

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

- Schnittgeschwindigkeit (m/min)

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

- Vorschub pro Zahn (mm)

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

- Vorschub pro Umdrehung (mm/1)

$$f = f_z \cdot z$$

- Vorschubgeschwindigkeit (mm/min)

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n$$

- Mittenspanndicke (mm)



$$h_m = f_z \cdot \sqrt{\frac{a_e}{d}}$$

Rauhtieftabelle

$R_{\text{max}} \leq 0,001$	R_{max} Angabe	entspricht R_a - Wert	Rauheits- kennzahl
71 – 100	100	17 – 26	N11
50 – 71	71	12 – 18	
40 – 50	50	9 – 13	N10
31,5 – 40	40	6,3 – 10	
25 – 31,5	31,5	5,2 – 7,6	N9
18 – 25	25	3,5 – 6	
12,5 – 18	18	2,5 – 4	N8
8 – 12,5	12,5	1,5 – 2,8	
5 – 8	8	0,8 – 1,8	N7
2,5 – 5	5	0,4 – 1	N6
1,4 – 2,5	2,5	0,2 – 0,47	N5
0,14 – 1,4	1,4	0,025 – 0,25	N1 – N4

- Vorschubkorrektur
- Bitte multiplizieren Sie den Wert f_z mit dem entsprechenden Korrekturfaktor xf_z aus der Tabelle auf Seite 14.

Stahl-, Guss-, Nichteisen-Werkstoffe

 0,2-0,3 mm			 0,1 x d			 0,25 x d			 d		
Ø d mm	unbeschichtet	beschichtet	unbeschichtet	beschichtet	unbeschichtet	beschichtet	unbeschichtet	beschichtet			
Vorschub pro Zahn f_z in mm											
2	0,004	0,005	0,005	0,006	0,004	0,005	0,003	0,004			
3	0,007	0,008	0,007	0,008	0,006	0,007	0,005	0,006			
4	0,011	0,012	0,009	0,010	0,009	0,010	0,007	0,008			
5	0,015	0,016	0,013	0,014	0,010	0,011	0,009	0,010			
6	0,019	0,021	0,016	0,018	0,013	0,014	0,011	0,012			
8	0,028	0,030	0,022	0,024	0,018	0,019	0,015	0,017			
10	0,037	0,041	0,027	0,030	0,022	0,025	0,019	0,021			
12	0,046	0,051	0,033	0,036	0,027	0,030	0,023	0,026			
14	0,058	0,064	0,040	0,044	0,033	0,036	0,028	0,031			
16	0,068	0,075	0,046	0,050	0,037	0,041	0,032	0,035			
18	0,081	0,089	0,053	0,058	0,043	0,048	0,037	0,041			
20	0,090	0,099	0,057	0,063	0,047	0,052	0,040	0,044			
25	0,118	0,129	0,071	0,079	0,059	0,064	0,050	0,056			



Für optimale Ergebnisse empfehlen wir im Gleichlauf zu fräsen.

Berechnungsformel:

$$f_z \text{ Fräsen} = f_z \text{ Tabelle} \cdot \text{Korrekturfaktor } xf_z$$

$$f_z \text{ Bohren} = \frac{f_z \text{ Fräsen}}{\text{Zähnezahl}}$$

Vorschubkorrektur

- Bitte multiplizieren Sie den Wert f_z mit dem entsprechenden Korrekturfaktor xf_z aus der Tabelle auf Seite 14.

Gehärtete Stähle

	Härte = 40 – 56 HRC $v_c = 80 - 120$ m/min	Härte = 40 – 56 HRC $v_c = 80 - 120$ m/min	Härte = 40 – 56 HRC $v_c = 20 - 50$ m/min	Härte = 52 – 66 HRC $v_c = 80 - 120$ m/min	Härte = 52 – 60 HRC $v_c = 12 - 20$ m/min
Ø d mm	beschichtet	beschichtet	beschichtet	beschichtet	beschichtet
Vorschub pro Zahn f_z in mm					
2	0,005	0,005	0,004		
3	0,008	0,008	0,006		
4	0,015	0,013	0,009		
5	0,020	0,017	0,011	0,013	0,006
6	0,026	0,021	0,015	0,015	0,008
8	0,035	0,029	0,020	0,020	0,010
10	0,043	0,036	0,025	0,025	0,013
12	0,052	0,043	0,030	0,030	0,015
14	0,060	0,050	0,035	0,035	0,018
16	0,060	0,057	0,040	0,040	0,020
18	0,060	0,060	0,045	0,045	0,023
20	0,060	0,060	0,050	0,050	0,025



Für optimale Ergebnisse empfehlen wir im Gleichlauf zu fräsen.

Berechnungsformel:

$$f_z \text{ Fräsen} = f_z \text{ Tabelle} \cdot \text{Korrekturfaktor } xf_z$$

$$f_z \text{ Bohren} = \frac{f_z \text{ Fräsen}}{\text{Zähnezahl}}$$

- Vorschubkorrektur
- Bitte multiplizieren Sie den Wert f_z mit dem entsprechenden Korrekturfaktor xf_z aus der Tabelle auf Seite 14.

Stahl-, Guss-, Nichteisen-Werkstoffe

Radius-Schaftfräser		Radius-Schaftfräser		Formenbau-Radiusfräser		Torus-Schaftfräser		Torus-Schaftfräser	
Ø d mm	unbe- schichtet	beschichtet	unbe- schichtet	beschichtet	beschichtet	unbe- schichtet	beschichtet	unbe- schichtet	beschichtet
Vorschub pro Zahn f_z in mm									
2	0,010	0,015	0,009	0,010	0,005	0,010	0,015	0,009	0,010
3	0,025	0,030	0,018	0,020	0,015	0,018	0,020	0,010	0,015
4	0,035	0,040	0,025	0,030	0,030	0,025	0,030	0,018	0,020
5	0,055	0,060	0,045	0,050	0,050	0,035	0,040	0,025	0,030
6	0,065	0,070	0,055	0,060	0,060	0,055	0,060	0,045	0,050
8	0,090	0,100	0,075	0,080	0,070	0,075	0,080	0,065	0,070
10	0,110	0,120	0,090	0,100	0,080	0,090	0,100	0,075	0,080
12	0,135	0,150	0,110	0,120	0,090	0,110	0,120	0,090	0,100
16	0,165	0,180	0,135	0,150	0,100	0,135	0,150	0,110	0,120
18	0,180	0,200	0,165	0,180	0,110	0,145	0,160	0,125	0,140
20	0,200	0,220	0,180	0,200	0,120	0,165	0,180	0,135	0,150



Für optimale Ergebnisse empfehlen wir im Gleichlauf zu fräsen.

Berechnungsformel: $f_z \text{ Fräsen} = f_z \text{ Tabelle} \cdot \text{Korrekturfaktor } xf_z$

Vorschubkorrektur

- Bitte multiplizieren Sie den Wert f_z mit dem entsprechenden Korrekturfaktor xf_z aus der Tabelle auf Seite 14.

Gehärtete Stähle

	Härte = 40 – 63 HRC $v_c = 80 - 120 \text{ m/min}$	Härte = 40 – 60 HRC $v_c = 80 - 120 \text{ m/min}$	Härte = 40 – 60 HRC $v_c = 80 - 120 \text{ m/min}$	Härte = 40 – 60 HRC $v_c = 80 - 120 \text{ m/min}$	Härte = 40 – 60 HRC $v_c = 80 - 120 \text{ m/min}$	Härte = 40 – 60 HRC $v_c = 80 - 120 \text{ m/min}$
	Radius-Schaftfräser	Radius-Schaftfräser	Formenbau-Radiusfräser	Formenbau-Radiusfräser	Formenbau-Torusfräser	Formenbau-Torusfräser
Ø d mm	beschichtet	beschichtet	beschichtet	beschichtet	beschichtet	beschichtet
Vorschub pro Zahn f_z in mm						
2	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
3	0,015	0,010	0,015	0,010	0,015	0,010
4	0,030	0,015	0,030	0,015	0,030	0,015
5	0,050	0,020	0,050	0,020	0,050	0,020
6	0,060	0,030	0,060	0,030	0,060	0,030
8	0,070	0,035	0,070	0,035	0,070	0,035
10	0,080	0,040	0,080	0,040	0,080	0,040
12	0,080	0,050	0,080	0,050	0,080	0,050
16	0,100	0,080	0,100	0,080	0,100	0,080



Für optimale Ergebnisse empfehlen wir im Gleichlauf zu fräsen.

Berechnungsformel: $f_z \text{ Fräsen} = f_z \text{ Tabelle} \cdot \text{Korrekturfaktor } xf_z$

- Für gehärtete Stähle 58-64 HRc
- Schnittgeschwindigkeit $V_c = 130-160$ m/min.
- Trochoid Nutenfräsen

Gehärtete Stähle

			Trochoid Nutenfräsen *	
Fräuserschneiden Ø d mm	lang f_z (mm)	extra lang f_z (mm)	lang f_z (mm)	extra lang f_z (mm)
Vorschub pro Zahn f_z in mm				
6	0,018	0,015	0,008	0,006
8	0,022	0,018	0,010	0,008
10	0,025	0,020	0,013	0,010
12	0,029	0,023	0,015	0,012
14	0,033	0,027	0,018	0,015
16	0,035	0,028	0,020	0,016
18	0,039	0,032	0,023	0,019
20	0,041	0,033	0,025	0,021

* Beschreibung siehe Seite 11

Vorschubkorrektur-Empfehlungen: Vorschubkorrekturfaktor V_{kf}

Härte HRc	Schnittgeschwindigkeit V_c (m/min)	Vorschubkorrekturfaktor V_{kf}
54 - 58	140 - 200	1,1
58 - 64	130 - 160	1,0
64 - 70	80 - 120	0,9

Berechnungsformel: $f_z \text{ Fräsen} = f_z \text{ Tabelle} \cdot \text{Korrekturfaktor } V_{kf}$

- Für gehärtete Stähle 58-64 HRC
- Schnittgeschwindigkeit $V_c = 130-160$ m/min.

Gehärtete Stähle

Fräuserschneiden Ø d mm	lang f_z (mm)	extra lang f_z (mm)	lang f_z (mm)	extra lang f_z (mm)
	Vorschub pro Zahn f_z in mm			
0,25	0,001	0,001	0,001	0,001
0,5	0,002	0,001	0,001	0,001
1	0,005	0,004	0,003	0,002
2	0,006	0,005	0,005	0,004
3	0,015	0,012	0,010	0,008
4	0,030	0,025	0,015	0,012
5	0,050	0,040	0,020	0,016
6	0,060	0,050	0,030	0,024
8	0,070	0,060	0,035	0,028
10	0,080	0,070	0,040	0,032
12	0,090	0,080	0,050	0,040
14	0,095	0,085	0,070	0,056
16	0,100	0,090	0,080	0,064
20	0,120	0,100	0,100	0,080

Vorschubkorrektur-Empfehlungen: Vorschubkorrekturfaktor V_{kf}

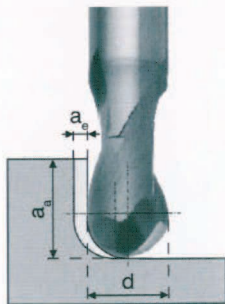
Härte HRC	Schnittgeschwindigkeit V_c (m/min)	Vorschubkorrekturfaktor V_{kf}
54 - 58	140 - 200	1,1
58 - 64	130 - 160	1,0
64 - 70	80 - 120	0,9

Berechnungsformel: $f_z \text{ Fräsen} = f_z \text{ Tabelle} \cdot \text{Korrekturfaktor } V_{kf}$

Formeln

- Allgemein
- Effektiver Fräserdurchmesser ($d_{\text{eff.}}$)

Allgemein



Beim Umfräsen bzw. Kugelkopierfräsen bei Schnittiefen von

$$a_a \geq 0,5 \cdot d \quad \text{und} \quad a_e \text{ 0,2 bis } 0,5 \cdot d$$

ist die Drehzahl anhand folgender Formel zu ermitteln:

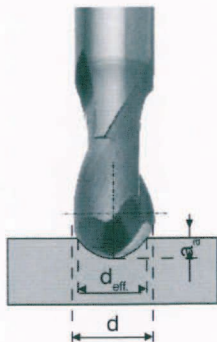
$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{d \cdot \pi} \quad [\text{min}^{-1}]$$

Effektiver Fräserdurchmesser ($d_{\text{eff.}}$)

Beim Umfräsen bzw. Kugelkopierfräsen bei Schnittiefen muss der effektive Fräserdurchmesser $d_{\text{eff.}}$ anhand folgender Formel ermittelt werden:

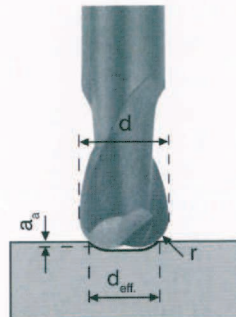
Radius- und Kugelkopfräser:

$$d_{\text{eff.}} = 2 \sqrt{a_a (d - a_a)}$$

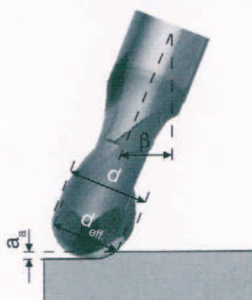


Torusfräser:

$$d_{\text{eff.}} = d - 2 \cdot r + 2 \cdot \sqrt{a_a (2 \cdot r - a_a)}$$

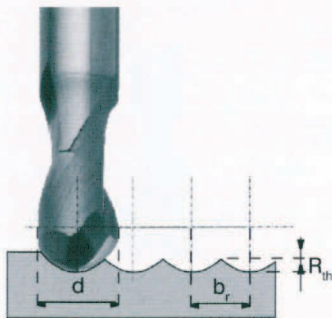


$$d_{\text{eff.}} = d \cdot \sin \left[\beta \pm \arccos \left(\frac{d - 2 \cdot a_a}{d} \right) \right]$$



- Theoretische Rauhtiefe (R_{th}) und Zeilensprung (b_r)
- Schnittdaten für das Kopierfräsen
- Formelzeichen

Theoretische Rauhtiefe (R_{th}) und Zeilensprung (b_r)



$$R_{th} = \frac{d}{2} - \frac{\sqrt{d^2 - b_r^2}}{4}$$

$$b_r = 2 \sqrt{R_{th} (d - R_{th})}$$

Um beim Kopierfräsen eine möglichst saubere Oberfläche zu erzielen, ist der Zeilensprung b_r dem Fräserdurchmesser d anzupassen.

Je kleiner der Fräserdurchmesser d ist, desto kleiner muss der Zeilensprung b_r gewählt werden.

Schnittdaten für das Kopierfräsen

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{d \cdot \pi} \cdot M_n$$

$$v_f = n \cdot f_z \cdot z$$

Formelzeichen

n = Spindeldrehzahl	[min ⁻¹]	h_m = Mittenspanndicke	[mm]
v_c = Schnittgeschwindigkeit	[m/min]	r = Stirneckenradius	[mm]
v_f = Vorschubgeschwindigkeit	[mm/min]	a_a = Frästiefe axial	[mm]
f_z = Vorschub pro Zahn	[mm]	a_e = Fräsbreite	[mm]
f = Vorschub pro Umdrehung	[mm]	b_r = Zeilensprung	[mm]
d = Fräserdurchmesser	[mm]	z = Zähnezahl	
d_{eff} = effekt. Fräserdurchmesser	[mm]	M_n = Multiplikationsfaktor für die Drehzahl n	

Formeln

- Schruppbearbeitung
- Schlichtbearbeitung

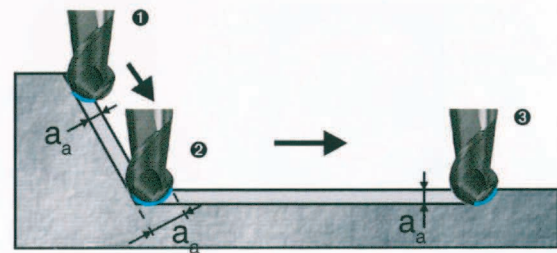
Drehzahlmultiplikationsfaktoren (M_n) für das Kopierfräsen

Schruppbearbeitung			
	Umfangs- bzw. Kugelkopierfräsen	Kugelkopierfräsen	
axiale Frästiefe a_a	$0,5 \cdot d$	$> 0,5 \cdot d$	$0,2 \cdot d$ bis $0,5 \cdot d$
Zeilensprung b_r	$1 \cdot d$	$0,2 \cdot d$ bis $0,5 \cdot d$	$0,2 \cdot d$ bis $0,5 \cdot d$
Multiplikationsfaktor M_n	1	1	1,1
Schlichtbearbeitung			
	Kugelkopierfräsen mit runden Wendeplatten		
axiale Frästiefe a_a	$< 0,2 \cdot d$	$0,2 \cdot d$ bis $0,5 \cdot d$	$> 0,5 \cdot d$
Zeilensprung b_r	$< 0,2 \cdot d$	$< 0,2 \cdot d$	$< 0,2 \cdot d$
Multiplikationsfaktor M_n	2	1,3	1

- Beim Tauch- bzw. Ziehfräsen von Gesenken ist der Vorschub den verschiedenen Fräsepositionen anzupassen. Andernfalls kann die Schneide durch Überlastung (Vibrationen, Abdrängung oder Rattern) beschädigt werden.

Tauch- bzw. Ziehfräsen

- 1 Beim Bearbeiten der Nutflanken sind relativ hohe Vorschübe möglich, da der Fräser nur einen verhältnismäßig geringen Eingriff ins Material hat (blau gekennzeichnete Bereich).
- 2 Starke Erhöhung der Schnitttiefe beim Erreichen des Nutgrundes durch größere Eingriffsbreite des Fräses. Hier ist unbedingt der Vorschub zu reduzieren, da sonst durch Vibrationen, Abdrängung oder Rattern ein Werkzeugbruch verursacht werden kann. In welcher Größenordnung der Vorschub verringert werden muss, ist vom Kopierwinkel und der axialen Schnitttiefe abhängig.
- 3 Wird der Eingriff des Fräses beim Bearbeiten des Nutgrundes wieder relativ gering, kann der Vorschub wieder erhöht werden.



Richtlinie

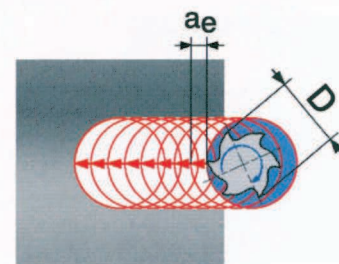
Je steiler der Winkel, desto kleiner der Vorschub.
 Je stumpfer der Winkel, desto größer der Vorschub.

Trochoides Nutenfräsen ins Volle – die bessere Alternative für gehärtete Stähle

Beispiel:	Nutbreite	20 mm
	Nuttiefe (a_p)	20 mm
	Fräser-Ø	16 mm

Ablauf:

Trochoid Nutenfräsen ähnelt dem Kreistaschenfräsen.
 Je nach Steuerung wird ein $1/4$ -, $1/2$ - oder $3/4$ -Kreis programmiert.
 Die Zustellung (a_e) erfolgt durch Nullpunktverschiebung.



Vorteile dieses Verfahrens sind:

- schneller als Erodieren oder Abzeilen
- minimaler Werkzeugverschleiß durch Eingriffstiefe (a_p) 1 - 1,5 x D und kurze Eingriffszeiten

Schnittdatenrichtwerte:

$a_e = 0,1 - 0,5$ je nach Fräser-Ø

$a_p = 1 - 1,5 \times D$

$V_c \approx 100$ m/min. bei 56 - 60 HRC

$V_c \approx 80$ m/min. bei 61 - 65 HRC

$V_c \approx 60$ m/min. bei ≥ 66 HRC

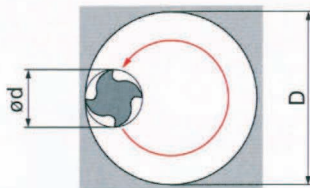
$f_z = f_z \text{ Tabelle} \cdot \text{Korrekturfaktor } V_{kf}$

Trochoides Nutenfräsen: Als Spannmittel sollten nur möglichst kurze Schrumpffutter oder Präzisionsspannzangenfutter verwendet werden! Der Fräseschneiden-Ø sollte mindestens 20 - 25 % kleiner als die Nutbreite sein.

Formeln

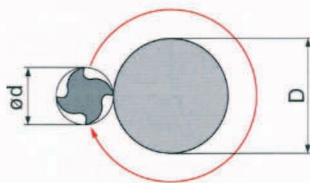
- Innenkontur
- Außenkontur
- Spiralförmiges Eintauchen

Innenkontur



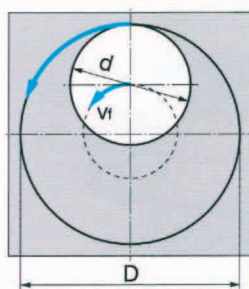
$$v_{fm} \text{ (mm/min)} = \frac{v_f \cdot (D-d)}{D}$$

Außenkontur



$$v_{fm} \text{ (mm/min)} = \frac{v_f \cdot (D+d)}{D}$$

Spiralförmiges Eintauchen



$$v_f \text{ (mm/min)} = \frac{n \cdot f_z \cdot z \cdot (D-d)}{D}$$



Schnittdaten für Radiusfräser mit Blueline-Beschichtung



Daten
.....

Schruppfräsen ▼
Schlichtfräsen ▼▼▼

Werkstoff	Bearbeitungsart	v_c m/min.		a_p	Schnittdaten	$\varnothing > 1,0$ mm	$\varnothing > 2,0$ mm	$\varnothing > 3,0$ mm	$\varnothing > 4,0$ mm	$\varnothing > 5,0$ mm	$\varnothing > 6,0$ mm	$\varnothing > 8,0$ mm	$\varnothing > 10,0$ mm	$\varnothing > 12,0$ mm
legierter Stahl bis 12000 N/mm ² < 35 HRC	konventionell	60-180	▼	$a_p=0,06-0,08 \times D$ $a_e=0,3 \times D$	$n=\min'$ $V_f=\text{mm/min}$ $f_2=\text{mm/Zahn}$	19500 ≈ 750 0,02	19000 1200 0,03	16000 1600 0,05	12000 1700 0,07	11000 1900 0,09	9500 2100 0,12	7500 2200 0,15	5800 2000 0,18	4800 1800 0,20
	HSC	250-350	▼	$a_p=0,06-0,08 \times D$ $a_e=0,3 \times D$	$n=\min'$ $V_f=\text{mm/min}$ $f_2=\text{mm/Zahn}$	80000 3200 0,02	48000 2800 0,03	32000 3200 0,05	24000 3400 0,07	20000 3600 0,09	18000 4000 0,12	14000 4100 0,15	11000 3900 0,18	9000 3500 0,20
	konventionell	60-200	▼▼▼	$a_p=0,05-0,1 \times D$ $a_e=0,02-0,05 \times D$	$n=\min'$ $V_f=\text{mm/min}$ $f_2=\text{mm/Zahn}$	19500 1900 0,05	19000 2300 0,06	19000 2700 0,07	14000 2600 0,09	12000 2400 0,10	10000 2100 0,11	8000 2000 0,12	7000 1700 0,13	6000 1500 0,14
	HSC	250-350	▼▼▼	$a_p=0,05-0,1 \times D$ $a_e=0,02-0,05 \times D$	$n=\min'$ $V_f=\text{mm/min}$ $f_2=\text{mm/Zahn}$	80000 8000 0,05	48000 6000 0,06	32000 4500 0,07	24000 4200 0,09	20000 3800 0,10	16000 3500 0,11	14000 3200 0,12	11000 2900 0,13	10000 2500 0,14
niedrig gehärteter Stahl bis 1450 N/mm ² < 45 HRC	konventionell	60-180	▼	$a_p=0,06-0,08 \times D$ $a_e=0,3 \times D$	$n=\min'$ $V_f=\text{mm/min}$ $f_2=\text{mm/Zahn}$	19500 750 0,02	19000 1200 0,03	16000 1600 0,05	12000 1400 0,06	11000 1600 0,07	9500 1700 0,09	7500 1800 0,12	5800 1800 0,16	4800 1600 0,18
	HSC	250-350	▼	$a_p=0,06-0,08 \times D$ $a_e=0,3 \times D$	$n=\min'$ $V_f=\text{mm/min}$ $f_2=\text{mm/Zahn}$	80000 3200 0,02	48000 2800 0,03	32000 3200 0,05	24000 2900 0,06	20000 3000 0,08	18000 3300 0,09	14000 3500 0,12	11000 3400 0,16	9000 3000 0,18
	konventionell	60-200	▼▼▼	$a_p=0,05-0,1 \times D$ $a_e=0,02-0,05 \times D$	$n=\min'$ $V_f=\text{mm/min}$ $f_2=\text{mm/Zahn}$	19500 1900 0,05	19000 2300 0,06	19000 2700 0,07	14000 2600 0,09	12000 2400 0,10	10000 2100 0,11	8000 2000 0,12	7000 1700 0,13	6000 1500 0,14
	HSC	250-350	▼▼▼	$a_p=0,05-0,1 \times D$ $a_e=0,02-0,05 \times D$	$n=\min'$ $V_f=\text{mm/min}$ $f_2=\text{mm/Zahn}$	80000 8000 0,05	48000 6000 0,06	32000 4500 0,07	24000 4200 0,09	20000 3800 0,10	16000 3500 0,11	14000 3200 0,12	11000 2900 0,13	10000 2500 0,14
gehärteter Stahl 45 - 55 HRC	konventionell	60-150	▼	$a_p=0,05-0,06 \times D$ $a_e=0,25 \times D$	$n=\min'$ $V_f=\text{mm/min}$ $f_2=\text{mm/Zahn}$	19500 400 0,01	16000 600 0,02	13000 1000 0,04	10000 900 0,05	8500 1000 0,06	7500 1200 0,08	5500 1250 0,11	4500 1100 0,12	3800 1000 0,14
	HSC	180-250	▼	$a_p=0,05-0,06 \times D$ $a_e=0,25 \times D$	$n=\min'$ $V_f=\text{mm/min}$ $f_2=\text{mm/Zahn}$	75000 3000 0,02	38000 2300 0,03	28000 2200 0,04	21000 2500 0,06	17000 2600 0,07	15000 2700 0,09	11000 2600 0,12	9000 2500 0,14	7500 2200 0,15
	konventionell	60-150	▼▼▼	$a_p=0,05-0,08 \times D$ $a_e=0,02-0,04 \times D$	$n=\min'$ $V_f=\text{mm/min}$ $f_2=\text{mm/Zahn}$	19500 1500 0,04	19000 1900 0,05	14000 1700 0,06	10000 1600 0,08	9000 1700 0,09	8000 1800 0,11	6000 1400 0,12	5000 1200 0,13	4000 1100 0,14
	HSC	250-280	▼▼▼	$a_p=0,05-0,08 \times D$ $a_e=0,02-0,04 \times D$	$n=\min'$ $V_f=\text{mm/min}$ $f_2=\text{mm/Zahn}$	80000 6500 0,04	40000 4000 0,05	27000 3200 0,06	20000 3000 0,08	16000 3100 0,09	15000 3300 0,11	11000 2700 0,12	9000 2400 0,13	7000 2000 0,14
gehärteter Stahl 55 - 65 HRC	konventionell	60-120	▼	$a_p=0,03-0,04 \times D$ $a_e=0,25 \times D$	$n=\min'$ $V_f=\text{mm/min}$ $f_2=\text{mm/Zahn}$	19500 400 0,01	13000 500 0,02	11000 650 0,03	8000 800 0,05	7000 800 0,06	6500 900 0,07	5000 800 0,09	4000 900 0,12	3000 800 0,13
	HSC	180-240	▼	$a_p=0,03-0,04 \times D$ $a_e=0,25 \times D$	$n=\min'$ $V_f=\text{mm/min}$ $f_2=\text{mm/Zahn}$	58000 1100 0,01	29000 1000 0,02	21000 1700 0,04	16000 1600 0,05	14000 1800 0,06	12000 2000 0,08	10000 1900 0,10	8000 2000 0,13	7000 1800 0,14
	konventionell	60-150	▼▼▼	$a_p=0,04-0,06 \times D$ $a_e=0,02-0,04 \times D$	$n=\min'$ $V_f=\text{mm/min}$ $f_2=\text{mm/Zahn}$	19500 1100 0,03	19000 2000 0,05	13000 1500 0,06	10000 1500 0,08	9000 1600 0,09	8000 1600 0,10	6000 1300 0,11	5000 1100 0,12	4000 1000 0,13
	HSC	200-250	▼▼▼	$a_p=0,04-0,06 \times D$ $a_e=0,02-0,04 \times D$	$n=\min'$ $V_f=\text{mm/min}$ $f_2=\text{mm/Zahn}$	64000 3800 0,03	32000 3200 0,05	22000 2500 0,06	16000 2500 0,08	15000 2500 0,09	13000 2600 0,10	10000 2200 0,11	8000 2000 0,12	6500 1700 0,13
gehärteter Stahl 56 - 70 HRC	konventionell	50-80	▼	$a_p=0,02-0,03 \times D$ $a_e=0,2 \times D$	$n=\min'$ $V_f=\text{mm/min}$ $f_2=\text{mm/Zahn}$	16000 330 0,01	8000 330 0,02	5500 340 0,03	4000 400 0,05	4100 500 0,06	4200 600 0,07	3000 550 0,09	2500 600 0,12	2000 550 0,13
	HSC	120-160	▼	$a_p=0,02-0,03 \times D$ $a_e=0,2 \times D$	$n=\min'$ $V_f=\text{mm/min}$ $f_2=\text{mm/Zahn}$	38000 800 0,01	19000 800 0,02	13000 1000 0,04	10000 900 0,05	9000 1200 0,06	8500 1400 0,08	6500 1300 0,10	5000 1350 0,12	4500 1200 0,14
	konventionell	80-120	▼▼▼	$a_p=0,02-0,04 \times D$ $a_e=0,02-0,03 \times D$	$n=\min'$ $V_f=\text{mm/min}$ $f_2=\text{mm/Zahn}$	19000 1200 0,03	15000 1400 0,05	10000 1200 0,06	8000 1100 0,08	7000 1200 0,09	6500 1300 0,10	5000 1000 0,11	4000 900 0,12	3500 800 0,13
	HSC	160-190	▼▼▼	$a_p=0,02-0,04 \times D$ $a_e=0,02-0,03 \times D$	$n=\min'$ $V_f=\text{mm/min}$ $f_2=\text{mm/Zahn}$	48000 3000 0,03	24000 2500 0,05	16000 1900 0,06	12000 1900 0,08	11000 2000 0,09	10000 2100 0,10	8000 1800 0,11	6500 1500 0,12	5500 1400 0,13

Schnittdaten und Korrekturfaktor x_f für die Vorschubberechnung



Daten

Werkstoffgruppe	Zugfestigkeit	Kurzbezeichnung	Schnittgeschwindigkeit Vc (m/min)				Korrekturfaktor f _z	
			Schrupp- und Nutenfräsen		Schlichtfräsen			
			un- beschichtet	TiAlN	un- beschichtet	TiAlN		
Stähle	≤ 400 N/mm²	Q-St37-3	80-100	120-140	160-190	200-240	1,2	
		R-Fe80	80-100	120-140	160-190	200-240	1,2	
	≤ 600 N/mm²	9SMnPb28	60-80	100-120	120-160	170-200	1,2	
		St37-2	60-80	100-120	120-160	170-200	1,2	
	≤ 850 N/mm²	St70-2	50-60	90-110	100-120	150-180	1,1	
		GS-25CrMo4	50-60	90-110	100-120	150-180	1,1	
	≤ 1100 N/mm²	16MnCr5	40-50	70-90	90-110	120-140	1,0	
		Ck45	40-50	70-90	90-110	120-140	1,0	
	≤ 1400 N/mm²	100Cr6	40-50	70-90	90-110	120-140	1,0	
		X155CrVMo12-1	40-50	70-90	90-110	120-140	1,0	
		42CrMo4V	30-40	60-75	70-90	90-120	0,8	
X30WCrV5-3		30-40	60-75	70-90	90-120	0,8		
Gehärtete Stähle	44-55 HRC	55NiCrMoV6				80-180	0,7	
	55-60 HRC	45WCrV7				80-180	1,1	
	60-63 HRC	X155CrVMo12-1				90-150	1,0	
	63-66 HRC	X210CrW12				80-140	0,9	
Rostfreie Stähle	≤ 850 N/mm²	X10NiCrAlTi32-20	30-40	55-70	70-80	80-100	1,0	
		X12CrNiTi18-9	30-40	55-70	70-80	80-100	1,0	
		X6CrNiMoTi17-12-2	30-40	55-70	70-80	80-100	1,0	
	≤ 1100 N/mm²	X45SiCr4		50-60		50-80	0,9	
Gusswerkstoffe		GG 20	50-70	80-100	110-130	140-160	1,1	
		GG 30	50-70	80-100	110-130	140-160	1,1	
		GGG 40	50-60	70-90	100-110	120-150	1,1	
		GGG 70	50-60	70-90	100-110	120-150	1,1	
		GGV (80% Perlit)	30-40	60-75	70-90	100-120	1,0	
		GGV (100% Perlit)	30-40	60-75	70-90	100-120	1,0	
		GTW 40	50-60	90-110	115-130	150-180	1,1	
		GTS 65	50-60	90-110	115-130	150-180	1,1	
	≤ 500 N/mm²	E-Cu	80-110	150-180	160-220	250-300	1,2	
NE-Werkstoffe		CuZn40 (Ms60)	90-110	140-160	200-220	240-270	1,1	
		CuZn37 (Ms63)	90-110	140-160	200-220	240-270	1,1	
		CuZn39Pb2 (Ms58)	90-100	135-155	180-200	230-260	1,1	
		CuAl10Ni	70-90	120-140	140-180	200-240	1,2	
		GCuSn5ZnPb (Rg5)	110-120	170-190	220-240	280-320	1,2	
		GCuSn7ZnPb (Rg7)	110-120	170-190	220-240	280-320	1,2	
		Ampco 16		35-50		60-80	1,0	
		Ampco 20		Okt 20		15-20	0,7	
		Al99,5 (F13)	250-270	350-420	500-550	600-700	1,9	
		AlCuMg1 (F39)	250-270	350-420	500-550	600-700	1,9	
		G-AlMg3	220-250	300-360	450-500	500-600	1,8	
		GD-AlSi9Cu3		160-210		250-350	1,6	
		GD-AlSi12		160-210		250-350	1,6	
		G-AlSi17Cu4		90-120		150-200	1,5	
		MgAl6	220-270	300-360	450-550	500-600	1,8	
		GMgAl9Zn1	220-250	300-360	450-500	500-600	1,9	
		Bakelit	50-60	80-100	100-130	130-160	2,0	
		Hostalen	90-100	150-210	180-210	250-350	2,0	
		CFK / GFK / AFK	40-50	60-85	80-100	100-140	1,0	
		C-8000		120-145		200-240	1,0	
		W-Cu 80/20	30-40	55-75	70-90	90-120	1,1	
	Hochwarmfeste Legierungen	≤ 850 N/mm²	NiCu30Fe (Monel 400)		35-45		60-70	1,1
		850-1400 N/mm²	NiCr19NbMo (Inconel 718)		25-35		40-60	1,0
		> 1400 N/mm²	Haynes 25 (L605)		18-25		30-40	0,7
≤ 900 N/mm²		Ti3 (Ti99,4)	40-50	60-72	80-100	100-120	1,0	
		TiAl6V4	40-50	60-72	80-100	100-120	1,0	
900-1250 N/mm²		TiAl4Mo4Sn2		40-50		70-80	0,9	
≤ 1400 N/mm²		X5NiCrTi26-15		25-35		40-60	0,7	
		Ferro TiC		18-25		30-40	0,7	
	Hardox500		18-25		30-40	0,7		