

Bereich in eine kreiszylindrische Form bringt und somit das Einführen des Fräswerkzeuges ermöglicht. Nach Entlastung nimmt der Werkzeughalter wieder seine polygone Form an und spannt das Werkzeug kraftschlüssig. Der Werkzeugwechsel ist in ca. 20 Sekunden vollzogen. Die in Bild 11.53 (2) gezeigte Ausführung TRIBOS-R für die Schwerzerspannung verfügt durch die eingebrachten Einsätze in den Hohlkammern für eine ausgezeichnete Schwingungsdämpfung. Das Polygonspannprinzip sorgt, wie in Bild 11.54 in Form der extrem schlanken und hochpräzisen Verlängerung zu sehen ist, die auch mit den verschiedensten Spannfuttern kombiniert werden kann, für eine minimale Störkontur.

Die Rundlaufgenauigkeit der Tribos Präzisionswerkzeughalter beträgt $< 0,003$ mm und diese sind feingewuchtet mit einer Wuchtgüte G 2.5 und ermöglichen einen Einsatz bis Drehzahlen von 25.000 min^{-1} .



Bild 11.54

Werkzeugverlängerung mit dem Polygonspannprinzip (Werkfoto: Firma Schunk GmbH & Co. KG)

Im Bild 11.55 ist die Warmschrumpftechnik dargestellt, bei der ebenfalls Fräterschäfte in h6-Qualität aufgenommen werden können. Die Werkzeugaufnahme, hier für die HSC-Bearbeitung (HSK 63 A) wird im Schrumpfadapter aufgenommen und je nach Schaftdurchmesser in einem engen Zeitzyklus induktiv erwärmt, der aufgesetzte Fräser wird in die gedehnte Bohrung gefügt und auf der Kühlstation ca. 3 min auf Raumtemperatur gekühlt. Wie beim Polygonspannprinzip muss die Dehnung der Aufnahmebohrung im elastischen Bereich ($< R_p 0,2$) erfolgen, damit es nicht zu Gefügeänderungen bzw. plastischen Verformungen kommt.



Bild 11.55

Warmschrumpfstation mit Kühleinheit (links) und gefügter Schaftfräser in einer HSK 63 A Aufnahme (Foto: Müller, HTW Dresden)

11.7.7 Befestigungen für Messerköpfe

Messerköpfe werden entweder direkt an der Fräsmaschinen- oder Bohrwerkspindel, oder indirekt mittels Reduzierflansch, aufgenommen.

Bei der direkten Aufnahme an der Fräsmaschinenspindel (Bild 11.56) unterscheidet man nach DIN 2079 2 Ausführungsformen. Bei Ausführungsform A wird der Messerkopf am Außendurchmesser der Frässpindel zentriert und mit Innensechskantschrauben befestigt. Das Drehmoment wird durch einen Querkeil übertragen. Bei Ausführung B wird der Messerkopf über einen Dorn, der mit Innenanzugsgewinde ausgeführt ist, innen zentriert.

Bei kleineren Messerköpfen ist eine direkte Innen- oder Außenzentrierung des Messerkopfes an der Spindel nicht möglich, deshalb arbeitet man mit einem Reduzierflansch.

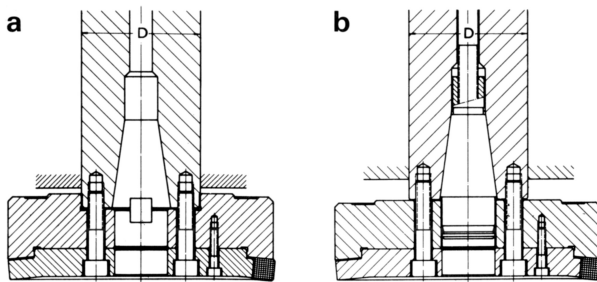


Bild 11.56

Direktaufnahme von Messerköpfen an der Fräsmaschinenspindel

- a) mit Außenzentrierung, DIN 2079 A,
- b) mit Innenzentrierung DIN 2079 B

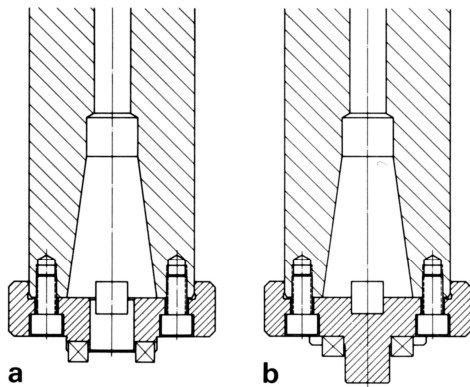


Bild 11.57

Reduzierflanschen zur Aufnahme von Messerköpfen

- a) Spindel- und Messerkopfseite außenzentriert
- b) Spindel- und Messerkopfseite innenzentriert

Solche Reduzierflanschen (Bild 11.57) sind an der Spindel- und Messerkopfseite mit einer Außenzentrierung versehen.

An der Messerkopfseite hat Reduzierflansch Ausführungsform A (Bild 11.57a) eine Außenzentrierung und Ausführungsform B (Bild 11.57b) eine Innenzentrierung.

11.7.8 Schneidstoffe

11.7.8.1 Werkzeuge aus Schnellarbeitsstahl

Der bevorzugte Werkstoff für Walzen-, Walzenstirn- und Schaftfräser ist der Schnellarbeitsstahl. Hier unterscheidet man 3 Gruppen:

a) *normaler Schnellarbeitsstahl*

Die normalen Schnellarbeitsstähle sind Stähle mit höchster Zähigkeit aber begrenzter Warmfestigkeit.

Tabelle 11.4 zeigt einige gebräuchliche Schnellarbeitsstähle für Fräswerkzeuge.

Tabelle 11.4 Schnellarbeitsstähle für Fräswerkzeuge

Werkstoff-Nr.	EN 96
1.3318	HS 12-1-2
1.3343	HS 6-5-2
1.3346	HS 2-9-1
1.3355	HS 18-0-1
1.3357	HS 18-0-2

b) *Mit Kobalt legierte Schnellarbeitsstähle*

Mit Kobalt legierte Schnellarbeitsstähle (auch HSS-E genannt) sind Stähle mit hoher Zähigkeit und großer Warmfestigkeit. Sie unterscheiden sich von den Stählen der Gruppe a) durch zusätzliche Kobaltzusätze zwischen 3 und 5 %.

Tabelle 11.5 HSS-E-Qualitäten

Werkstoff-Nr.	EN 96
1.3211	HS 12-1-5-5
1.3243	HS 6-6-2-5

c) *HSS-ES-Super-Kobalt-Stähle*

Die HSS-ES-Stähle sind Stähle mit weiter vergrößerter Warmfestigkeit und großer Verschleißfestigkeit.

Es sind hochlegierte Stähle, mit C-Gehalten von 1,2–1,4 %, Vanadiumanteilen von 3,5–4 % und Kobaltgehalten von 5–11 %. Diese Stähle sind spröder als die üblichen Schnellarbeitsstähle und die mit Kobalt legierten Schnellarbeitsstähle. Deshalb müssen Fräser aus HSS-ES große Querschnitte haben, weil sonst die Zähne ausbrechen.

Aus diesem Grund setzt man auch die HSS-ES-Qualitäten nur für Fräser, deren Durchmesser größer als 20 mm sind, ein.

Tabelle 11.6 HSS-ES-Qualitäten

Werkstoff-Nr.	EN 96
1.3202	HS 12-1-4-5
1.3207	HS 10-4-3-10

HS-Werkzeuge werden vielfach zur Verbesserung des Standweges mit Hartstoffbeschichtungen (TiC, TiN) versehen.

11.7.8.2 Hartmetall

Für Schruppzerspanungen setzt man überwiegend Fräser mit eingesetzten Hartmetallschneiden (Wendeschneidplatten) ein.

Bei Schaftfräsern setzt man überwiegend Vollhartmetall-Schaftfräser mit und ohne Hartstoffbeschichtung (TiC, TiN) ein, die sich durch erhöhte Standwege auszeichnen.

11.8 Fehler beim Fräsen

Tabelle 11.7

Auswirkung am Werkzeug	Fehlerursache	Abhilfe
Werkzeugstandzeit zu gering (Schnellarbeitsstahl- Werkzeuge)	Schnittgeschwindigkeit zu hoch	v herabsetzen
	zu kleiner Spanwinkel zu kleiner Freiwinkel	Winkel überprüfen
Schneiden am Fräser brechen aus	Vorschub f_z pro Fräterschneide zu groß	Vorschub f_z herabsetzen
	Spanraum zwischen den Schneiden zu klein	Werkzeug mit anderer Teilung bzw. anderen Werkzeugtyp verwenden
	Werkzeug klettert beim Gleichlaufräsen	Spindelspiel im Fräsmaschi- nentisch beseitigen
Fräswerkzeuge (Walzenfräser) sind nicht parallel zur Frässpindelachse	Stirnflächen der Fräsdornringe und der Spannmutter sind nicht rechtwinkelig zur Achse	Spannmutter und Fräsdornringe austauschen
Fräser drückt am Schneidenrück- en (Walzen- und Schaftfräser)	Freiwinkel zu klein	Freiwinkel vergrößern
	falsche Winkel am Werkzeug	Schneidplatten so schleifen, dass nur die Fasen negativ, die Hauptschneide aber einen positiven Spanwinkel hat
Standzeit bei Messerköpfen ungenügend (Hartmetallplatten)	Messerkopf schlägt	Aufnahmezentrierung überprüfen
	Schneidplatten aus Hartmetall brechen am Messerkopf aus	gewählte Hartmetallsorte zu spröde
Schneidplatten nicht richtig fest- gespannt oder Auflageflächen nicht plan		Spannsystem am Messerkopf überprüfen

Auswirkung am Werkzeug	Fehlerursache	Abhilfe
Oberflächengüte ungenügend	Schnittgeschwindigkeit zu klein	v_c erhöhen
	Vorschub pro Schneide zu groß	Vorschub verringern
	Fräser rattert (Folge von Schwingungen)	Fräserdorn verstärken
	zu große Schnittkräfte	Spanquerschnitt verkleinern oder Spanwinkel vergrößern
	Werkstückspannung ungenügend	Spannung überprüfen
Oberfläche zeigt Vertiefungen in gleichen Abständen	Fräser (Walzen-Scheiben- oder Schaftfräser) schlägt	Fräserdorn und Spannelement bzw. Fräserschaft überprüfen

11.9 Richtwerttabellen

Tabelle 11.8 Durchmesser und Zähnezahlen für Walzenfräser aus Schnellarbeitsstahl

Typ	Fräserdurchmesser in mm ↓ Fräser →											
		10	20	30	40	50	63	80	100	125	160	200
N	Walzenfräser DIN 884				4	4	5	7	8	10	12	
	Walzenstirnfräser DIN 841				6	6	7	8	10	12	14	
	Scheibenfräser DIN 885A					12	14	14	14	16	18	20
	Schaftfräser DIN 844	4	4	6	6	8	10					
	Langlochfräser DIN 326D	2	2	2	2							
H	Walzenfräser				10	10	10	12	14	16	20	
	Walzenstirnfräser				12	12	12	14	16	18	20	
	Scheibenfräser					16	18	20	24	28	28	36
	Schaftfräser	6	8	10	12	12	14					
	Langlochfräser	2	2	2	2							
W	Walzenfräser				3	4	4	4	5	6	8	
	Walzenstirnfräser				3	4	5	6	6	6	8	
	Scheibenfräser					6	6	6	8	8	10	12
	Schaftfräser	3	3	4	4							
	Langlochfräser	2	2	2	2							

Tabelle 11.9 Winkel an Fräsern aus Schnellarbeitsstahl in Grad

Werkstoff	Walzen- und Walzenstirnfräser			Scheibenfräser			Schaftfräser		
	α	γ	λ	α	γ	λ	α	γ	λ
Stahl bis 850 N/mm ²	6	12	40	6	12	15	7	10	20
Stahlguss	5	12	40	5	10	20	6	10	30
Grauguss	6	12	40	6	12	15	7	12	30
Messing	6	15	45	6	15	20	6	12	35
Al-Leg.	8	25	50	8	25	30	10	25	40

Tabelle 11.10 Vorschübe pro Schneide f_z in mm und zulässige Schnittgeschwindigkeiten für das Fräsen mit Werkzeugen aus Schnellarbeitsstahl und Hartmetall für Schnitttiefen $a_e = 8$ mm (Schruppen) und $a_e = 1$ mm (Schlichten) bzw. bei Fräserbreiten b in mm (Scheibenfräser), oder Fräserdurchmesser in mm (Schaftfräser)

Werkstoff	Festigkeit bzw. Brinellhärte in N/mm ²	Walzenfräser		Walzenstirnfräser		Scheibenfräser		Schaftfräser		Werkzeugwerkstoff			
		f_z	a_e		f_z	a_e		f_z	b		f_z	Ø	
			8	1		8	1						bis 20
S 185-S 275 JR	bis 500	0,22	24	33	0,22	20	30	0,12	16	0,1	28	24	SS
C 15-C 22			120	200		120	200		180		200	180	HM
E 295-E 335	500-800	0,18	20	33	0,18	18	30	0,12	14	0,08	24	20	SS
C 35-C 45				80		200			70		180		120
E 360	750-900	0,12	15	28	0,12	14	25	0,09	12	0,06	22	18	SS
C 60				70		150			65		140		100
16 MnCr 5	850-1000	0,12	10	25	0,12	9	18	0,08	16	0,08	20	16	SS
30 Mn 5				50		100			45		90		100
42 CrMo 4	1000-1400	0,09	8	13	0,09	7	12	0,07	10	0,06	24	20	SS
50 CrMo 4				20		60			20		60		80
GE 240-GE 260	450-520	0,18	12	16	0,12	10	14	0,09	12	0,08	20	18	SS
				40		85			35		80		100
GJL 100-GJL 200	1400-1800 HB	0,22	15	25	0,22	13	22	0,12	14	0,08	20	18	SS
				60		100			55		90		120
GJL 250-GJL 300	1800-2200 HB	0,22	10	18	0,18	9	16	0,09	12	0,07	18	14	SS
				40		80			35		75		100
CuZn 37-CuZn 42 (Ms 63)	800-1200 HB	0,22	35	75	0,18	32	70	0,08	40	0,08	60	50	SS
				80		200			75		180		150
Al-Leg. 9-13 % Si	600-1000 HB	0,12	80	200	0,12	70	180	0,09	180	0,06	240	200	SS
				100		300			90		280		250

SS bedeutet Schnellarbeitsstahl, HM bedeutet Hartmetall

Die angegebenen v_c -Werte gelten für eine Standlänge von 15 m.

Die Vorschübe pro Zahn f_z in mm gelten für eine Schrupperzspannung. Beim Schlichten sind diese Werte um 40 bis 50 % zu verringern.

Bei Scheiben- und Schaftfräsern beziehen sich die v_c -Werte auf das Schruppen. Für das Schlichten können diese Werte um 20 % erhöht werden. (Tabellenwerte sind ausgemittelte Werte von Werkzeugherstellern und [15])

Tabelle 11.11 Schnittgeschwindigkeiten v_c in m/min, Vorschübe f_z in mm pro Schneide und Werkzeugwinkel für hartmetallbestückte Messerköpfe. Die Werte für das Schruppen gelten für Schnitttiefen bis $a = 10$ mm.

Werkstoff	Art der Bearbeitung	f_z in mm	v_c in m/min	Werkzeugwinkel in Grad				Hartmetall
				α	γ	φ	λ	
E 295-E 335 C 35-C 45	Schruppen	0,2-0,5	100-180	8-12	5-10	-4	-8	P 25 bis P 40
	Schlichten	0,1-0,2	120-200					
E 360 und leicht legierte Stähle	Schruppen	0,2-0,5	70-140	8-12	5-10	-10	-8	
	Schlichten	0,1-0,2	90-180					
hochlegierte Stähle Gesenkstähle	Schruppen	0,2-0,4	50-100	8-10	5	-10	-8	
	Schlichten	0,1-0,2	70-120					
GE 240-GE 260	Schruppen	0,2-0,4	60-100	8-10	5-10	-10	-8	
	Schlichten	0,1-0,2	70-120					
GJL 250-GJL 300	Schruppen	0,2-0,5	60-120	8-12	0-8	-4	-8	
	Schlichten	0,2-0,3	80-140					
CuZn 42-CuZn 37 (Ms 63)	Schruppen	0,2-0,4	80-140	8-10	10-12	0	-8	K 10 bis K 20
	Schlichten	0,1-0,3	90-150					
Al-Leg. (9-13 % Si) G-AlSi	Schruppen	0,1-0,6	300-600	8-12	12-20	0 bis +15	-4 bis +4	
	Schlichten	0,05-0,2	400-900					

Auszug aus Richtwerttabellen für Messerköpfe der Firmen Krupp Widia-Fabrik, Essen, und Montan-Werke Walter, Tübingen. Der Einstellwinkel liegt bei den Messerköpfen zwischen 45° und 90°.

11.10 Beispiele

Beispiel 1

Das skizzierte Werkstück (Bild 11.58) aus E 335 hat eine Länge von 500 mm und soll auf der Oberseite mit einem Walzenfräser in einem Schruppschnitt von 46 mm auf 40 mm Dicke gefräst werden.

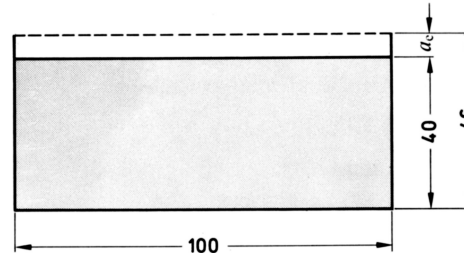


Bild 11.58

Zu fräsendes Werkstück

gegeben:

vorhandene Drehzahlen an der Fräsmaschine

$$n_c = 35,5; 50; 71; 100 \dots$$

einstellbare Vorschubgeschwindigkeiten v_f an der Fräsmaschine

$$v_f = 16\text{--}2500 \text{ mm/min stufenlos einstellbar}$$

Wirkungsgrad der Maschine $\eta = 0,7$

gesucht:

1. Wahl des Werkzeuges
2. Antriebsleistung der Maschine
3. Fräszeit (Hauptzeit) für ein Werkstück

Lösung:

1. Wahl des Werkzeuges:

Walzenfräser Typ N aus SS DIN 884 (aus Tabelle 11.2)

Fräserdurchmesser $D = B = 100 \text{ mm}$ gewählt (siehe 11.5.1.2)

Anzahl der Schneiden $z_w = 8$, aus Tabelle 11.8 gewählt, $\lambda = 40^\circ$ aus Tabelle 11.9

2. Antriebsleistung

- 2.1. Eingriffswinkel φ_s

$$\cos \varphi_s = 1 - \frac{2a_e}{D} = 1 - \frac{2 \cdot 6 \text{ mm}}{100 \text{ mm}} = 0,88$$

$$\varphi_s = 28,3^\circ$$

- 2.2. Schnittgeschwindigkeit

$$v_c \text{ aus Tabelle 71} \quad v_c = 22 \text{ m/min gewählt}$$

- 2.3. Drehzahl

$$n_c = \frac{v_c \cdot 10^3}{D \cdot \pi} = \frac{22 \text{ m/min} \cdot 10^3 \text{ mm/m}}{100 \text{ mm} \cdot \pi} = 70,02^{-1}$$

$$n_c = 71 \text{ min}^{-1} \text{ gewählt}$$

daraus folgt v -tatsächlich:

$$v_c = D \cdot \pi \cdot n_c = 0,1 \text{ m} \cdot \pi \cdot 71 \text{ min}^{-1} = 22,3 \text{ m/min}$$