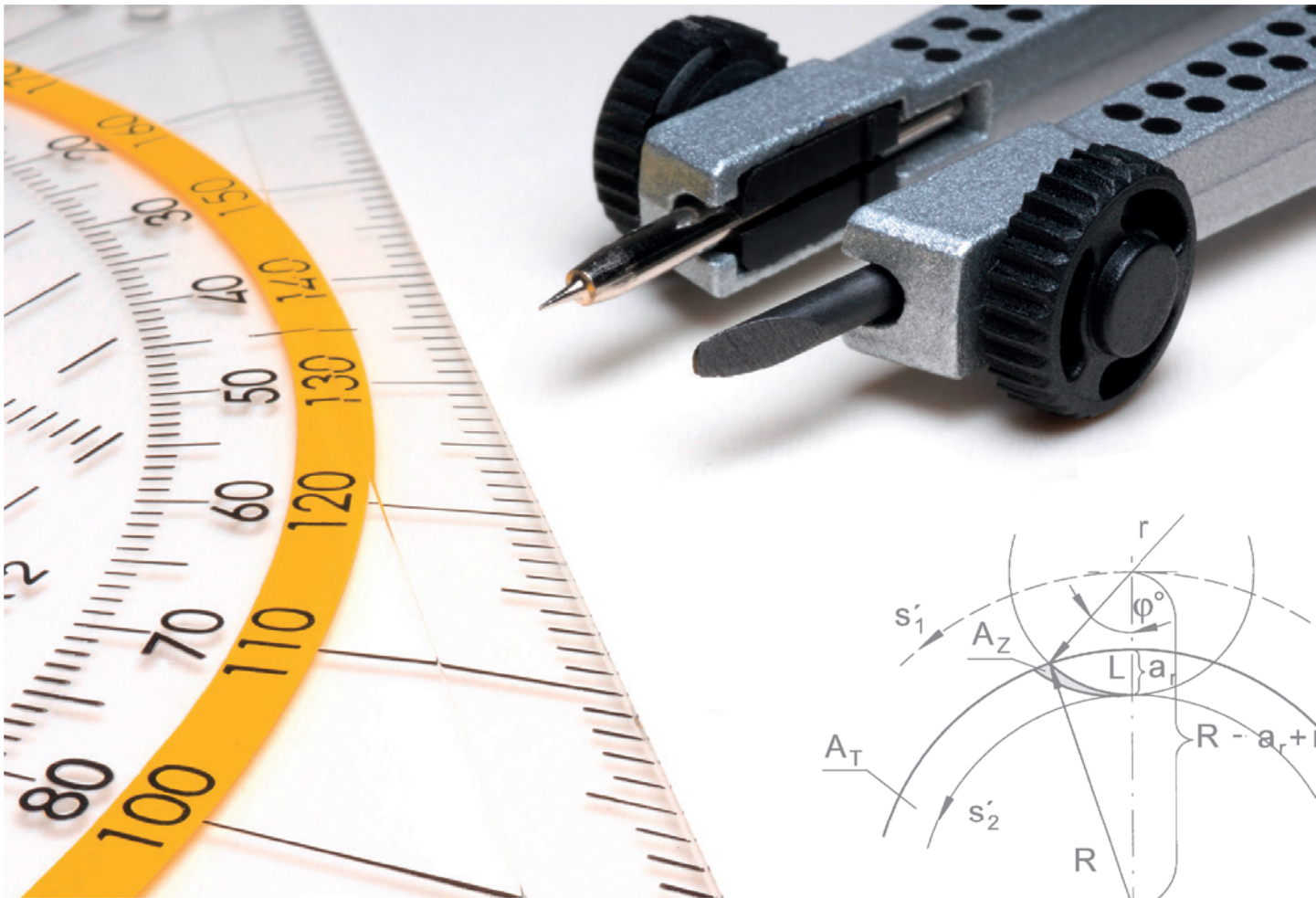




Seite/Page

Nut- und Zirkularfräsen
Groove and Circular Milling

2

Mehrkantschlagen
Polygon Milling

5

Hochvorschubfräsen
High Feed Milling

11

Fräsesysteme
Milling Systems

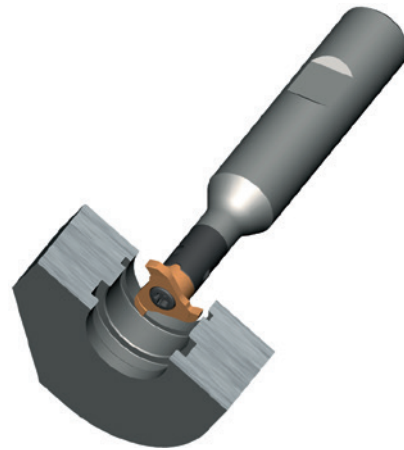
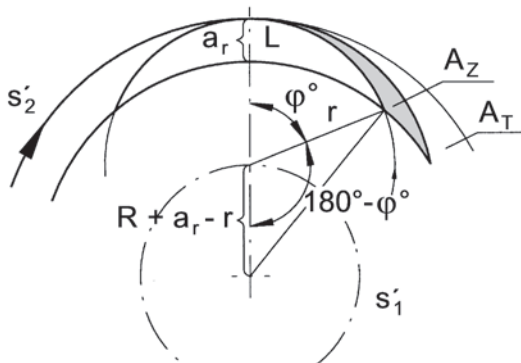
25

ISO

a_r	a_e	radiale Schnitttiefe radial depth of cut
d	d_e	Schneidkreis-Ø [mm] Cutting edge Ø [mm]
f		Vorschub pro Umdrehung $f = f_z \cdot Z$ [mm/U] [mm/rev] Feed per revolutions
f_z	s_z	Vorschub/Zahn $f_z = \frac{v_f}{Z \cdot n}$ [mm] Feed/tooth
h_m		mittlere Spandicke medium thickness of chip
n		Drehzahl $n = \frac{v_c \cdot 1000}{d \cdot \pi}$ [1/min] Revolutions
r		Radius Fräser Radius of cutter
R		Radius Werkstück Radius of workpiece
v_c		Schnittgeschwindigkeit $v_c = \frac{d \cdot \pi \cdot n}{1000}$ [m/min] Cutting speed
v_f	s'	Vorschubgeschwindigkeit $v_f = f_z \cdot Z \cdot n$ [mm/min] Feed rate
v_{f2}	s'_2	Vorschubgeschwindigkeit der Schneide (Nutgrund-Ø) Feed rate of tool tip
v_{f3}	s'_1	Vorschubgeschwindigkeit der Fräsmittelpunktsbahn Feed rate of tool centre
Z		Zähnezahl Number of teeth
ϕs		Eingriffswinkel Angle of action

Innennutfräsen

Milling of an internal groove



$$\cos [180^\circ - \varphi^\circ] = \frac{r^2 + [R + a_r - r]^2 - R^2}{2r [R + a_r - r]} \longrightarrow 180^\circ - \varphi^\circ \longrightarrow \varphi^\circ$$

Eingriffslänge $L = \frac{\pi \cdot 2r \cdot \varphi^\circ}{360^\circ} \text{ mm}$
Length of cut

Spandicke $A_z = L \cdot h_m \text{ mm}^2$
Area of chip

Insgesamt zu zerspanende Fläche $A_T = \pi [(R + a_r)^2 - R^2] \text{ mm}^2$
Area of groove section

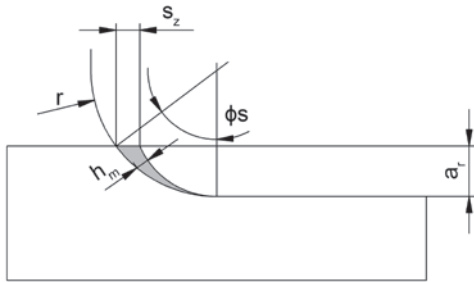
Gesamt-Zerspanzeit (für AT) $t = \frac{A_T}{n \cdot z \cdot A_z} \text{ min}$
Time for cut (for AT)

Vorschubgeschwindigkeit der Fräsmittelpunktsbahn $s'_1 = \frac{\pi \cdot 2 (R - r + a_r)}{t} \text{ mm/min}$
Feed rate of tool centre

Vorschubgeschwindigkeit der Schneide (Nutgrund-Ø) $s'_2 = s'_1 \frac{R + a_r}{R - r + a_r} \text{ mm/min}$
Feed rate of tool tip

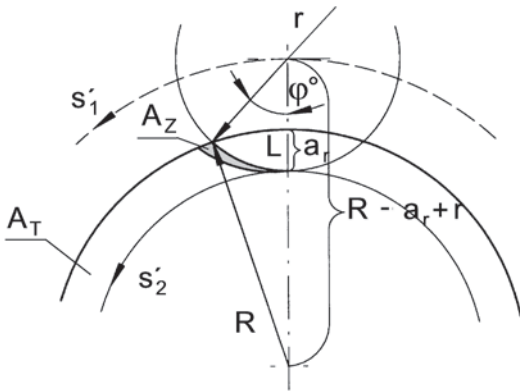
Fräsen gerader Nuten - außen

Milling of a linear groove - external



$$s_z = h_m \sqrt{\frac{2r}{a_r}}$$

$$s = n \cdot z \cdot s_z \text{ mm/min}$$



$$\cos \varphi^0 = \frac{r^2 + [R + r - a_r]^2 - R^2}{2r [R + r - a_r]} \rightarrow \varphi^0$$

Eingriffslänge $L = \frac{\pi \cdot 2r \cdot \varphi^0}{360^\circ} \text{ mm}$
Length of cut

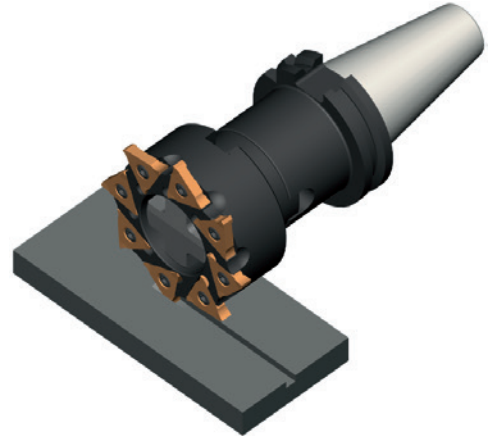
Spandicke $A_z = L \cdot h_m \text{ mm}^2$
Area of chip

Insgesamt zu zerspanende Fläche $A_T = \pi [R^2 - (R - a_r)^2] \text{ mm}^2$
Area of groove section

Gesamt-Zerspanzeit (für AT) $t = \frac{A_T}{n \cdot z \cdot A_z} \text{ min}$
Time for cut (for AT)

Vorschubgeschwindigkeit der Fräsmittelpunktsbahn $s'_1 = \frac{\pi \cdot 2 (R + r - a_r)}{t} \text{ mm/min}$
Feed rate of tool centre

Vorschubgeschwindigkeit der Schneide (Nutgrund-Ø) $s'_2 = s'_1 \frac{R - a_r}{R + r - a_r} \text{ mm/min}$
Feed rate of tool tip



Beim Mehrkantschlagen auf der Drehmaschine werden Flächen am Umfang (Mantelfläche) der Drehteile mit einem Schlagmesser erzeugt. Das Werkstück (Hauptspindel) und das Werkzeug (rotierender Werkzeugantrieb) müssen in einem synchronen Übersetzungsverhältnis laufen.

Mehrkantschlagen wird nur im Gegenlauf ausgeführt!

Die Anzahl der erzeugten Flächen am Werkstück steht in Abhängigkeit vom Übersetzungsverhältnis zwischen dem Werkstück und dem Werkzeug sowie der Anzahl der Schneiden des Werkzeugs.

Bei einem Übersetzungsverhältnis von 2:1 wird eine leicht konvexe Oberfläche erzielt. Die geringe Formabweichung ist für Flächen zweiter Ordnung (Schlüsselflächen) brauchbar. Bei einem Übersetzungsverhältnis von 1:1 ergeben sich stark konvexe Flächen, die für Schlüsselflächen nicht zu empfehlen sind.

Bei einem Übersetzungsverhältnis von 3:1 werden stark konkave Flächen erzeugt, die ebenfalls für Schlüsselflächen nicht zu empfehlen sind.

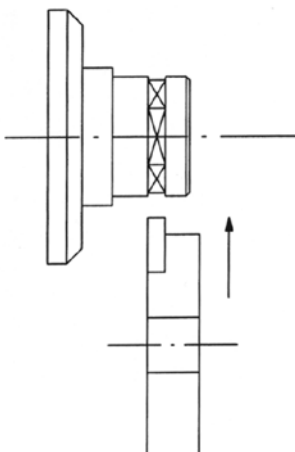
Demzufolge wird in den meisten Fällen das Übersetzungsverhältnis 2:1 angewendet. Schlagmesser mit $Z = 2$ erzeugen 4 Flächen am Werkstück.

Zur Berechnung der Konvexität der erzeugten Flächen sind folgende Punkte notwendig:

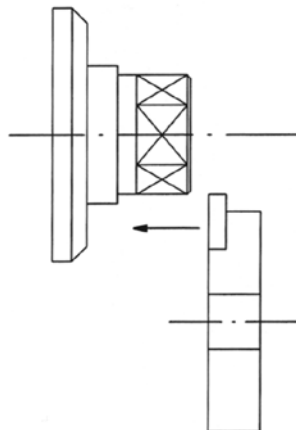
1. Schneidkreisdurchmesser des Schlagmessers
2. Zu erzeugende Schlüsselweite
3. Vorgedrehter Werkstückdurchmesser
4. Anzahl der Flächen
5. Übersetzungsverhältnis Werkstück:Werkzeug

Die Flächen können im Einstechverfahren sowie im Längsdrehverfahren erzeugt werden. Ebenfalls kann damit eine Fase kopiert werden (entgraten der Fläche).

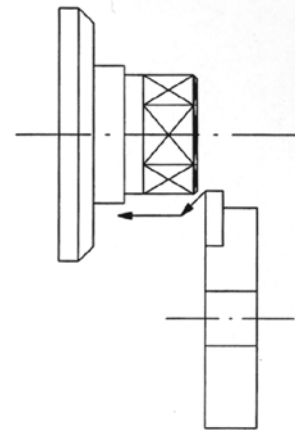
Einstechfräsverfahren



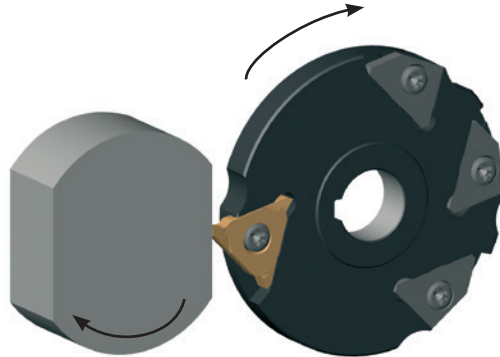
Längsfräsverfahren



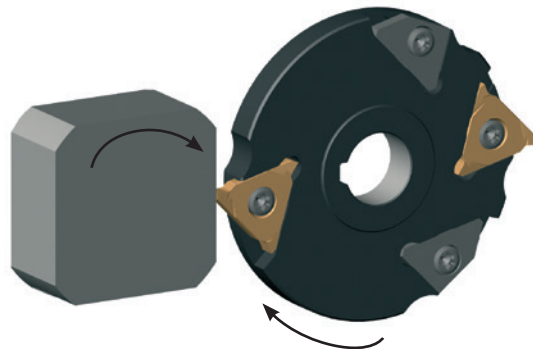
Kopieren und Längsfräsverfahren



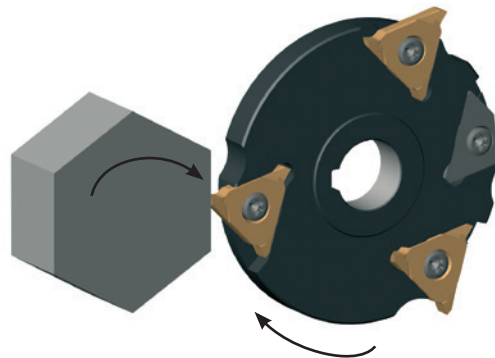
Zweikant mit 1 Schneide im Übersetzungsverhältnis von 2:1 zur Hauptspindel hergestellt.



Vierkant mit 2 Schneiden im Übersetzungsverhältnis von 2:1 zur Hauptspindel hergestellt.



Sechskant mit 3 Schneiden im Übersetzungsverhältnis von 2:1 zur Hauptspindel hergestellt.



Polygon milling describes the manufacturing of flats while rotating components with polygon milling cutters on CNC lathes, Swiss Automatics lathes or Multi Spindle machines. The component (main spindle) and the milling cutter (live tool) have to run with synchronized rotations.

The operation only works in conventional milling!

The number of flats depends on the rotation ratio between component and milling cutter as well as on the number of inserts of the milling cutter.

At a revolution ratio of 2:1, the shape of the produced flats are little convex. The form error is suitable for most applications such as across-flats.

At a revolution ratio of 1:1, the shape of the produced flats are heavily convex. This shape is not suitable for across-flats.

At a revolution ratio of 3:1, the shape of the produced flats are heavily concave. This shape is as well not suitable for across-flats.

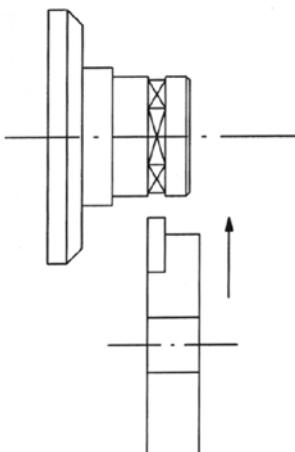
According to this, the number of flats at the component is twice the number of cutting inserts on the milling cutter.

To calculate the shape of the flats following parameter are necessary:

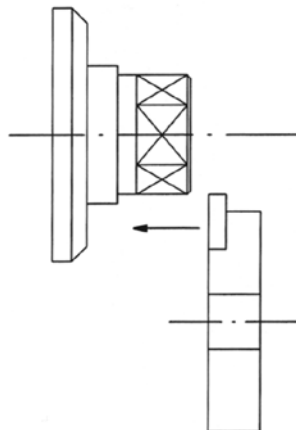
1. Cutting diameter of the polygon milling cutter
2. Across-flats dimension
3. Premachined diameter of the component
4. Number of flats
5. Revolution ratio of component and milling cutter

The flats can be produced by grooving or by turning. Chamfers can be produced by profiling (deburring).

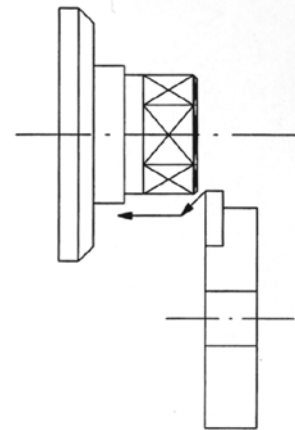
Groove milling



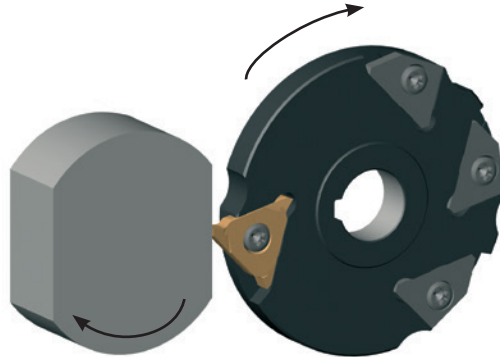
Side milling



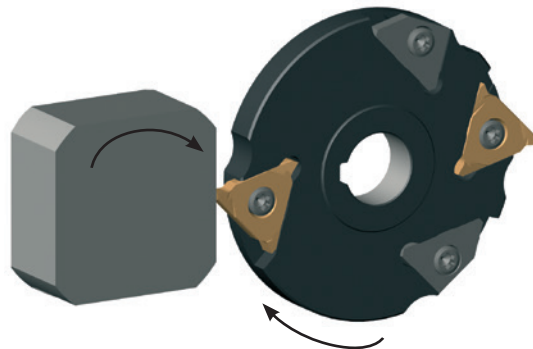
Copymilling and Side milling



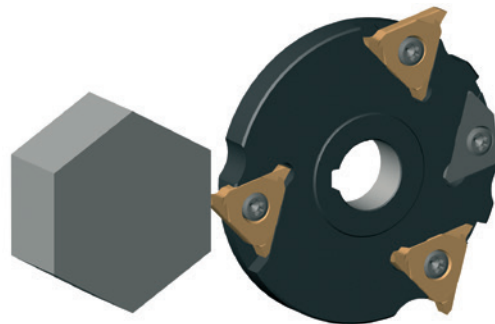
Two flats machined with 1 cutting edge. Revolution ratio 2:1 to the main spindle.



Four flats machined with 2 cutting edges. Revolution ratio 2:1 to the main spindle.



Six flats machined with 3 cutting edges. Revolution ratio 2:1 to the main spindle.



Form	Schneiden im Schlagmesser	I = WKZ:HSP	Erzeugte Flächen
	1	1 : 1	nicht empfehlenswert, stark konvex
	2 1	1 : 1 2 : 1	nicht empfehlenswert, konvex gut, leicht konvex
	3 2 1	1 : 1 1,5 : 1 3 : 1	nicht empfehlenswert, konvex empfehlenswert, konvex gut, leicht konkav
	2 1	2 : 1 4 : 1	gut, leicht konvex nicht empfehlenswert, konkav
	3 2 1	1,66 : 1 2,5 : 1 5 : 1	empfehlenswert, konvex gut, leicht konkav nicht empfehlenswert, konkav
	3 2	2 : 1 3 : 1	gut, leicht konvex nicht empfehlenswert, konkav
	4 2	2 : 1 4 : 1	gut, leicht konvex nicht empfehlenswert, konkav

Richtwerte

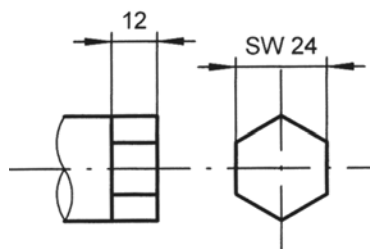
Werkstoff	Sorten	v_c m/min	Vorschub f_z mm	
			Längsfräsverfahren	Einstechfräsverfahren
Al	TI25, MG12	500 - 1000	0,10 - 0,20	0,05 - 0,10
Ms58	TI25, MG12	500 - 1000	0,10 - 0,20	0,05 - 0,10
9SMnPb28	TH35, TI25, AS45	200 - 500	0,08 - 0,15	0,04 - 0,08
16MnCr5/C45	TH35, TI25, AS45	150 - 250	0,05 - 0,10	0,03 - 0,05

Vorschubswerte sind nur beim Längsfräsverfahren gültig!

Beim Einstechfräsverfahren muss der Vorschub pro Zahn, je nach Schneidbreite der Wendeschneidplatte, um 30 - 50 % reduziert werden!

Beispiel:
Längsfräsverfahren
Werkstoff: Stahl

Schlagmesser Ø 90 mm
SW 24 mm (Ø 27,7 mm)
 $v_{c\text{ eff}} = 448,00$ m/min
 $f_z = 0,08$ mm
3 Schneiden, $l = 2:1$
Länge des Sechskants: 12 mm
Bearbeitungszeit: ~ 2,19 s



Werkzeug:
 $n_{WZ} = 1372,00$ mm⁻¹
 $v_{c\text{ WZ}} = 388,25$ m/min

Werkstück:
 $n_{WS} = 686,00$ mm⁻¹
 $v_{c\text{ WS}} = 59,75$ m/min

Form	No. of inserts on the cutter	Ratio = Tool:Spindel	Flats
	1	1 : 1	not suitable, heavily convex
	2 1	1 : 1 2 : 1	not suitable, convex very suitable, little convex
	3 2 1	1 : 1 1,5 : 1 3 : 1	not suitable, convex suitable, convex very suitable, little concave
	2 1	2 : 1 4 : 1	very suitable, little convex not suitable, concave
	3 2 1	1,66 : 1 2,5 : 1 5 : 1	suitable, convex very suitable, little concave not suitable, concave
	3 2	2 : 1 3 : 1	very suitable, little convex not suitable, concave
	4 2	2 : 1 4 : 1	very suitable, little convex not suitable, concave

Cutting data

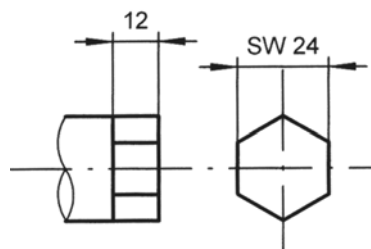
Material	Grades	v_c m/min	Feed rate f_z mm	
			Side milling	Groove milling
Al	TI25, MG12	500 - 1000	0,10 - 0,20	0,05 - 0,10
Ms58	TI25, MG12	500 - 1000	0,10 - 0,20	0,05 - 0,10
9SMnPb28	TH35, TI25, AS45	200 - 500	0,08 - 0,15	0,04 - 0,08
16MnCr5/C45	TH35, TI25, AS45	150 - 250	0,05 - 0,10	0,03 - 0,05

Feed rate values only valid for side milling process!

At groove milling process the feed rate has to be reduced by 30 - 50 %, depending on the insert width!

Example:
Side milling
Material: Steel

Cutter Ø 90 mm
SW 24 mm (Ø 27,7 mm)
 $v_{c\text{ eff}} = 448,00$ m/min
 $f_z = 0,08$ mm
3 Cutting edges, $l = 2:1$
Flat length: 12 mm
Cycle time: ~ 2,19 s



Tool:
 $n_{WZ} = 1372,00$ mm⁻¹
 $v_{c\text{ WZ}} = 388,25$ m/min

Workpiece:
 $n_{WS} = 686,00$ mm⁻¹
 $v_{c\text{ WS}} = 59,75$ m/min

Eintauchwinkel, senkrecht Eintauchen seitlich und ins Volle, Aufbohren beim 90° Fräsen

Ramp angle and plunging with a 90° milling cutter

Ø (mm) Plattengröße / Insert size	32 DA32	25 DA32	20 DA32	32 DA31	25 DA31	20 DA31	16 DA31
Eintauchwinkel [°] Diving angle [°]	3,5°	3,5°	3,5°	4,0°	3,5°	3,5°	3,0°
max. senkrecht eintauchen ins Volle (mm) vertical full diving max. (mm)	1,0	0,6	0,4	1,7	0,8	0,6	0,4
Senkrecht eintauchen, max. seitliche Zustellung a_e (mm) vertical side diving a_e max. (mm)	4,6	4,6	4,6	3,1	3,1	3,1	3,1
Aufbohren, mind. Vorbohren mit D_b (mm) Predrilling D_b min. (mm)	22,8	15,8	10,8	25,8	18,8	13,8	9,8

Eintauchwinkel und senkrecht Eintauchen beim 45°-Fräsen

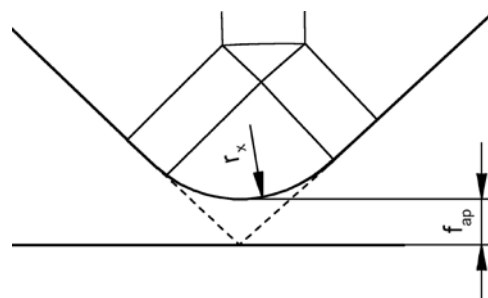
Ramp angle and plunging with a 45° milling cutter

Ø (mm) Plattengröße / Insert size	17 DA32	14,4 DA31	10,5 DA31
Eintauchwinkel [°] Diving angle [°]	11°	7°	10,5°
max. senkrecht eintauchen ins Volle (mm) vertical full diving max. (mm)	3,2	2,0	2,0

Korrekturfaktor für verringerte Schnitttiefe in Abhängigkeit vom Eckenradius beim 45° Fräsen

Correction factor for reduced cutting depth in consideration to the corner radius when 45° milling

DA31/32 Eckenradius r_x (mm) Corner radius r_x (mm)	DA31/32 Korrekturfaktor f_{ap} (mm) DA31/DA32 Correction factor f_{ap} (mm)
0	0
0,2	0,078
0,4	0,17
0,8	0,33
1,0	0,41



Eintauchwinkel DA62

Ramp angle DA62

Schneidkreis-Ø [mm] Cutting edge Ø [mm]	Eintauchwinkel [°] Diving angle [°]
20	2,4
25	1,75
32	1,25
40	0,95
50	0,7
63	0,55
80	0,4

Z = Zähnezahl
Number of teeth

d_{eff} = effektiver Schneidkreis-Ø
effective cutting edge Ø

n = Drehzahl
Revolutions

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{d_{\text{eff}} \cdot \pi} \text{ [1/min]}$$

v_c = Schnittgeschwindigkeit
Cutting speed

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

f_z = Vorschub/Zahn
Feed/tooth

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

v_f = Vorschubgeschwindigkeit
Feed rate

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

Q = Materialabtragungsrate
Material removal rate

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

Eintauchwinkel

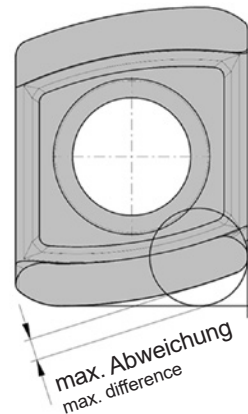
Diving angle

Schneidkreis-Ø (mm) Cutting edge Ø (mm)	Eintauchwinkel (°) Diving angle (°)
12	6,5
16	2,5
20	1,5
25	1,0

Programmierradius und Abweichung

Programming radius and difference

r_{th} (mm)	max. Abweichung (mm) max. difference (mm)
1,4	0,61



theoretischer Eckenradius r_{th}
= Programmierradius
theoretical corner radius r_{th}
= programming radius

Zur Ermittlung der Drehzahl und der Schnittgeschwindigkeit muss mit dem effektiven Durchmesser d_{eff} gerechnet werden.

Dieser berechnet sich in Abhängigkeit der Schnitttiefe a_p , dem Schneidkreisdurchmesser D_s und dem Korrekturwert K_D zu:

$$d_{eff} = K_D + (D_s - 12)$$

The effective cutting diameter d_{eff} must be calculated to obtain the correct RPM and the cutting feed.

The effective cutting diameter is calculated using the following values and formula.

a_p = depth of cut

D_s = cutter diameter

K_D = from Correction value chart

$$d_{eff} = K_D + (D_s - 12)$$

Korrekturwert

Correction value

a_p [mm]	K_D [mm]
0,1	5,3
0,2	6,5
0,3	7,4
0,4	8,1
0,5	8,8
0,6	9,4
0,7	10,0
0,8	10,5
0,9	11,0
1,0	12,0

Eintauchwinkel

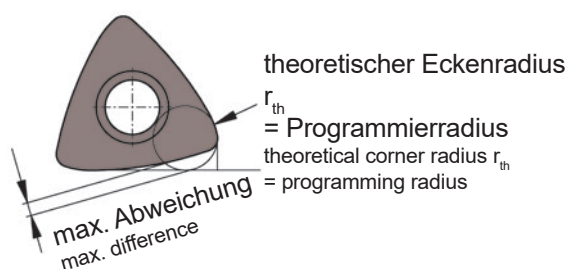
Diving angle

Ø (mm)	Eintauchwinkel (°) Diving angle (°)
20	5,0
25	4,0
32	1,0
40	0,5
50	0,5
63	0,4
80	0,4

Programmierradius und Abweichung

Programming radius and difference

r_{th} (mm)	max. Abweichung (mm) max. difference (mm)
2	0,83



Zur Ermittlung der Drehzahl und der Schnittgeschwindigkeit muss mit dem effektiven Durchmesser d_{eff} gerechnet werden.

Dieser berechnet sich in Abhängigkeit der Schnitttiefe a_p , dem Schneidkreisdurchmesser D_s und dem Korrekturwert K_D zu:

$$d_{eff} = K_D + (D_s - 20)$$

The effective cutting diameter d_{eff} must be calculated to obtain the correct RPM and the cutting feed.

The effective cutting diameter is calculated using the following values and formula.

a_p = depth of cut

D_s = cutter diameter

K_D = from Correction value chart

$$d_{eff} = K_D + (D_s - 20)$$

Korrekturwert

Correction value

a_p [mm]	K_D [mm]
0,1	9,71
0,2	11,47
0,3	12,81
0,4	13,93
0,5	14,92
0,6	15,82
0,7	16,63
0,8	17,39
0,9	18,10
1,0	18,77
1,1	19,40
1,2	20,00

DAH82

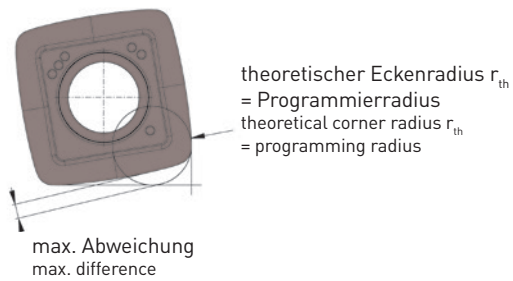
r_{th} (mm)	max. Abweichung (mm) max. difference (mm)
2	0,72

DAH84

r_{th} (mm)	max. Abweichung (mm) max. difference (mm)
3,25	0,96

Programmierradius und Abweichung

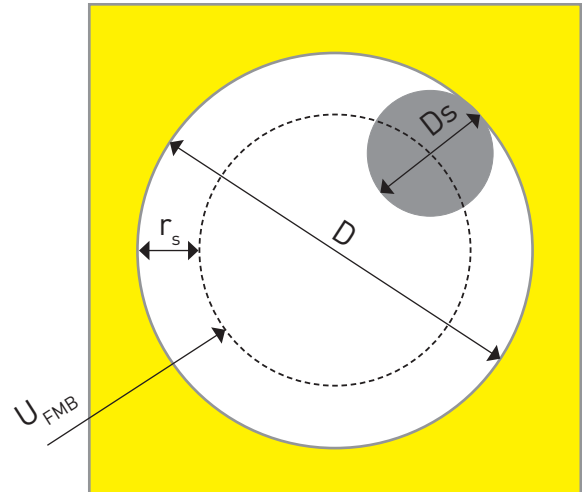
Programming radius and difference



DAH8 - Eintauchwinkel

Berechnung Fräsermittelpunktsbahn

D = Bohrungsdurchmesser Werkstück
 D_s = Schneidkreisdurchmesser
 r_s = Schneidkreisradius
 U_{FMB} = Umfang Fräsermittelpunktsbahn



$$U_{FMB} = \pi \times (\text{Bohrungsdurchmesser Werkstück} - \text{Schneidkreisdurchmesser})$$

$$\longrightarrow U_{FMB} = \pi \times (D - D_s)$$

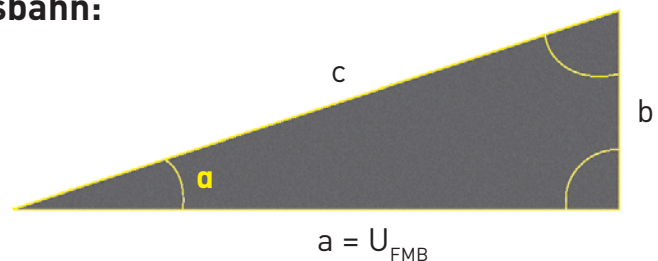
oder

$$U_{FMB} = \pi \times (\text{Bohrungsdurchmesser Werkstück} - (2 \times \text{Schneidkreisradius}))$$

$$\longrightarrow U_{FMB} = \pi \times (D - (2 \times r_s))$$

Berechnung über Fräsermittelpunktsbahn: Basis ist das rechtwinklige Dreieck

α = Rampenwinkel
 b = Schnitttiefe je Umdrehung (Steigung)
 a = Umfang Fräsermittelpunktsbahn



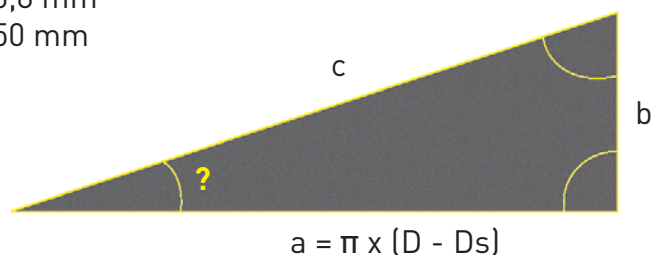
Beispielbetrachtung fehlender Rampenwinkel = ?

Bohrungsdurchmesser Werkstück $D = 98 \text{ mm}$
 Schnitttiefe je Umdrehung $b = 0,8 \text{ mm}$
 Schneidkreisdurchmesser $D_s = 50 \text{ mm}$

$$\tan \alpha = \frac{\text{Gegenkathete } b}{\text{Ankathete } a}$$

$$\tan \alpha = \frac{0,8 \text{ mm}}{150,8 \text{ mm}}$$

$$\alpha = 0,30^\circ$$



DAH8 - Eintauchwinkel

Fräsermittelpunktsbahn - Theoretisch ermittelte Werte

DAH82	
Schneidkreis-Ø [mm]	Eintauchwinkel [°]
20	5
25	3,9
32	2,8
35	2,4
40	1,9
42	1,8
50	1,4

DAH84	
Schneidkreis-Ø [mm]	Eintauchwinkel [°]
50	2,7
52	2,5
63	1,8
66	1,7
80	1,3
85	1,2
100	1,0
125	0,8

Empfehlung helikales Eintauchen DAH82:

$$a_{p \max} = 1 \text{ mm}$$

→ Zustellung je Umdrehung: 50% des $a_{p \max}$ als Startwert

→ je nach Verhältnisse bis 80 % des $a_{p \max}$ möglich

→ 0,5 mm bis 0,8 mm Zustellung je Umdrehung

Empfehlung helikales Eintauchen DAH84:

$$a_{p \max} = 1,5 \text{ mm}$$

→ Zustellung je Umdrehung: 67% des $a_{p \max}$ als Startwert

→ je nach Verhältnisse bis 80 % des $a_{p \max}$ möglich

→ 1,0 mm bis 1,2 mm Zustellung je Umdrehung

DAH8 - Eintauchwinkel

Berechnung Bohrungsdurchmesser ebener Grund DAH82

$$D_{\min} = (Ds - a) \times 2$$

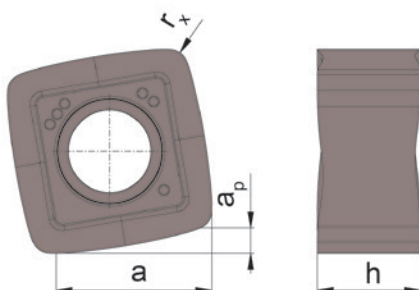
$$D_{\min} = (50 \text{ mm} - 6,8 \text{ mm}) \times 2$$

$$D_{\min} = 86,4 \text{ mm}$$



Bedeutet:

Mit dem Schneidkreisdurchmesser 50 mm ist ein Durchmesser von 86,4 mm mit ebenem Grund zu erreichen.



$$D_{\max} = (Ds - r_x) \times 2$$

$$D_{\max} = (50 \text{ mm} - 0,8 \text{ mm}) \times 2$$

$$D_{\max} = 98,4 \text{ mm}$$



Bedeutet:

Mit dem Schneidkreisdurchmesser 50 mm ist ein Durchmesser von 98,4 mm ohne ebenem Grund zu erreichen. Es bleibt Restmaterial in der Mitte stehen.

$$r_x = 0,8 \text{ mm}$$

$$a = 6,8 \text{ mm}$$

DAH8 - Eintauchwinkel

Berechnung Bohrungsdurchmesser ebener Grund DAH84

$$D_{\min} = (Ds - a) \times 2$$

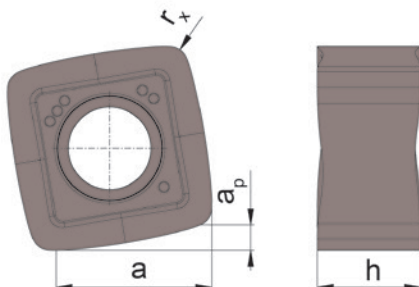
$$D_{\min} = (50 \text{ mm} - 9,8 \text{ mm}) \times 2$$

$$D_{\min} = 80,4 \text{ mm}$$



Bedeutet:

Mit dem Schneidkreisdurchmesser 50 mm ist ein Durchmesser von 80,4 mm mit ebenem Grund zu erreichen.



$$D_{\max} = (Ds - r_x) \times 2$$

$$D_{\max} = (50 \text{ mm} - 1,2 \text{ mm}) \times 2$$

$$D_{\max} = 97,6 \text{ mm}$$



Bedeutet:

Mit dem Schneidkreisdurchmesser 50 mm ist ein Durchmesser von 97,6 mm ohne ebenem Grund zu erreichen. Es bleibt Restmaterial in der Mitte stehen.

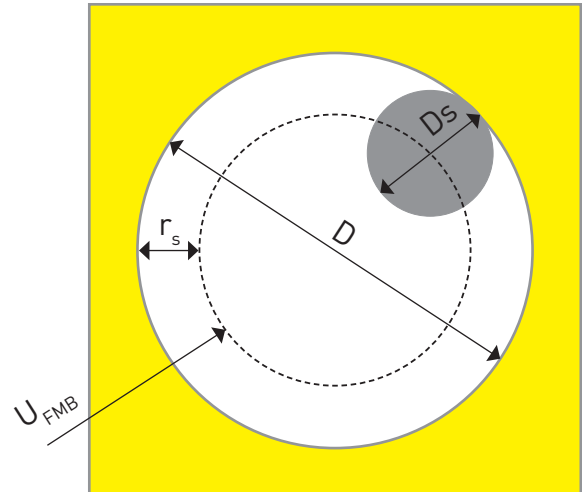
$$r_x = 1,2 \text{ mm}$$

$$a = 9,8 \text{ mm}$$

DAH8 - Plunge angle

Calculation of cutter centre path

D = Bore diameter of workpiece
Ds = Cutting diameter
r_s = Cutting radius
U_{FMB} = Circumference of cutter centre path



$$U_{FMB} = \pi \times (\text{Bore diameter of workpiece} - \text{Cutting diameter})$$

$$\longrightarrow U_{FMB} = \pi \times (D - D_s)$$

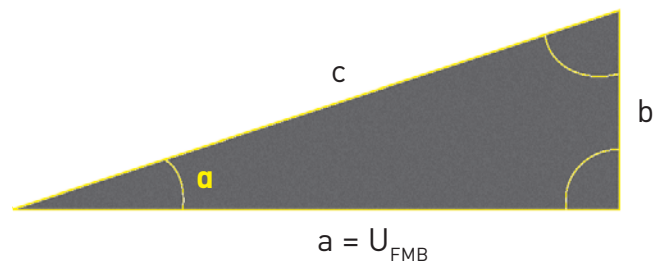
or

$$U_{FMB} = \pi \times (\text{Bore diameter of workpiece} - (2 \times \text{Cutting radius}))$$

$$\longrightarrow U_{FMB} = \pi \times (D - (2 \times r_s))$$

Calculation using cutter centre path: The basis is the right-angled triangle

α = Ramp angle
b = Depth of cut per rotation (Pitch)
a = Circumference of cutter centre path



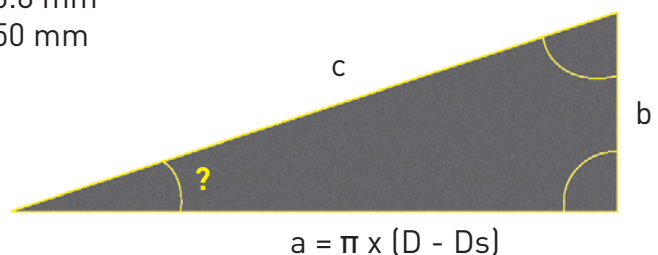
Example of missing ramp angle = ?

Bore diameter of workpiece D = 98 mm
Depth of cut per rotation b = 0.8 mm
Cutting diameter Ds = 50 mm

$$\tan \alpha = \frac{\text{Opposite side } b}{\text{Adjacent side } a}$$

$$\tan \alpha = \frac{0.8 \text{ mm}}{150.8 \text{ mm}}$$

$$\alpha = 0.30^\circ$$



DAH8 - Plunge angle

Cutter centre path - Theoretical values

DAH82	
Cutting Ø [mm]	Plunge angle [°]
20	5
25	3.9
32	2.8
35	2.4
40	1.9
42	1.8
50	1.4

DAH84	
Cutting Ø [mm]	Plunge angle [°]
50	2.7
52	2.5
63	1.8
66	1.7
80	1.3
85	1.2
100	1.0
125	0.8

Recommendation for helical plunging DAH82:

$a_{p \max} = 1 \text{ mm}$

- Feed per revolution: 50% of $a_{p \max}$ as starting value
 - Depending on conditions, up to 80 % of the $a_{p \max}$ possible
 - 0.5 mm up to 0.8 mm feed per revolution

Recommendation for helical plunging DAH84:

$a_{p \max} = 1.5 \text{ mm}$

- Feed per revolution: 67% of $a_{p \max}$ as starting value
 - Depending on conditions, up to 80 % of the $a_{p \max}$ possible
 - 1.0 mm up to 1.2 mm feed per revolution

DAH8 - Plunge angle

Calculation of bore diameter with flat base DAH82

$$D_{\min} = (Ds - a) \times 2$$

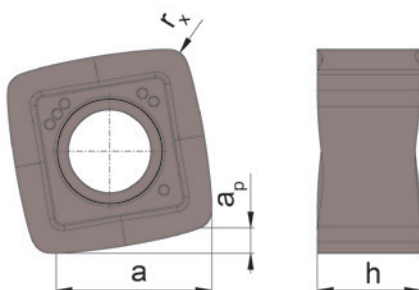
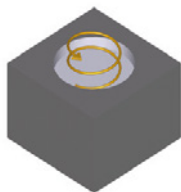
$$D_{\min} = (50 \text{ mm} - 6.8 \text{ mm}) \times 2$$

$$D_{\min} = 86.4 \text{ mm}$$



Meaning:

With a cutting diameter 50 mm, a bore diameter of 86.4 mm **with** a flat base can be achieved.



$$D_{\max} = (Ds - r_x) \times 2$$

$$D_{\max} = (50 \text{ mm} - 0.8 \text{ mm}) \times 2$$

$$D_{\max} = 98.4 \text{ mm}$$



Meaning:

With a cutting diameter 50 mm, a diameter of 98.4 mm **without** a flat base can be achieved. Material remains in the centre.

$$r_x = 0.8 \text{ mm}$$

$$a = 6.8 \text{ mm}$$

DAH8 - Plunge angle

Calculation of bore diameter with flat base DAH84

$$D_{\min} = (Ds - a) \times 2$$

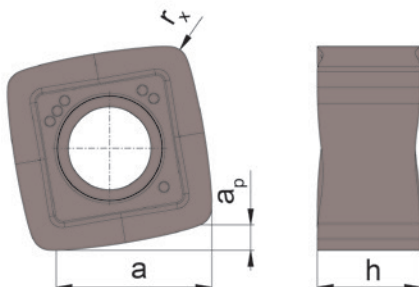
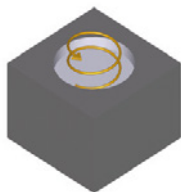
$$D_{\min} = (50 \text{ mm} - 9.8 \text{ mm}) \times 2$$

$$D_{\min} = 80.4 \text{ mm}$$



Meaning:

With a cutting diameter 50 mm,
of a bore diameter of 80.4 mm **with**
a flat base can be achieved.



$$D_{\max} = (Ds - r_x) \times 2$$

$$D_{\max} = (50 \text{ mm} - 1.2 \text{ mm}) \times 2$$

$$D_{\max} = 97.6 \text{ mm}$$



Meaning:

With a cutting diameter 50 mm,
a diameter of 97.6 mm **without** a
flat base can be achieved. Material
remains in the centre.

$$r_x = 1.2 \text{ mm}$$

$$a = 9.8 \text{ mm}$$

DAH8 - Korrekturwert Planfräsen

DAH8 - Correction value face milling

Korrekturwert - warum?

Correction factors - why?

- Bei der Verwendung eines Hochvorschubfräasers ist der effektive Schneidkreis durchmesser nicht identisch mit dem angegebenen Schneidkreis
- Die Korrekturwerte stehen in Abhängigkeit der Schnitttiefe a_p .
- Dies gilt für die Bearbeitung des Planfräsen.
- Berechnung für D_s effektiv für das Planfräsen: **$D_s \text{ effektiv} = D_s - K$**

- When using a high feed milling cutter, the effective cutting diameter is not identical with the specified value.
- The correction factors are dependent on the cutting depth a_p .
- This applies to face milling.
- Calculation for D_s effective for face milling: **$D_s \text{ effective} = D_s - K$**

DAH82	
Schnitttiefe Depth of cut a_p [mm]	Korrekturwert Correction factor K [mm]
0,1	10,9
0,2	9,5
0,3	8,3
0,4	7,0
0,5	5,9
0,6	4,8
0,7	3,9
0,8	3,0
0,9	2,2
1,0	1,6

DAH84	
Schnitttiefe Depth of cut a_p [mm]	Korrekturwert Correction factor K [mm]
0,1	16,3
0,2	14,6
0,3	13,0
0,4	11,7
0,5	10,4
0,6	9,3
0,7	8,2
0,8	7,3
0,9	6,4
1,0	5,6
1,1	4,9
1,2	4,1
1,3	3,5
1,4	2,8
1,5	2,3

Vorschubwerte und Zeitberechnung

Feed rates and time calculation

Einfach und problemlos lässt sich dies mit dem Rechenprogramm HCT bewältigen. Wir empfehlen, die Schnittdaten mit diesem Programm zu ermitteln, weil nur so die hohe Zerspanungsleistung und Standzeit der HORN-Zirkularfräser erreicht werden kann. Grundlagen der Berechnung finden Sie auf den nachfolgenden Seiten dargestellt.

It is simple and easy to calculate your speed and feeds using HORN'S HCT programme. We recommend that you calculate the cutting data with this programme as, it will provide you with the best cutting performance and results. Basic features of the calculations can be found on the following pages.

Grundlegende Hinweise:

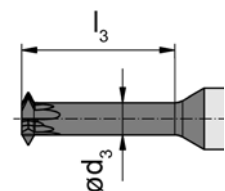
Basic recommendations:

Auskraglänge des Fräasers

Overhang of the milling cutter

Wählen Sie die Aufnahmen oder die Fräferschäfte so kurz wie möglich und prüfen Sie den Rund- und Planlauf der Werkzeuge. Große Schnittbreiten kombiniert mit hoher Auskraglänge erfordern oftmals technische Maßnahmen wie Schnittaufteilung, um das gewünschte Fräsergebnis zu erreichen.

Select the shortest possible clamping device and milling shank, to control the runout tolerance of the tools. Large cutting widths in combination with long overhangs require specific manufacturing methods such as dividing the cutting width to achieve the best possible cutting result due to reduced cutting forces.



Durchmesser des Fräasers

Diameter of the milling cutter

Rechnerisch ergeben sich dem Bohrungsdurchmesser angenäherte Fräserdurchmesser, die kleinste Fräsermittelpunktsbahn, damit extrem hohe Vorschübe und kurze Bearbeitungszeiten realisiert werden können. Oftmals wird aber der Durchmesser von den Werkstückgegebenheiten bestimmt.

When using a large diameter cutter, whose relationship is close to the bore diameter, manufacturing cycle time can be reduced, due to the smaller centre of rotation and higher feed rates could be realized. Many times the rotation of the milling cutter centre will be defined by the parameters of the workpiece and the whole application setup.

Gewindefräsen

Thread milling

Mit HORN-Zirkulargewindefräsern werden bei voller Frästiefe die Gewindegänge einzeln abgefahren. Dabei ergeben sich Gewinde mit hoher Zylindrizität, besonders in hochfesten Werkstoffen. In Sacklochbohrungen empfiehlt es sich vom Bohrungsgrund nach außen zu arbeiten. Damit vermeidet man das Auffahren auf Späne und vermindert die Gefahr der Beschädigung des Werkzeugs.

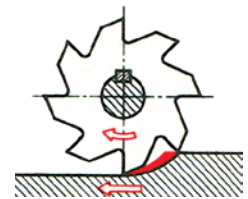
Als Faustformel beim Gewindefräsen gilt:

Das Werkzeug darf nicht größer sein als 70% des Kerndurchmessers, ansonsten schneidet das Werkzeug in den Gewindegängen nach.

With HORN thread milling inserts, the thread profile is generated in one full cut to the profile depth of the thread. This produces threads with minimal taper, especially in high alloyed steels. In blind holes, it is recommended to mill from the bottom to the top. Otherwise, there is the risk of damaging the tool because of milling into chips at the bottom of the blind hole.

A general recommendation for thread milling:

The milling cutter diameter should not exceed 70% of the minor diameter of the thread. Otherwise, recutting of the profile occurs, which could bring the whole thread out of tolerance.



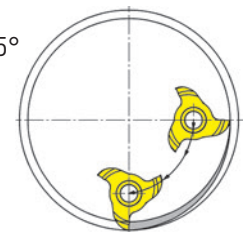
Fräsrichtung

Milling direction

HORN-Zirkularfräswerkzeuge sind rechtsschneidend und es wird empfohlen, wie bei Hartmetall-Werkzeugen üblich, im Gleichlauf zu fräsen.

Most HORN milling tools are right-handed and it is recommended to use them with the climb milling process as this is generally recommended for carbide tools.

Einfahrtschleife > 45°
Ramp angle



Eintauchen in das Werkstück

Milling entry into the workpiece

Einfaches radiales Eintauchen erregt aufgrund des hohen Umschlingungswinkels oftmals Schwingungen, die sich beim Nutfräsen bis zum Erreichen des Nutgrundes nicht mehr beruhigen. Empfohlen wird deshalb unter 45° bis 180° in einer Einfahrtschleife auf Nuttiefe zu fräsen. Die ermittelten Vorschubwerte beziehen sich zwar auf die volle Frästiefe, werden aber auch beim Einfahren beibehalten.

A simple radial entry of the milling cutter creates a very long contact angle which leads to vibrations which will not disappear for the rest of the milling operation and are visual on the bottom of the groove. It is recommended to enter the groove with a ramp angle of 45° up to 180° to the maximum depth of cut. The calculated cutting data refers to the milling condition when the insert is in the full cut, but can be also used for the entry loop.

ISO

a_r	a_e	radiale Schnitttiefe radial depth of cut
d		Schneidkreis-Ø [mm] Cutting edge Ø [mm]
f		Vorschub pro Umdrehung $f = f_z \cdot Z$ [mm/U] [mm/rev] Feed per revolutions
f_z	s_z	Vorschub/Zahn $f_z = \frac{v_f}{Z \cdot n}$ [mm] Feed/tooth
h_m		mittlere Spandicke medium thickness of chip
n		Drehzahl $n = \frac{v_c \cdot 1000}{d \cdot \pi}$ [1/min] Revolutions
r		Radius Fräser Radius of cutter
R		Radius Werkstück Radius of workpiece
v_c		Schnittgeschwindigkeit $v_c = \frac{d \cdot \pi \cdot n}{1000}$ [m/min] Cutting speed
v_f	s'	Vorschubgeschwindigkeit $v_f = f_z \cdot Z \cdot n$ [mm/min] Feed rate
v_{f2}	s'_2	Vorschubgeschwindigkeit der Schneide (Nutgrund-Ø) Feed rate of tool tip
v_{f3}	s'_1	Vorschubgeschwindigkeit der Fräsmittelpunktsbahn Feed rate of tool centre
Z		Zähnezahl Number of teeth