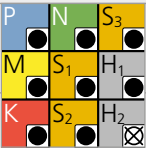


CrazyMill Cool Zylindrisch / Torisch - Typ B - 3 x d

v_c [m/min]
 f_z [mm]

ANWENDUNGSEMPFEHLUNG
● Sehr gut geeignet | ● Gut geeignet | ○ bedingt geeignet | ☒ Nicht empfohlen



FRÄSEN MIT INTEGRIERTER KÜHLUNG | SCHNITTDATENÜBERSICHT

Werkstoff- gruppe	Werkstoff	Wr.Nr.	DIN	AISI/ASTM/UNS	Ød1 0.3–0.4mm		Ød1 0.5–0.8mm		Ød1 1.0–1.2mm		Ød1 1.5–1.8mm		Ød1 2.0–2.5mm		Ød1 3.0mm		Ød1 4.0–6.0mm		
					v _c	f _z	v _c	f _z	v _c	f _z	v _c	f _z	v _c	f _z	v _c	f _z	v _c	f _z	
P	Stähle unlegiert Rm < 800 N/mm²	1.0301	C10	AISI 1010	60	0.004 – 0.006		100	0.008 – 0.012	140	0.013 – 0.015	180	0.022 – 0.024	200	0.030 – 0.032	220	0.044	260	0.048
		1.0401	C15	AISI 1015															
		1.1191	C45E/CK45	AISI 1045															
		1.0044	S275JR	AISI 1020															
		1.0715	11SMn30	AISI 1215															
	Stähle niedriglegiert Rm > 900 N/mm²	1.5752	15NiCr13	ASTM 3415 / AISI 3310	60	0.003 – 0.005		100	0.007 – 0.010	140	0.012 – 0.014	180	0.020 – 0.022	200	0.028 – 0.030	220	0.042	260	0.046
		1.7131	16MnCr5	AISI 5115															
		1.3505	100Cr6	AISI 52100															
		1.7225	42CrMo4	AISI 4140															
		1.2842	90MnCrV8	AISI O2															
	Werkzeugstähle hochlegiert Rm < 1200 N/mm²	1.2379	X153CrMoV12	AISI D2	60	0.003 – 0.005		100	0.006 – 0.009	140	0.009 – 0.011	180	0.018 – 0.020	200	0.026 – 0.028	220	0.038	260	0.040
		1.2436	X210CrW12	AISI D4/D6															
		1.3343	HS6-5-2C	AISI M2 / UNS T11302															
		1.3355	HS18-0-1	AISI T1 / UNS T12001															
M	Rostfreie Stähle- ferritisch	1.4016	X6Cr17	AISI 430 / UNS S43000	60	0.004 – 0.006		100	0.008 – 0.012	140	0.014 – 0.016	180	0.022 – 0.024	200	0.030 – 0.032	220	0.042	260	0.046
		1.4105	X6CrMoS17	AISI 430F															
	Rostfreie Stähle- martensitisch	1.4034	X46Cr13	AISI 420C	60	0.003 – 0.005		100	0.007 – 0.010	140	0.013 – 0.015	180	0.020 – 0.022	200	0.028 – 0.030	220	0.040	260	0.044
		1.4112	X90CrMoV18	AISI 440B															
	Rostfreie Stähle- martensitisch – PH	1.4542	X5CrNiCuNb 16-4	AISI 630 / ASTM 17-4 PH	60	0.003 – 0.005		100	0.007 – 0.010	140	0.013 – 0.015	180	0.020 – 0.022	200	0.028 – 0.030	220	0.040	260	0.044
		1.4545	X5CrNiCuNb 15-5	ASTM 15-5 PH															
	Rostfreie Stähle- austenitisch	1.4301	X5CrNi 18-10	AISI 304	60	0.003 – 0.005		100	0.006 – 0.009	140	0.010 – 0.012	180	0.016 – 0.018	200	0.026 – 0.028	220	0.038	260	0.042
		1.4435	X2CrNiMo 18-14-3	AISI 316L															
		1.4441	X2CrNiMo 18-15-3	AISI 316LM															
1.4539		X1NiCrMoCu 25-20-5	AISI 904L																
K	Gusseisen	0.6020	GG20	ASTM 30	60	0.002 – 0.004		100	0.005 – 0.008	120	0.010 – 0.020	140	0.022 – 0.025	160	0.026 – 0.035	180	0.038 – 0.045	200	0.048 – 0.052
		0.6030	GG30	ASTM 40B															
		0.7040	GGG40	ASTM 60-40-18															
		0.7060	GGG60	ASTM 80-60-03															
N	Aluminium Knetlegierungen	3.2315	AlMgSi1	ASTM 6351	60	0.005 – 0.007		100	0.010 – 0.014	140	0.015 – 0.017	180	0.024 – 0.026	200	0.032 – 0.034	220	0.050	260	0.055
		3.4365	AlZnMgCu1.5	ASTM 7075															
	Aluminium Druckgusslegierungen	3.2163	GD-ALSi9Cu3	ASTM A380	60	0.005 – 0.007		100	0.010 – 0.014	140	0.015 – 0.017	180	0.024 – 0.026	200	0.032 – 0.034	220	0.048	260	0.053
		3.2381	GD-ALSi10Mg	UNS A03590															
	Kupfer	2.004	Cu-OF / CW008A	UNS C10100	60	0.005 – 0.007		100	0.012 – 0.016	140	0.018 – 0.020	180	0.024 – 0.026	200	0.032 – 0.034	220	0.052	260	0.055
		2.0065	Cu-ETP / CW004A	UNS C11000															
	Messing bleifrei	2.0321	CuZn37 CW508L	UNS C27400	60	0.005 – 0.007		100	0.012 – 0.016	140	0.018 – 0.020	180	0.024 – 0.026	200	0.032 – 0.034	220	0.050	260	0.055
		2.036	CuZn40 CW509L	UNS C28000															
	Messing, Bronze Rm < 400 N/mm²	2.0401	CuZn39Pb3 / CW614N	UNS C38500	60	0.005 – 0.007		100	0.012 – 0.016	140	0.018 – 0.020	180	0.024 – 0.026	200	0.032 – 0.034	220	0.050	260	0.055
		2.102	CuSn6	UNS C51900															
Bronze Rm < 600 N/mm²	2.0966	CuAl10Ni5Fe4	UNS C63000	60	0.005 – 0.007		100	0.010 – 0.014	140	0.016 – 0.018	180	0.024 – 0.026	200	0.032 – 0.034	220	0.050	260	0.055	
	2.096	CuAl9Mn2	UNS C63200																
S ₁	Hitzebeständige Stähle	2.4856		Inconel 625	60	0.002 – 0.003		100	0.004 – 0.006	120	0.007 – 0.008	130	0.009 – 0.010	140	0.010 – 0.012	150	0.015	170	0.020
		2.4668		Inconel 718															
		2.4617	NiMo28	Hastelloy B-2															
		2.4665	NiCr22Fe18Mo	Hastelloy X															
S ₂	Titan rein	3.7035	Gr.2	ASTM B348 / F67	60	0.003 – 0.005		100	0.006 – 0.009	120	0.014 – 0.016	130	0.018 – 0.020	140	0.026 – 0.028	150	0.040	170	0.042
		3.7065	Gr.4	ASTM B348 / F68															
S ₃	Titan Legierungen	3.7165	TiAl6V4	ASTM B348 / F136	60	0.003 – 0.005		100	0.006 – 0.009	120	0.014 – 0.016	130	0.018 – 0.020	140	0.026 – 0.028	150	0.040	170	0.042
		9.9367	TiAl6Nb7	ASTM F1295															
	CrCo-Legierungen	2.4964	CoCr20W15Ni	Haynes 25	60	0.002 – 0.003		100	0.004 – 0.006	140	0.007 – 0.008	160	0.009 – 0.010	180	0.010 – 0.012	200	0.015	220	0.020
		CrCoMo28	ASTM F1537																
H ₁	Stähle gehärtet < 55 HRC	1.2510	100MnCrMoW4	AISI O1	60	0.003 – 0.005		80	0.006 – 0.007	100	0.008 – 0.010	140	0.012 – 0.016	180	0.018 – 0.024	200	0.030	240	0.035
H ₂	Stähle gehärtet ≥ 55 HRC	1.2379	X153CrMoV12	AISI D2															

CrazyMill Cool Zylindrisch / Torisch - Typ B - 3 x d

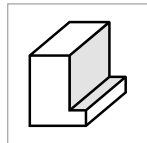
v_c [m/min]
 f_z [mm]

ANWENDUNGSEMPFEHLUNG
● Sehr gut geeignet | ● Gut geeignet | ○ bedingt geeignet | ☒ Nicht empfohlen

P	N	S ₃
M	S ₁	H ₁
K	S ₂	H ₂

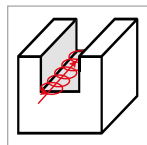
FRÄSEN MIT INTEGRIERTER KÜHLUNG | SCHNITTDATENÜBERSICHT

Umfangfräsen

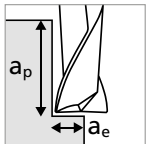
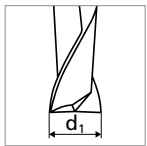
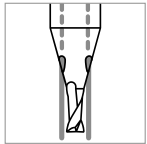


- $a_p = 1 \times d_1$
- $a_p = 0.5 \times d_1$ für Gruppe S₁ und S₃
- $a_e = 0.3 \times d_1$

Trochoidales Nutenfräsen



- $a_p = 1 \times d_1$
- $a_p = 0.5 \times d_1$ für Gruppe S₁ und S₃
- $a_e = 0.3 \times d_1$



Werkstoff- gruppe	Werkstoff	Wr.Nr.	DIN	AISI/ASTM/UNS	Ød1 0.3–0.4 mm		Ød1 0.5–0.8 mm		Ød1 1.0–1.2 mm		Ød1 1.5–1.8 mm		Ød1 2.0–2.5 mm		Ød1 3.0 mm		Ød1 4.0–6.0 mm	
					v _c	f _z	v _c	f _z	v _c	f _z	v _c	f _z	v _c	f _z	v _c	f _z	v _c	f _z
P	Stähle unlegiert Rm < 800 N/mm²	1.0301	C10	AISI 1010	60	0.005 – 0.007	100	0.010 – 0.014	140	0.015 – 0.017	200	0.024 – 0.026	220	0.034 – 0.036	240	0.046	280	0.050
		1.0401	C15	AISI 1015														
		1.1191	C45E/CK45	AISI 1045														
		1.0044	S275JR	AISI 1020														
		1.0715	11SMn30	AISI 1215														
	Stähle niedriglegiert Rm > 900 N/mm²	1.5752	15NiCr13	ASTM 3415 / AISI 3310	60	0.004 – 0.006	100	0.009 – 0.012	140	0.014 – 0.016	200	0.022 – 0.024	220	0.032 – 0.034	240	0.044	280	0.048
		1.7131	16MnCr5	AISI 5115														
		1.3505	100Cr6	AISI 52100														
		1.7225	42CrMo4	AISI 4140														
		1.2842	90MnCrV8	AISI O2														
	Werkzeugstähle hochlegiert Rm < 1200 N/mm²	1.2379	X153CrMoV12	AISI D2	60	0.004 – 0.006	100	0.008 – 0.011	140	0.011 – 0.013	200	0.020 – 0.022	220	0.030 – 0.032	240	0.040	280	0.042
		1.2436	X210CrW12	AISI D4/D6														
1.3343		HS6-5-2C	AISI M2 / UNS T11302															
1.3355		HS18-0-1	AISI T1 / UNS T12001															
M	Rostfreie Stähle- ferritisch	1.4016	X6Cr17	AISI 430 / UNS S43000	60	0.005 – 0.007	100	0.010 – 0.014	140	0.016 – 0.018	200	0.024 – 0.026	220	0.034 – 0.036	240	0.044	280	0.048
		1.4105	X6CrMoS17	AISI 430F														
	Rostfreie Stähle- martensitisch	1.4034	X46Cr13	AISI 420C	60	0.004 – 0.006	100	0.009 – 0.012	140	0.015 – 0.017	200	0.022 – 0.024	220	0.032 – 0.034	240	0.044	280	0.046
		1.4112	X90CrMoV18	AISI 440B														
	Rostfreie Stähle- martensitisch – PH	1.4542	X5CrNiCuNb 16-4	AISI 630 / ASTM 17-4 PH	60	0.004 – 0.006	100	0.009 – 0.012	140	0.015 – 0.017	200	0.022 – 0.024	220	0.032 – 0.034	240	0.044	280	0.046
		1.4545	X5CrNiCuNb 15-5	ASTM 15-5 PH														
	Rostfreie Stähle- austenitisch	1.4301	X5CrNi 18-10	AISI 304	60	0.004 – 0.006	100	0.008 – 0.011	140	0.012 – 0.014	200	0.016 – 0.018	220	0.030 – 0.032	240	0.040	280	0.044
		1.4435	X2CrNiMo 18-14-3	AISI 316L														
		1.4441	X2CrNiMo 18-15-3	AISI 316LM														
1.4539		X1NiCrMoCu 25-20-5	AISI 904L															
K	Gusseisen	0.6020	GG20	ASTM 30	60	0.003 – 0.005	100	0.006 – 0.009	120	0.011 – 0.022	140	0.024 – 0.026	160	0.028 – 0.036	180	0.040 – 0.047	200	0.050 – 0.054
		0.6030	GG30	ASTM 40B														
		0.7040	GGG40	ASTM 60-40-18														
		0.7060	GGG60	ASTM 80-60-03														
N	Aluminium Knetlegierungen	3.2315	AlMgSi1	ASTM 6351	60	0.006 – 0.008	100	0.012 – 0.016	140	0.018 – 0.020	200	0.026 – 0.028	220	0.036 – 0.040	240	0.058	280	0.060
		3.4365	AlZnMgCu1.5	ASTM 7075														
	Aluminium Druckgusslegierungen	3.2163	GD-AISI9Cu3	ASTM A380	60	0.006 – 0.008	100	0.012 – 0.016	140	0.018 – 0.020	200	0.026 – 0.028	220	0.036 – 0.040	240	0.058	280	0.060
		3.2381	GD-AISI10Mg	UNS A03590														
	Kupfer	2.004	Cu-OF / CW008A	UNS C10100	60	0.006 – 0.008	100	0.014 – 0.018	140	0.020 – 0.022	200	0.026 – 0.028	220	0.036 – 0.040	240	0.058	280	0.060
		2.0065	Cu-ETP / CW004A	UNS C11000														
	Messing bleifrei	2.0321	CuZn37 CW508L	UNS C27400	60	0.006 – 0.008	100	0.014 – 0.018	140	0.020 – 0.022	200	0.026 – 0.028	220	0.036 – 0.040	240	0.058	280	0.060
		2.036	CuZn40 CW509L	UNS C28000														
	Messing, Bronze Rm < 400 N/mm²	2.0401	CuZn39Pb3 / CW614N	UNS C38500	60	0.006 – 0.008	100	0.014 – 0.018	140	0.020 – 0.022	200	0.026 – 0.028	220	0.036 – 0.040	240	0.058	280	0.060
		2.102	CuSn6	UNS C51900														
	Bronze Rm < 600 N/mm²	2.0966	CuAl10Ni5Fe4	UNS C63000	60	0.006 – 0.008	100	0.012 – 0.016	140	0.018 – 0.020	200	0.026 – 0.028	220	0.036 – 0.040	240	0.058	280	0.060
2.096		CuAl9Mn2	UNS C63200															
S ₁	Hitzebeständige Stähle	2.4856		Inconel 625	60	0.003 – 0.004	100	0.004 – 0.006	120	0.007 – 0.008	130	0.009 – 0.010	140	0.010 – 0.012	150	0.015	170	0.020
		2.4668		Inconel 718														
		2.4617	NiMo28	Hastelloy B-2														
		2.4665	NiCr22Fe18Mo	Hastelloy X														
S ₂	Titan rein	3.7035	Gr.2	ASTM B348 / F67	60	0.004 – 0.006	100	0.008 – 0.011	120	0.016 – 0.018	130	0.020 – 0.022	140	0.028 – 0.030	150	0.040	170	0.044
		3.7065	Gr.4	ASTM B348 / F68														
S ₃	Titan Legierungen	3.7165	TiAl6V4	ASTM B348 / F136	60	0.004 – 0.006	100	0.008 – 0.011	120	0.016 – 0.018	130	0.020 – 0.022	140	0.028 – 0.030	150	0.040	170	0.044
		9.9367	TiAl6Nb7	ASTM F1295														
	CrCo-Legierungen	2.4964	CoCr20W15Ni	Haynes 25	60	0.003 – 0.004	100	0.004 – 0.006	140	0.007 – 0.008	180	0.009 – 0.010	200	0.010 – 0.012	220	0.015	240	0.020
			CrCoMo28	ASTM F1537														
H ₁	Stähle gehärtet < 55 HRC	1.2510	100MnCrMoW4	AISI O1	60	0.004 – 0.006	80	0.007 – 0.009	100	0.010 – 0.012	140	0.014 – 0.018	180	0.020 – 0.026	200	0.033	240	0.040
H ₂	Stähle gehärtet ≥ 55 HRC	1.2379	X153CrMoV12	AISI D2														

Prozess CrazyMill Cool Zylindrisch / Torisch

PRÄZISES UND EFFIZIENTES FRÄSEN

Kühlschmierstoff, Filter und Druck

Kühlschmierstoff: Für ein optimales Resultat empfiehlt Mikron Tool, Schneidöl als Kühlschmiermittel zu verwenden. Alternativ kann auch Emulsion mit EP-Additiven (Extreme-Pressure-Additives) eingesetzt werden.

Filter: Die grossen Kühlkanäle erlauben einen Standardfilter mit einer Filterqualität von ≤ 0.05 mm.

Kühlmitteldruck: Es werden mindestens 15 bar Kühlmitteldruck benötigt, um prozesssicher zu fräsen. Ein hoher Druck ist prinzipiell besser für den Kühl- und Spüleffekt.

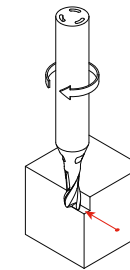
Drehzahl	[U/min]	$\leq 10'000$	$> 10'000$
Minimaler Druck	[bar]	15	30

Spannmittel

Detaillierte Angaben zu den Spannmitteln finden Sie im Kapitel "Technische Informationen".

FRÄSPROZESS

Fräsen im Gleich- oder Gegenlauf

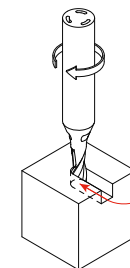


Beim Fräsen von z.B. Taschen oder Wandungen empfiehlt Mikron Tool das Fräsen im Gleichlauf, da beim Gegenlauffräsen die Spandicke zu Beginn bei Null liegt und bis zum Austritt zunimmt. Hohe Schnittkräfte drücken in diesem Falle den Fräser und das Werkstück voneinander weg. Somit nimmt die Oberflächengüte ab.

Eintritt beim Fräsen in das Material

Beim Fräsen mit direktem Eintreten in das Material werden Späne mit hoher Dicke erzeugt und der Fräser wird unsymmetrisch belastet, bis er mit seinem kompletten Durchmesser im Material arbeitet. Diese Belastungen können die Standzeit der Schneiden beeinflussen, speziell bei harten und zähen Werkstoffen wie hitzebeständige Stähle oder Titan. Deshalb empfehlen wir neben dem direkten Eintreten mit vollem Vorschub noch zwei weitere, schonendere Eintrittsarten:

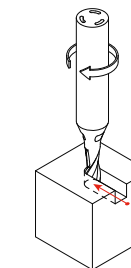
1. Indirekter Eintritt



$f_z = 70\%$

Indirektes Fräsen (auch rollender Eintritt genannt) in das Material (Eintreten in das Material im Uhrzeigersinn in einem Radius) und 30% reduzierten Vorschub bei harten und zähen Werkstoffen wie hitzebeständige Stähle oder Titan.

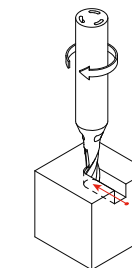
2. Reduzierter Vorschub



$f_z = 50\%$

Direktes Fräsen in das Material mit einem um ca. 50% reduzierten Vorschub bei harten und zähen Werkstoffen wie hitzebeständige Stähle oder Titan.

3. Direktes Fräsen



$f_z = 100\%$

Ohne Reduzieren des Vorschubes bei allgemeinen Stählen (Werkstoffgruppe P), Aluminium etc. (Werkstoffgruppe N).

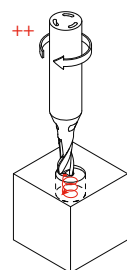
Prozess CrazyMill Cool Zylindrisch / Torisch

FRÄSPROZESS

Eintauchen

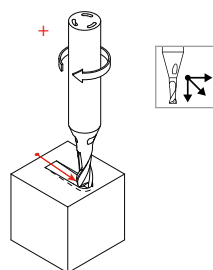
Die beste und schonendste Methode um einzutauchen bietet die Spiralinterpolation. Mit Fräs Werkzeugen, wie CrazyMill Cool (Fräser schneidet über Mitte) kann auch die Methode Eintauchen mittels linearer Rampe angewandt werden.

1. Spiralinterpolation



Zu beachten ist, dass der zu erzeugende Durchmesser min. $1.3 \times d_f$ sein muss. Der minimale und maximale Eintauchwinkel α , sowie die Vorschubkorrektur v_f ist materialabhängig einzuhalten (siehe Tabelle).

2. Lineare Rampe



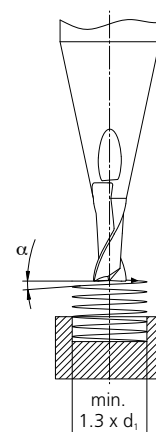
Für das Eintauchen ist ein Fräser erforderlich, der axial eintauchen kann (Fräser muss über Mitte schneiden). Der minimale und maximale Eintauchwinkel α , sowie die Vorschubkorrektur v_f ist materialabhängig einzuhalten. (siehe Tabelle).

Empfohlene Eintauchwinkel

Werkstoffe		Eintauchwinkel α	
		min	max
P	Unlegierte und legierte Stähle	5°	15°
M	Rosfreie Stähle	5°	10°
K	Gusseisen	5°	15°
N	Aluminium und Eisenfreilegierungen	10°	30°
S₁	Hitzebeständige Stähle	2°	8°
S₂	Titan und Titan Legierungen	2°	8°
S₃	CrCo-Legierungen	2°	8°
H₁	Stähle gehärtet < 55 HRC	5°	10°

Empfohlene Vorschubkorrektur v_f

Eintauchwinkel α - Vorschubkorrektur v_f				
α	5°	10°	20°	30°
v_f	80%	70%	60%	50%



FRÄSPROZESS

Konventionelles Nutenfräsen

Schnittwerte: Siehe Schnittdatentabelle Konventionelles Nutenfräsen!

Vorteile

- Konventionelle 3-Achs CNC-Maschinen können verwendet werden
- Hohes Zeitspanvolumen, wenn die Bedingungen stabil sind (stabile Werkzeug- und Werkstückspannung)
- Einfache Programmierung

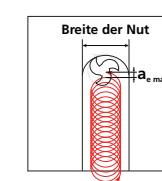
Nachteile

- Empfindlich auf Vibrationen (mehrere Frässchritte können erforderlich sein)
- Eingeschränkte Präzision beim Nutenfräsen (z.B. Rechtwinkligkeit oder Oberfläche), teilweise muss in mehreren Frässchritten a_p gearbeitet werden
- Erzeugt hohe Radialkräfte

Trochoidales Nutenfräsen

Schnittwerte siehe Schnittdatentabelle Umfangfräsen / Trochoidales Nutenfräsen!

Zusätzliche Parameterempfehlung



- Fräserdurchmesser d_f im Vgl. zur Nut: $d_f = \max. 70\%$ der Nutenbreite
- Schnittbreite $a_e = \max. 10\%$ Fräserdurchmesser d_f
- Schnitttiefe $a_p =$ Abhängig von Material und Fräsertyp, siehe Schnittdatentabelle
- Schnittgeschwindigkeit = Abhängig von Material und Fräsertyp, siehe Schnittdatentabelle
- Vorschub pro Zahn $f_z =$ Abhängig von Material und Fräsertyp, siehe Schnittdatentabelle

Vorteile

- Erzeugt geringere Radialkräfte und weniger Vibrationen
- Höhere Präzision durch geringere Auslenkung des Werkzeuges (da geringe Radialkräfte)
- Bessere Evakuierung der Späne
- Geringere Hitzeentwicklung
- Werkzeugschonender speziell bei rost-, säure- und hitzebeständigen Stählen sowie Titanlegierungen und dadurch höhere Standzeiten

Nachteile

- Ein dynamisches Bearbeitungszentrum sowie eine moderne Maschinensteuerung ist erforderlich
- Mehr Programmieraufwand
- Höhere Bearbeitungszeit