



ONLINE-SHOP 



Ihr Technologiepartner für die wirtschaftliche Zerspanung

OptiMill[®]-Tro-Uni (2. Generation)

OptiMill®-Tro-Uni (2. Generation)

Eckfräser, Ausführung 2xD mit Spanteiler
SCM942

Ausführung:

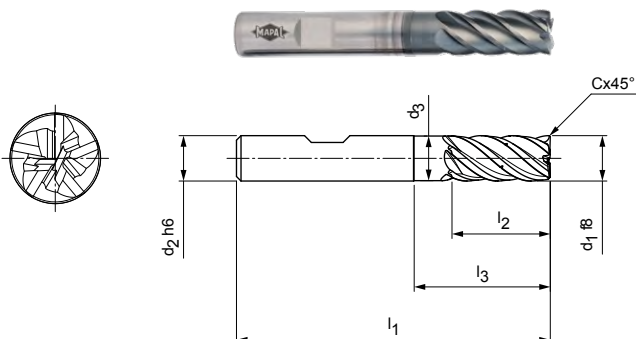
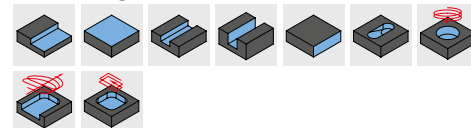
Fräserdurchmesser: 4,00 – 25,00 mm
Schneidstoff: HP830
Schneidenanzahl: 5
Spiralwinkel: ~ 41°



Konfigurierbare Merkmale:



Anwendung:



P	1	2	3	4	5	M	1	2	3	K	1	2	3	4	5	N	1	2	3	4	5	S	1	2	3	4	H	1	2	3	C	1	2	3	4	5

Baumaße							z	Spanteiler	Spezifikation	Bestell-Nr.
d ₁ f8	d ₂ h6	d ₃	l ₁	l ₂	l ₃	Cx45°				
4,00	6	3,9	57	11	13	0,08	5	–	SCM942-0400Z05R-F0008HB2-HP830	31663069
5,00	6	4,8	57	13	15,5	0,10	5	–	SCM942-0500Z05R-F0010HB2-HP830	31663140
6,00	6	5,8	57	13	19	0,12	5	–	SCM942-0600Z05R-F0012HB2-HP830	31663141
8,00	8	7,8	63	19	25	0,16	5	–	SCM942-0800Z05R-F0016HB2-HP830	31663142
10,00	10	9,8	72	22	30	0,20	5	–	SCM942-1000Z05R-F0020HB2-HP830	31663143
12,00	12	11,8	83	26	36	0,24	5	1	SCM942-1200Z05R-F0024HB2-HP830	31663144
16,00	16	15,8	92	32	42	0,32	5	1	SCM942-1600Z05R-F0032HB2-HP830	31663146
20,00	20	19,8	104	41	52	0,40	5	1	SCM942-2000Z05R-F0040HB2-HP830	31663148
25,00	25	24,5	125	50	65	0,50	5	1	SCM942-2500Z05R-F0050HB2-HP830	31663149

Maßangaben in mm.

Schnittwertempfehlung siehe Kapitelende.

Sonderausführungen und andere Beschichtungen auf Anfrage.

OptiMill®-Tro-Uni (2. Generation)

Eckfräser, Ausführung 3xD mit Spanteiler
SCM942

Ausführung:

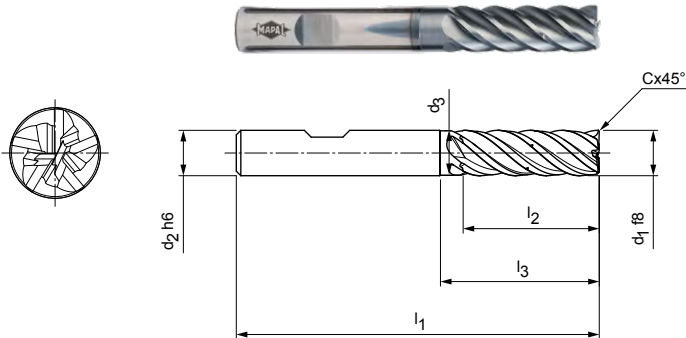
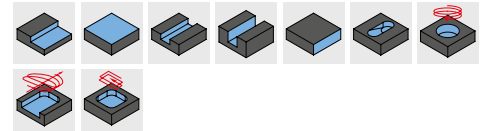
Fräserdurchmesser: 4,00 – 20,00 mm
Schneidstoff: HP830
Schneidenanzahl: 5
Spiralwinkel: ~ 41°



Konfigurierbare Merkmale:



Anwendung:



P	1	2	3	4	5	M	1	2	3	K	1	2	3	4	5	N	1	2	3	4	5	S	1	2	3	4	H	1	2	3	C	1	2	3	4	5

Baumaße							z	Spanteiler	Spezifikation	Bestell-Nr.
d ₁ f8	d ₂ h6	d ₃	l ₁	l ₂	l ₃	Cx45°				
4,00	6	3,9	62	16	23	0,08	5	1	SCM942-0400Z05R-F0008HB3-HP830	31663150
5,00	6	4,8	62	17	24	0,10	5	1	SCM942-0500Z05R-F0010HB3-HP830	31663151
6,00	6	5,8	62	18	25	0,12	5	1	SCM942-0600Z05R-F0012HB3-HP830	31663152
8,00	8	7,8	68	24	30	0,16	5	1	SCM942-0800Z05R-F0016HB3-HP830	31663153
10,00	10	9,8	80	30	35	0,20	5	1	SCM942-1000Z05R-F0020HB3-HP830	31663154
12,00	12	11,8	93	36	45	0,24	5	2	SCM942-1200Z05R-F0024HB3-HP830	31663155
16,00	16	15,8	108	48	55	0,32	5	2	SCM942-1600Z05R-F0032HB3-HP830	31663157
20,00	20	19,8	126	60	70	0,40	5	2	SCM942-2000Z05R-F0040HB3-HP830	31663159

Maßangaben in mm.

Schnittwertempfehlung siehe Kapitelende.

Sonderausführungen und andere Beschichtungen auf Anfrage.

OptiMill®-Tro-Uni (2. Generation)

Eckfräser, Ausführung 4xD mit Spanteiler
SCM942

Ausführung:

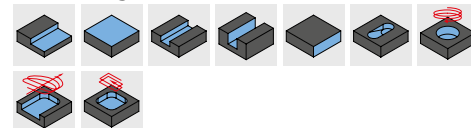
Fräserdurchmesser: 5,00 – 20,00 mm
Schneidstoff: HP830
Schneidenanzahl: 5
Spiralwinkel: ~ 41°



Konfigurierbare Merkmale:



Anwendung:



P	1	2	3	4	5	M	1	2	3	K	1	2	3	4	5	N	1	2	3	4	5	S	1	2	3	4	H	1	2	3	C	1	2	3	4	5

Baumaße					z	Spanteiler	Spezifikation	Bestell-Nr.
d ₁ f8	d ₂ h6	l ₁	l ₂	Cx45°				
5,00	6	66	20	0,10	5	2	SCM942-0500Z05R-F0010HB4-HP830	31663161
6,00	6	66	24	0,12	5	2	SCM942-0600Z05R-F0012HB4-HP830	31663162
8,00	8	74	32	0,16	5	2	SCM942-0800Z05R-F0016HB4-HP830	31663163
10,00	10	89	40	0,20	5	2	SCM942-1000Z05R-F0020HB4-HP830	31663164
12,00	12	100	48	0,24	5	2	SCM942-1200Z05R-F0024HB4-HP830	31663165
16,00	16	123	64	0,32	5	2	SCM942-1600Z05R-F0032HB4-HP830	31663167
20,00	20	140	80	0,40	5	2	SCM942-2000Z05R-F0040HB4-HP830	31663169

Maßangaben in mm.

Schnittwertempfehlung siehe Kapitelende.

Sonderausführungen und andere Beschichtungen auf Anfrage.

OptiMill®-Tro-Uni (2. Generation)

Eckfräser, Ausführung 5xD mit Spanteiler
SCM942

Ausführung:

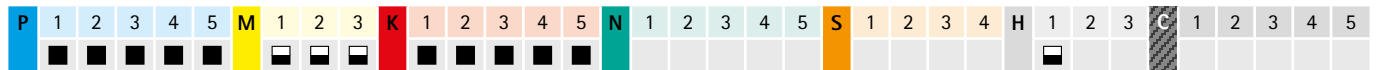
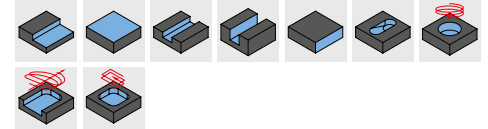
Fräserdurchmesser: 8,00 – 20,00 mm
Schneidstoff: HP830
Schneidenanzahl: 5
Spiralwinkel: ~ 41°



Konfigurierbare Merkmale:



Anwendung:



Baumaße					z	Spanteiler	Spezifikation	Bestell-Nr.
d ₁ f8	d ₂ h6	l ₁	l ₂	Cx45°				
8,00	8	81	40	0,16	5	3	SCM942-0800Z05R-F0016HB5-HP830	31663171
10,00	10	96	50	0,20	5	3	SCM942-1000Z05R-F0020HB5-HP830	31663172
12,00	12	112	60	0,24	5	3	SCM942-1200Z05R-F0024HB5-HP830	31663173
16,00	16	136	80	0,32	5	3	SCM942-1600Z05R-F0032HB5-HP830	31663175
20,00	20	160	100	0,40	5	3	SCM942-2000Z05R-F0040HB5-HP830	31663177

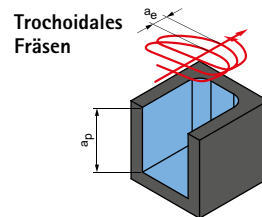
Maßangaben in mm.

Schnittwertempfehlung siehe Kapitelende.

Sonderausführungen und andere Beschichtungen auf Anfrage.

Schnittwertempfehlung für Trochoidalfräser

Vorschub und Schnittgeschwindigkeit



Trochoidales FräSEN

GERINGE Dynamik

a_p = abhängig von max. Bearbeitungstiefe des Werkzeugs

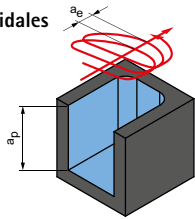
a_e = abhängig vom Werkstoff

OptiMill-Tro-Uni (2. Generation) | SCM942 (2xD, 3xD)

MMG*	Werkstoff	Festigkeit/ Härte [N/mm ²] [HRC]	Kühlung			Vorschub pro Zahn f_z [mm/Zahn] bei Fräserdurchmesser [mm]										
			MMS/Luft	Trocken	Nass	v_c [m/min]	a_e in %	4,00	5,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00	16,00	20,00
P	P1-1 Unlegierter Stahl $\leq 0.15\% C$, gegläht	420	✓	✓	✓	405	20	0,060	0,073	0,085	0,109	0,131	0,152	0,172	0,190	0,222
	P1-2 Unlegierter Stahl $\leq 0.45\% C$, gegläht	650	✓	✓	✓	360	20	0,072	0,088	0,103	0,132	0,159	0,184	0,207	0,229	0,268
	P1-3 Unlegierter Stahl $\leq 0.45\% C$, vergütet	850	✓	✓	✓	342	20	0,058	0,070	0,082	0,105	0,127	0,147	0,166	0,183	0,214
	P1-4 Unlegierter Stahl $\leq 0.75\% C$, gegläht	900	✓	✓	✓	306	20	0,057	0,069	0,081	0,103	0,125	0,144	0,163	0,180	0,211
	P1-5 Unlegierter Stahl $\leq 0.75\% C$, vergütet	1.000	✓	✓	✓	288	20	0,055	0,066	0,078	0,100	0,120	0,139	0,157	0,173	0,203
	P2-1 Niedriglegierter Stahl, gegläht	600	✓	✓	✓	324	20	0,059	0,072	0,084	0,107	0,129	0,150	0,169	0,187	0,218
	P2-2 Niedriglegierter Stahl, vergütet	930	✓	✓	✓	288	20	0,055	0,066	0,078	0,100	0,120	0,139	0,157	0,173	0,203
	P2-3 Niedriglegierter Stahl, vergütet	1.000	✓	✓	✓	261	20	0,052	0,063	0,073	0,094	0,113	0,131	0,148	0,163	0,191
	P2-4 Niedriglegierter Stahl, vergütet	1.200	✓	✓	✓	225	20	0,048	0,059	0,069	0,088	0,106	0,123	0,139	0,153	0,179
	P3-1 Hochlegierter Stahl und hochlegierter Werkzeugstahl, gegläht	680	✓	✓	✓	216	20	0,054	0,065	0,076	0,098	0,118	0,136	0,154	0,170	0,199
	P3-2 Hochlegierter Stahl und hochlegierter Werkzeugstahl, vergütet	1.100	✓	✓	✓	198	20	0,051	0,061	0,072	0,092	0,111	0,128	0,145	0,160	0,187
	P3-3 Hochlegierter Stahl und hochlegierter Werkzeugstahl, vergütet	1.250	✓	✓	✓	171	20	0,047	0,058	0,067	0,086	0,104	0,120	0,136	0,150	0,175
	P4-1 Bainitischer Stahl, Ultra-High-Carbon-Stahl, bainitisch vergütet	1.650			✓	180	17	0,034	0,041	0,048	0,061	0,074	0,086	0,096	0,107	0,125
	P5-1 Nichtrostender Stahl, ferritisch / martensitisch, vergütet	680			✓	225	18	0,046	0,056	0,066	0,084	0,101	0,118	0,133	0,147	0,172
	P5-2 Nichtrostender Stahl, martensitisch, vergütet	800			✓	198	18	0,044	0,054	0,063	0,080	0,097	0,112	0,127	0,140	0,164
	P5-3 Nichtrostender Stahl, martensitisch, ausscheidungsgehärtet	1.200			✓	144	18	0,039	0,047	0,055	0,071	0,085	0,099	0,112	0,123	0,144
M	M1-1 Nichtrostender Stahl, austenitisch, abgeschreckt	680			✓	88	18	0,041	0,050	0,059	0,075	0,091	0,105	0,118	0,131	0,153
	M1-2 Nichtrostender Stahl, austenitisch (super austenitisch), ausscheidungsgehärtet	1.010			✓	74	15	0,039	0,047	0,055	0,071	0,085	0,098	0,111	0,123	0,144
	M2-1 Nichtrostender Stahl, austenitisch / ferritisch (Duplex), lösungsgeglüht	780			✓	81	15	0,039	0,047	0,055	0,071	0,085	0,098	0,111	0,123	0,144
	M2-2 Nichtrostender Stahl, austenitisch / ferritisch (Superduplex), lösungsgeglüht	780			✓	74	13	0,036	0,044	0,051	0,066	0,079	0,092	0,104	0,115	0,134
	M3-1 Nichtrostender Stahl, hitzebeständiger austenitischer Stahl, gegossen	720			✓	74	15	0,035	0,042	0,050	0,063	0,076	0,089	0,100	0,110	0,129
K	K1-1 Gusseisen mit Lamellengraphit GJL, perlitisch / ferritisch	200	✓	✓	✓	418	20	0,120	0,146	0,171	0,219	0,263	0,305	0,344	0,380	0,445
	K1-2 Gusseisen mit Lamellengraphit GJL, perlitisch	250	✓	✓	✓	380	20	0,107	0,130	0,153	0,195	0,235	0,272	0,307	0,339	0,397
	K1-3 Gusseisen mit Lamellengraphit GJL, perlitisch	350	✓	✓	✓	342	20	0,107	0,130	0,153	0,195	0,235	0,272	0,307	0,339	0,397
	K2-1 Gusseisen mit Kugelgraphit GJS, ferritisch	400	✓	✓	✓	380	20	0,102	0,124	0,145	0,186	0,224	0,259	0,292	0,323	0,378
	K2-2 Gusseisen mit Kugelgraphit GJS, ferritisch / perlitisch	500	✓	✓	✓	342	20	0,084	0,102	0,119	0,153	0,184	0,213	0,240	0,266	0,311
	K2-3 Gusseisen mit Kugelgraphit GJS, perlitisch	700	✓	✓	✓	304	18	0,084	0,102	0,119	0,153	0,184	0,213	0,240	0,266	0,311
	K2-4 Wärmebehandelter Kugelgraphitguss ADI, austenitisch / ferritisch	1.400	✓	✓	✓	171	15	0,048	0,058	0,068	0,087	0,105	0,121	0,137	0,151	0,177
	K3-1 Gusseisen mit Vermikulargraphit GJV, ferritisch	400	✓	✓	✓	276	20	0,084	0,102	0,119	0,153	0,184	0,213	0,240	0,266	0,311
	K3-2 Gusseisen mit Vermikulargraphit GJV, perlitisch	> 400	✓	✓	✓	257	20	0,072	0,088	0,103	0,132	0,159	0,184	0,207	0,229	0,268
	K4-1 Temperguss GJMW / GJMB, ferritisch	400	✓	✓	✓	418	20	0,120	0,146	0,171	0,219	0,263	0,305	0,344	0,380	0,445
	K4-2 Temperguss GJMW / GJMB, perlitisch	600	✓	✓	✓	342	20	0,107	0,130	0,153	0,195	0,235	0,272	0,307	0,339	0,397
	K5-1 Austenitisches Gusseisen GJLA / GJSA, Lamellengraphit	210	✓	✓	✓	342	20	0,084	0,102	0,119	0,153	0,184	0,213	0,240	0,266	0,311
	K5-2 Austenitisches Gusseisen GJLA / GJSA, Kugelgraphit	420	✓	✓	✓	304	20	0,072	0,088	0,103	0,132	0,159	0,184	0,207	0,229	0,268

* MAPAL Zerspanungsgruppen
Die angegebenen Schnittwerte sind Richtwerte.

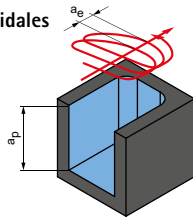
Trochoidales Fräsen



MITTLERE Dynamik

a_p = abhängig von max. Bearbeitungstiefe des Werkzeugs
 a_e = abhängig vom Werkstoff

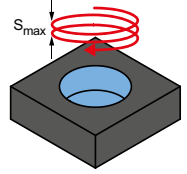
Trochoidales Fräsen



HOHE Dynamik

a_p = abhängig von max. Bearbeitungstiefe des Werkzeugs
 a_e = abhängig vom Werkstoff

Helixfräsen



	Vorschub pro Zahn f_z [mm/Zahn] bei Fräserdurchmesser [mm]											Vorschub pro Zahn f_z [mm/Zahn] bei Fräserdurchmesser [mm]											Helixfräsen G=1,8	
	v_c [m/min]	a_e in %	4,00	5,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00	16,00	20,00	v_c [m/min]	a_e in %	4,00	5,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00	16,00	20,00		
	S_{max}	EW [°]																						
	446	15	0,067	0,081	0,095	0,121	0,146	0,169	0,191	0,211	0,247	490	10	0,077	0,094	0,110	0,140	0,169	0,196	0,221	0,244	0,285	0,5xD	10
	396	15	0,084	0,101	0,119	0,152	0,183	0,212	0,239	0,264	0,309	436	10	0,102	0,124	0,146	0,186	0,224	0,260	0,293	0,324	0,379	0,5xD	10
	376	15	0,064	0,078	0,091	0,117	0,141	0,163	0,184	0,203	0,238	414	10	0,074	0,090	0,106	0,135	0,163	0,189	0,213	0,235	0,275	0,5xD	10
	337	15	0,063	0,077	0,090	0,115	0,138	0,160	0,181	0,200	0,234	370	10	0,073	0,089	0,104	0,133	0,160	0,185	0,209	0,231	0,270	0,5xD	10
	317	15	0,061	0,074	0,086	0,110	0,133	0,154	0,174	0,192	0,225	348	10	0,070	0,085	0,100	0,128	0,154	0,178	0,201	0,223	0,260	0,5xD	10
	356	15	0,065	0,079	0,093	0,119	0,143	0,166	0,187	0,207	0,242	392	10	0,076	0,092	0,108	0,138	0,166	0,192	0,217	0,240	0,280	0,5xD	10
	317	15	0,061	0,074	0,086	0,110	0,133	0,154	0,174	0,192	0,225	348	10	0,070	0,085	0,100	0,128	0,154	0,178	0,201	0,223	0,260	0,5xD	10
	287	15	0,057	0,069	0,081	0,104	0,125	0,145	0,164	0,181	0,212	316	10	0,066	0,080	0,094	0,121	0,145	0,168	0,190	0,210	0,245	0,5xD	10
	248	15	0,054	0,065	0,076	0,098	0,118	0,136	0,154	0,170	0,199	272	10	0,062	0,076	0,088	0,113	0,136	0,158	0,178	0,197	0,230	0,5xD	10
	238	15	0,060	0,072	0,085	0,108	0,131	0,151	0,171	0,189	0,221	261	10	0,069	0,084	0,098	0,125	0,151	0,175	0,197	0,218	0,255	0,5xD	10
	218	15	0,056	0,068	0,080	0,102	0,123	0,142	0,161	0,177	0,208	240	10	0,065	0,079	0,092	0,118	0,142	0,165	0,186	0,205	0,240	0,5xD	10
	188	15	0,053	0,064	0,075	0,096	0,115	0,133	0,150	0,166	0,195	207	10	0,061	0,074	0,087	0,111	0,133	0,154	0,174	0,193	0,225	0,5xD	10
	198	12	0,037	0,045	0,053	0,068	0,082	0,095	0,107	0,118	0,138	218	7	0,043	0,053	0,062	0,079	0,095	0,110	0,124	0,137	0,160	0,3xD	7
	248	13	0,051	0,062	0,073	0,093	0,113	0,130	0,147	0,163	0,190	272	8	0,059	0,072	0,085	0,108	0,130	0,151	0,170	0,188	0,220	0,3xD	7
	218	13	0,049	0,060	0,070	0,089	0,107	0,125	0,140	0,155	0,182	240	8	0,057	0,069	0,081	0,103	0,124	0,144	0,163	0,180	0,210	0,3xD	7
	158	13	0,043	0,052	0,061	0,079	0,095	0,110	0,124	0,137	0,160	174	8	0,050	0,061	0,071	0,091	0,110	0,127	0,143	0,158	0,185	0,3xD	7
	97	13	0,048	0,058	0,068	0,087	0,105	0,121	0,137	0,151	0,177	106	8	0,058	0,071	0,083	0,106	0,128	0,148	0,167	0,185	0,217	0,05xD	1
	82	10	0,045	0,054	0,064	0,081	0,098	0,114	0,128	0,142	0,166	90	5	0,055	0,067	0,078	0,100	0,120	0,139	0,157	0,174	0,203	0,05xD	1
	89	10	0,045	0,054	0,064	0,081	0,098	0,114	0,128	0,142	0,166	98	5	0,055	0,067	0,078	0,100	0,120	0,139	0,157	0,174	0,203	0,05xD	1
	82	7	0,042	0,051	0,059	0,076	0,092	0,106	0,120	0,132	0,155	90	5	0,051	0,062	0,073	0,093	0,112	0,130	0,147	0,162	0,190	0,05xD	1
	82	10	0,040	0,049	0,057	0,073	0,088	0,102	0,115	0,128	0,149	90	5	0,049	0,060	0,070	0,090	0,108	0,125	0,141	0,156	0,183	0,05xD	1
	460	15	0,139	0,169	0,197	0,252	0,304	0,352	0,397	0,439	0,514	506	10	0,170	0,206	0,242	0,309	0,372	0,431	0,487	0,538	0,629	0,5xD	10
	418	15	0,124	0,150	0,176	0,225	0,271	0,314	0,355	0,392	0,459	460	10	0,152	0,184	0,216	0,276	0,332	0,385	0,434	0,480	0,562	0,5xD	10
	376	15	0,124	0,150	0,176	0,225	0,271	0,314	0,355	0,392	0,459	414	10	0,152	0,184	0,216	0,276	0,332	0,385	0,434	0,480	0,562	0,5xD	10
	418	15	0,118	0,143	0,168	0,214	0,258	0,299	0,338	0,373	0,437	460	10	0,144	0,175	0,205	0,263	0,316	0,367	0,413	0,457	0,535	0,5xD	10
	376	15	0,097	0,118	0,138	0,176	0,213	0,246	0,278	0,307	0,359	414	10	0,119	0,144	0,169	0,216	0,260	0,302	0,340	0,376	0,440	0,5xD	10
	334	13	0,097	0,118	0,138	0,176	0,213	0,246	0,278	0,307	0,359	368	8	0,119	0,144	0,169	0,216	0,260	0,302	0,340	0,376	0,440	0,3xD	7
	188	10	0,055	0,067	0,079	0,100	0,121	0,140	0,158	0,175	0,204	207	5	0,068	0,082	0,096	0,123	0,148	0,172	0,194	0,214	0,250	0,25xD	5
	303	15	0,097	0,118	0,138	0,176	0,213	0,246	0,278	0,307	0,359	333	10	0,119	0,144	0,169	0,216	0,260	0,302	0,340	0,376	0,440	0,5xD	10
	282	15	0,084	0,101	0,119	0,152	0,183	0,212	0,239	0,264	0,309	310	10	0,102	0,124	0,146	0,186	0,224	0,260	0,293	0,324	0,379	0,5xD	10
	460	15	0,139	0,169	0,197	0,252	0,304	0,352	0,397	0,439	0,514	506	10	0,170	0,206	0,242	0,309	0,372	0,431	0,487	0,538	0,629	0,5xD	10
	376	15	0,124	0,150	0,176	0,225	0,271	0,314	0,355	0,392	0,459	414	10	0,152	0,184	0,216	0,276	0,332	0,385	0,434	0,480	0,562	0,5xD	10
	376	15	0,097	0,118	0,138	0,176	0,213	0,246	0,278	0,307	0,359	414	10	0,119	0,144	0,169	0,216	0,260	0,302	0,340	0,376	0,440	0,5xD	10
	334	15	0,084	0,101	0,119	0,152	0,183	0,212	0,239	0,264	0,309	368	10	0,102	0,124	0,146	0,186	0,224	0,260	0,293	0,324	0,379	0,5xD	10

Begriffserklärung:

S_{max} = maximale Steigung der Helix

EW_{max} = Steigungswinkel der Helix (ergibt sich aus G und S_{max})

G = Verhältnis Kreistaschen-Ø beim Eintauchen zum Werkzeug-Ø

Bsp: Werkzeug-Ø 12 mm bei G=1,5 ergibt Taschen-Ø von 18 mm

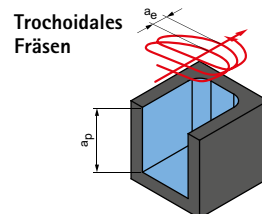
Nächste Seite:
Eingriffswinkel und
maximale Spandicke

Die für den jeweiligen Bearbeitungsfall optimalen Daten sollten im Versuch oder während der Bearbeitung ermittelt werden.

Fettschrift: Bestens geeignet | Normalschrift: Bedingt geeignet

Schnittwertempfehlung für Trochoidalfräser

Eingriffswinkel und maximale Spandicke



GERINGE Dynamik

a_p = abhängig von max. Bearbeitungstiefe des Werkzeugs

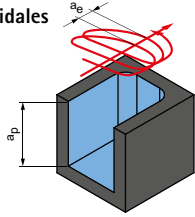
a_e = abhängig vom Werkstoff

OptiMill-Tro-Uni (2. Generation) | SCM942 (2xD, 3xD)

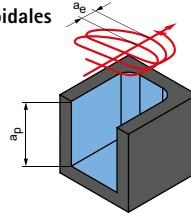
MMG*			Werkstoff	Festigkeit/ Härte [N/mm ²] [HRC]	Kühlung			Eingriffswinkel EW [°]	hmax [mm] bei Fräserdurchmesser [mm]								
					MMS/Luft	Trocken	Nass										
									4,00	5,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00	16,00	20,00
P	P1-1	Unlegierter Stahl ≤ 0.15% C, geglüht	420	✓	✓	✓	53,1	0,048	0,058	0,068	0,087	0,105	0,122	0,137	0,152	0,178	
	P1-2	Unlegierter Stahl ≤ 0.45% C, geglüht	650	✓	✓	✓	53,1	0,058	0,070	0,082	0,105	0,127	0,147	0,166	0,183	0,214	
	P1-3	Unlegierter Stahl ≤ 0.45% C, vergütet	850	✓	✓	✓	53,1	0,046	0,056	0,066	0,084	0,101	0,118	0,133	0,147	0,172	
	P1-4	Unlegierter Stahl ≤ 0.75% C, geglüht	900	✓	✓	✓	53,1	0,045	0,055	0,065	0,083	0,100	0,115	0,130	0,144	0,168	
	P1-5	Unlegierter Stahl ≤ 0.75% C, vergütet	1.000	✓	✓	✓	53,1	0,044	0,053	0,062	0,080	0,096	0,111	0,125	0,139	0,162	
	P2-1	Niedriglegierter Stahl, geglüht	600	✓	✓	✓	53,1	0,047	0,057	0,067	0,086	0,103	0,120	0,135	0,149	0,175	
	P2-2	Niedriglegierter Stahl, vergütet	930	✓	✓	✓	53,1	0,044	0,053	0,062	0,080	0,096	0,111	0,125	0,139	0,162	
	P2-3	Niedriglegierter Stahl, vergütet	1.000	✓	✓	✓	53,1	0,041	0,050	0,059	0,075	0,090	0,105	0,118	0,131	0,153	
	P2-4	Niedriglegierter Stahl, vergütet	1.200	✓	✓	✓	53,1	0,039	0,047	0,055	0,070	0,085	0,098	0,111	0,123	0,143	
	P3-1	Hochlegierter Stahl und hochlegierter Werkzeugstahl, geglüht	680	✓	✓	✓	53,1	0,043	0,052	0,061	0,078	0,094	0,109	0,123	0,136	0,159	
	P3-2	Hochlegierter Stahl und hochlegierter Werkzeugstahl, vergütet	1.100	✓	✓	✓	53,1	0,040	0,049	0,058	0,074	0,089	0,103	0,116	0,128	0,150	
	P3-3	Hochlegierter Stahl und hochlegierter Werkzeugstahl, vergütet	1.250	✓	✓	✓	53,1	0,038	0,046	0,054	0,069	0,083	0,096	0,109	0,120	0,140	
	P4-1	Bainitischer Stahl, Ultra-High-Carbon-Stahl, bainitisch vergütet	1.650			✓	48,7	0,025	0,031	0,036	0,046	0,055	0,064	0,072	0,080	0,094	
	P5-1	Nichtrostender Stahl, ferritisch / martensitisch, vergütet	680			✓	50,2	0,036	0,043	0,051	0,065	0,078	0,090	0,102	0,113	0,132	
	P5-2	Nichtrostender Stahl, martensitisch, vergütet	800			✓	50,2	0,034	0,041	0,048	0,062	0,074	0,086	0,097	0,108	0,126	
P5-3	Nichtrostender Stahl, martensitisch, ausscheidungsgehärtet	1.200			✓	50,2	0,030	0,036	0,043	0,054	0,066	0,076	0,086	0,095	0,111		
M	M1-1	Nichtrostender Stahl, austenitisch, abgeschreckt	680			✓	50,2	0,032	0,039	0,045	0,058	0,070	0,081	0,091	0,101	0,118	
	M1-2	Nichtrostender Stahl, austenitisch (super austenitisch), ausscheidungsgehärtet	1.010			✓	45,6	0,028	0,034	0,039	0,050	0,061	0,070	0,079	0,088	0,103	
	M2-1	Nichtrostender Stahl, austenitisch / ferritisch (Duplex), lösungsgeglüht	780			✓	45,6	0,028	0,034	0,039	0,050	0,061	0,070	0,079	0,088	0,103	
	M2-2	Nichtrostender Stahl, austenitisch / ferritisch (Superduplex), lösungsgeglüht	780			✓	42,3	0,024	0,030	0,035	0,044	0,053	0,062	0,070	0,077	0,090	
	M3-1	Nichtrostender Stahl, hitzebeständiger austenitischer Stahl, gegossen	720			✓	45,6	0,025	0,030	0,035	0,045	0,055	0,063	0,071	0,079	0,092	
K	K1-1	Gusseisen mit Lamellengraphit GJL, perlitisch / ferritisch	200	✓	✓	✓	53,1	0,096	0,117	0,137	0,175	0,211	0,244	0,275	0,304	0,356	
	K1-2	Gusseisen mit Lamellengraphit GJL, perlitisch	250	✓	✓	✓	53,1	0,086	0,104	0,122	0,156	0,188	0,218	0,246	0,272	0,318	
	K1-3	Gusseisen mit Lamellengraphit GJL, perlitisch	350	✓	✓	✓	53,1	0,086	0,104	0,122	0,156	0,188	0,218	0,246	0,272	0,318	
	K2-1	Gusseisen mit Kugelgraphit GJS, ferritisch	400	✓	✓	✓	53,1	0,082	0,099	0,116	0,149	0,179	0,207	0,234	0,258	0,302	
	K2-2	Gusseisen mit Kugelgraphit GJS, ferritisch / perlitisch	500	✓	✓	✓	53,1	0,067	0,082	0,096	0,122	0,147	0,171	0,192	0,213	0,249	
	K2-3	Gusseisen mit Kugelgraphit GJS, perlitisch	700	✓	✓	✓	50,2	0,065	0,078	0,092	0,117	0,141	0,164	0,185	0,204	0,239	
	K2-4	Wärmebehandelter Kugelgraphitguss ADI, austenitisch / ferritisch	1.400	✓	✓	✓	45,6	0,034	0,041	0,049	0,062	0,075	0,087	0,098	0,108	0,126	
	K3-1	Gusseisen mit Vermikulargraphit GJV, ferritisch	400	✓	✓	✓	53,1	0,067	0,082	0,096	0,122	0,147	0,171	0,192	0,213	0,249	
	K3-2	Gusseisen mit Vermikulargraphit GJV, perlitisch	> 400	✓	✓	✓	53,1	0,058	0,070	0,082	0,105	0,127	0,147	0,166	0,183	0,214	
	K4-1	Temperguss GJMW / GJMB, ferritisch	400	✓	✓	✓	53,1	0,096	0,117	0,137	0,175	0,211	0,244	0,275	0,304	0,356	
	K4-2	Temperguss GJMW / GJMB, perlitisch	600	✓	✓	✓	53,1	0,086	0,104	0,122	0,156	0,188	0,218	0,246	0,272	0,318	
	K5-1	Austenitisches Gusseisen GJLA / GJSA, Lamellengraphit	210	✓	✓	✓	53,1	0,067	0,082	0,096	0,122	0,147	0,171	0,192	0,213	0,249	
K5-2	Austenitisches Gusseisen GJLA / GJSA, Kugelgraphit	420	✓	✓	✓	53,1	0,058	0,070	0,082	0,105	0,127	0,147	0,166	0,183	0,214		

* MAPAL Zerspanungsgruppen

Die angegebenen Schnittwerte sind Richtwerte.

Trochoidales Fräsen**MITTLERE Dynamik**

a_p = abhängig von max. Bearbeitungstiefe des Werkzeugs
 a_e = abhängig vom Werkstoff

Trochoidales Fräsen**HOHE Dynamik**

a_p = abhängig von max. Bearbeitungstiefe des Werkzeugs
 a_e = abhängig vom Werkstoff

	hmax [mm] bei Fräserdurchmesser [mm]									hmax [mm] bei Fräserdurchmesser [mm]								
	4,00	5,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00	16,00	20,00	4,00	5,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00	16,00	20,00
	0,053	0,065	0,076	0,097	0,117	0,135	0,152	0,169	0,197	0,062	0,075	0,088	0,112	0,135	0,157	0,177	0,195	0,228
	0,067	0,081	0,095	0,122	0,146	0,170	0,191	0,212	0,248	0,082	0,099	0,116	0,149	0,179	0,208	0,234	0,259	0,303
	0,051	0,062	0,073	0,093	0,113	0,130	0,147	0,163	0,190	0,059	0,072	0,085	0,108	0,130	0,151	0,170	0,188	0,220
	0,050	0,061	0,072	0,092	0,111	0,128	0,144	0,160	0,187	0,058	0,071	0,083	0,106	0,128	0,148	0,167	0,185	0,216
	0,049	0,059	0,069	0,088	0,106	0,123	0,139	0,154	0,180	0,056	0,068	0,080	0,102	0,123	0,143	0,161	0,178	0,208
	0,052	0,064	0,074	0,095	0,115	0,133	0,150	0,166	0,194	0,061	0,074	0,086	0,110	0,133	0,154	0,173	0,192	0,224
	0,049	0,059	0,069	0,088	0,106	0,123	0,139	0,154	0,180	0,056	0,068	0,080	0,102	0,123	0,143	0,161	0,178	0,208
	0,046	0,056	0,065	0,083	0,100	0,116	0,131	0,145	0,170	0,053	0,064	0,075	0,096	0,116	0,135	0,152	0,168	0,196
	0,043	0,052	0,061	0,078	0,094	0,109	0,123	0,136	0,159	0,050	0,060	0,071	0,091	0,109	0,126	0,142	0,157	0,184
	0,048	0,058	0,068	0,087	0,104	0,121	0,136	0,151	0,176	0,055	0,067	0,078	0,100	0,121	0,140	0,158	0,175	0,204
	0,045	0,054	0,064	0,082	0,098	0,114	0,128	0,142	0,166	0,052	0,063	0,074	0,094	0,114	0,132	0,149	0,164	0,192
	0,042	0,051	0,060	0,076	0,092	0,107	0,120	0,133	0,156	0,049	0,059	0,069	0,089	0,107	0,124	0,139	0,154	0,180
	0,028	0,034	0,040	0,051	0,062	0,071	0,080	0,089	0,104	0,032	0,039	0,046	0,059	0,071	0,083	0,093	0,103	0,120
	0,039	0,048	0,056	0,072	0,087	0,100	0,113	0,125	0,146	0,046	0,056	0,065	0,083	0,100	0,116	0,131	0,145	0,169
	0,038	0,046	0,054	0,069	0,083	0,096	0,108	0,119	0,140	0,044	0,053	0,062	0,079	0,096	0,111	0,125	0,138	0,162
	0,033	0,040	0,047	0,060	0,073	0,084	0,095	0,105	0,123	0,038	0,047	0,055	0,070	0,084	0,098	0,110	0,122	0,142
	0,037	0,045	0,052	0,067	0,080	0,093	0,105	0,116	0,136	0,045	0,055	0,064	0,082	0,098	0,114	0,129	0,142	0,166
	0,032	0,039	0,045	0,058	0,070	0,081	0,092	0,101	0,118	0,039	0,048	0,056	0,071	0,086	0,099	0,112	0,124	0,145
	0,032	0,039	0,045	0,058	0,070	0,081	0,092	0,101	0,118	0,039	0,048	0,056	0,071	0,086	0,099	0,112	0,124	0,145
	0,028	0,034	0,040	0,051	0,062	0,071	0,080	0,089	0,104	0,034	0,042	0,049	0,063	0,075	0,087	0,099	0,109	0,127
	0,029	0,035	0,041	0,052	0,063	0,073	0,082	0,091	0,107	0,035	0,043	0,050	0,064	0,077	0,089	0,101	0,112	0,130
	0,111	0,135	0,158	0,202	0,243	0,282	0,318	0,351	0,411	0,136	0,165	0,193	0,247	0,298	0,345	0,389	0,430	0,504
	0,099	0,120	0,141	0,180	0,217	0,252	0,284	0,314	0,367	0,121	0,147	0,173	0,221	0,266	0,308	0,347	0,384	0,449
	0,099	0,120	0,141	0,180	0,217	0,252	0,284	0,314	0,367	0,121	0,147	0,173	0,221	0,266	0,308	0,347	0,384	0,449
	0,094	0,115	0,134	0,172	0,207	0,239	0,270	0,298	0,349	0,115	0,140	0,164	0,210	0,253	0,293	0,331	0,366	0,428
	0,078	0,094	0,110	0,141	0,170	0,197	0,222	0,246	0,287	0,095	0,115	0,135	0,173	0,208	0,241	0,272	0,301	0,352
	0,075	0,091	0,106	0,136	0,163	0,189	0,213	0,236	0,276	0,091	0,111	0,130	0,166	0,200	0,232	0,261	0,289	0,338
	0,039	0,048	0,056	0,072	0,086	0,100	0,113	0,125	0,146	0,048	0,059	0,069	0,088	0,106	0,123	0,138	0,153	0,179
	0,078	0,094	0,110	0,141	0,170	0,197	0,222	0,246	0,287	0,095	0,115	0,135	0,173	0,208	0,241	0,272	0,301	0,352
	0,067	0,081	0,095	0,122	0,146	0,170	0,191	0,212	0,248	0,082	0,099	0,116	0,149	0,179	0,208	0,234	0,259	0,303
	0,111	0,135	0,158	0,202	0,243	0,282	0,318	0,351	0,411	0,136	0,165	0,193	0,247	0,298	0,345	0,389	0,430	0,504
	0,099	0,120	0,141	0,180	0,217	0,252	0,284	0,314	0,367	0,121	0,147	0,173	0,221	0,266	0,308	0,347	0,384	0,449
	0,078	0,094	0,110	0,141	0,170	0,197	0,222	0,246	0,287	0,095	0,115	0,135	0,173	0,208	0,241	0,272	0,301	0,352
	0,067	0,081	0,095	0,122	0,146	0,170	0,191	0,212	0,248	0,082	0,099	0,116	0,149	0,179	0,208	0,234	0,259	0,303

Begriffserklärung:

$S_{\max}$ = maximale Steigung der Helix

$EW_{\max}$ = Steigungswinkel der Helix (ergibt sich aus G und $S_{\max}$)

G = Verhältnis Kreistaschen-Ø beim Eintauchen zum Werkzeug-Ø

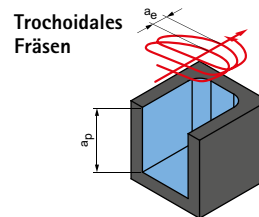
Bsp: Werkzeug-Ø 12 mm bei G=1,5 ergibt Taschen-Ø von 18 mm

Die für den jeweiligen Bearbeitungsfall optimalen Daten sollten im Versuch oder während der Bearbeitung ermittelt werden.

Fettschrift: Bestens geeignet | Normalschrift: Bedingt geeignet

Schnittwertempfehlung für Trochoidalfräser

Vorschub und Schnittgeschwindigkeit



Trochoidales Fräsen

GERINGE Dynamik

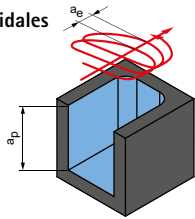
a_p = abhängig von max. Bearbeitungstiefe des Werkzeugs
 a_e = abhängig vom Werkstoff

OptiMill-Tro-Uni (2. Generation) | SCM942 (4xD, 5xD)

MMG*	Werkstoff	Festigkeit/ Härte [N/mm ²] [HRC]	Kühlung			Vorschub pro Zahn f_z [mm/Zahn] bei Fräserdurchmesser [mm]									
			MMS/Luft	Trocken	Nass	v_c [m/min]	a_e in %	5,00	6,00	8,00	10,00	12,00	16,00	20,00	
P	P1-1 Unlegierter Stahl $\leq 0.15\% C$, gegläht	420	✓	✓	✓	225	10	0,053	0,062	0,079	0,095	0,111	0,138	0,161	
	P1-2 Unlegierter Stahl $\leq 0.45\% C$, gegläht	650	✓	✓	✓	200	10	0,052	0,061	0,078	0,094	0,109	0,135	0,159	
	P1-3 Unlegierter Stahl $\leq 0.45\% C$, vergütet	850	✓	✓	✓	190	10	0,051	0,060	0,076	0,092	0,107	0,133	0,156	
	P1-4 Unlegierter Stahl $\leq 0.75\% C$, gegläht	900	✓	✓	✓	170	10	0,050	0,059	0,075	0,090	0,105	0,131	0,153	
	P1-5 Unlegierter Stahl $\leq 0.75\% C$, vergütet	1.000	✓	✓	✓	160	10	0,048	0,057	0,072	0,087	0,101	0,126	0,147	
	P2-1 Niedriglegierter Stahl, gegläht	600	✓	✓	✓	180	10	0,052	0,061	0,078	0,094	0,109	0,135	0,159	
	P2-2 Niedriglegierter Stahl, vergütet	930	✓	✓	✓	160	10	0,048	0,057	0,072	0,087	0,101	0,126	0,147	
	P2-3 Niedriglegierter Stahl, vergütet	1.000	✓	✓	✓	145	10	0,045	0,053	0,068	0,082	0,095	0,119	0,139	
	P2-4 Niedriglegierter Stahl, vergütet	1.200	✓	✓	✓	125	10	0,043	0,050	0,064	0,077	0,089	0,111	0,130	
	P3-1 Hochlegierter Stahl und hochlegierter Werkzeugstahl, gegläht	680	✓	✓	✓	120	10	0,047	0,055	0,071	0,085	0,099	0,123	0,144	
	P3-2 Hochlegierter Stahl und hochlegierter Werkzeugstahl, vergütet	1.100	✓	✓	✓	110	10	0,045	0,052	0,067	0,080	0,093	0,116	0,136	
	P3-3 Hochlegierter Stahl und hochlegierter Werkzeugstahl, vergütet	1.250	✓	✓	✓	95	10	0,042	0,049	0,063	0,075	0,087	0,109	0,127	
	P4-1 Bainitischer Stahl, Ultra-High-Carbon-Stahl, bainitisch vergütet	1.650			✓	100	7	0,030	0,035	0,044	0,054	0,062	0,077	0,091	
	P5-1 Nichtrostender Stahl, ferritisch / martensitisch, vergütet	680			✓	125	8	0,041	0,048	0,061	0,074	0,085	0,106	0,125	
	P5-2 Nichtrostender Stahl, martensitisch, vergütet	800			✓	110	8	0,039	0,046	0,058	0,070	0,082	0,102	0,119	
	P5-3 Nichtrostender Stahl, martensitisch, ausscheidungsgehärtet	1.200			✓	80	8	0,034	0,040	0,051	0,062	0,072	0,090	0,105	
M	M1-1 Nichtrostender Stahl, austenitisch, abgeschreckt	680			✓	88	8	0,030	0,035	0,044	0,054	0,062	0,077	0,091	
	M1-2 Nichtrostender Stahl, austenitisch (super austenitisch), ausscheidungsgehärtet	1.010			✓	75	5	0,028	0,033	0,042	0,050	0,058	0,073	0,085	
	M2-1 Nichtrostender Stahl, austenitisch / ferritisch (Duplex), lösungsgeglüht	780			✓	81	5	0,028	0,033	0,042	0,050	0,058	0,073	0,085	
	M2-2 Nichtrostender Stahl, austenitisch / ferritisch (Superduplex), lösungsgeglüht	780			✓	75	7	0,026	0,030	0,039	0,047	0,054	0,068	0,079	
	M3-1 Nichtrostender Stahl, hitzebeständiger austenitischer Stahl, gegossen	720			✓	75	5	0,025	0,029	0,038	0,045	0,052	0,065	0,076	
K	K1-1 Gusseisen mit Lamellengraphit GJL, perlitisch / ferritisch	200	✓	✓	✓	220	10	0,086	0,101	0,129	0,156	0,180	0,225	0,263	
	K1-2 Gusseisen mit Lamellengraphit GJL, perlitisch	250	✓	✓	✓	200	10	0,077	0,090	0,115	0,139	0,161	0,201	0,235	
	K1-3 Gusseisen mit Lamellengraphit GJL, perlitisch	350	✓	✓	✓	180	10	0,077	0,090	0,115	0,139	0,161	0,201	0,235	
	K2-1 Gusseisen mit Kugelgraphit GJS, ferritisch	400	✓	✓	✓	200	10	0,073	0,086	0,110	0,132	0,153	0,191	0,224	
	K2-2 Gusseisen mit Kugelgraphit GJS, ferritisch / perlitisch	500	✓	✓	✓	180	10	0,060	0,071	0,090	0,109	0,126	0,157	0,184	
	K2-3 Gusseisen mit Kugelgraphit GJS, perlitisch	700	✓	✓	✓	160	8	0,060	0,071	0,090	0,109	0,126	0,157	0,184	
	K2-4 Wärmebehandelter Kugelgraphitguss ADI, austenitisch / ferritisch	1.400	✓	✓	✓	90	5	0,034	0,040	0,051	0,062	0,072	0,090	0,105	
	K3-1 Gusseisen mit Vermikulargraphit GJV, ferritisch	400	✓	✓	✓	145	10	0,060	0,071	0,090	0,109	0,126	0,157	0,184	
	K3-2 Gusseisen mit Vermikulargraphit GJV, perlitisch	> 400	✓	✓	✓	135	10	0,052	0,061	0,078	0,094	0,109	0,135	0,159	
	K4-1 Temperguss GJMW / GJMB, ferritisch	400	✓	✓	✓	220	10	0,086	0,101	0,129	0,156	0,180	0,225	0,263	
	K4-2 Temperguss GJMW / GJMB, perlitisch	600	✓	✓	✓	180	10	0,077	0,090	0,115	0,139	0,161	0,201	0,235	
	K5-1 Austenitisches Gusseisen GJLA / GJSA, Lamellengraphit	210	✓	✓	✓	180	10	0,060	0,071	0,090	0,109	0,126	0,157	0,184	
	K5-2 Austenitisches Gusseisen GJLA / GJSA, Kugelgraphit	420	✓	✓	✓	160	10	0,052	0,061	0,078	0,094	0,109	0,135	0,159	

* MAPAL Zerspanungsgruppen
 Die angegebenen Schnittwerte sind Richtwerte.

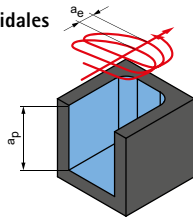
Trochoidales Fräsen



MITTLERE Dynamik

a_p = abhängig von max. Bearbeitungstiefe des Werkzeugs
 a_e = abhängig vom Werkstoff

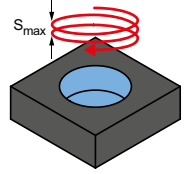
Trochoidales Fräsen



HOHE Dynamik

a_p = abhängig von max. Bearbeitungstiefe des Werkzeugs
 a_e = abhängig vom Werkstoff

Helixfräsen



	Vorschub pro Zahn f_z [mm/Zahn] bei Fräserdurchmesser [mm]								Vorschub pro Zahn f_z [mm/Zahn] bei Fräserdurchmesser [mm]								Helixfräsen G=1,8			
	v_c [m/min]	a_e in %	5,00	6,00	8,00	10,00	12,00	16,00	20,00	v_c [m/min]	a_e in %	5,00	6,00	8,00	10,00	12,00			16,00	20,00
	S_{max}	EW [°]																		
	248	7,5	0,061	0,072	0,092	0,110	0,128	0,159	0,186	273	5	0,075	0,088	0,112	0,135	0,156	0,195	0,228	0,25xD	5
	220	7,5	0,060	0,070	0,090	0,108	0,125	0,156	0,183	242	5	0,074	0,086	0,110	0,133	0,154	0,192	0,224	0,25xD	5
	209	7,5	0,059	0,069	0,088	0,106	0,123	0,154	0,180	230	5	0,072	0,085	0,108	0,130	0,151	0,188	0,220	0,25xD	5
	187	7,5	0,058	0,068	0,087	0,104	0,121	0,151	0,177	206	5	0,071	0,083	0,106	0,128	0,148	0,185	0,216	0,25xD	5
	176	7,5	0,056	0,065	0,083	0,101	0,117	0,145	0,170	194	5	0,068	0,080	0,102	0,123	0,143	0,178	0,208	0,25xD	5
	198	7,5	0,060	0,070	0,090	0,108	0,125	0,156	0,183	218	5	0,074	0,086	0,110	0,133	0,154	0,192	0,224	0,25xD	5
	176	7,5	0,056	0,065	0,083	0,101	0,117	0,145	0,170	194	5	0,068	0,080	0,102	0,123	0,143	0,178	0,208	0,25xD	5
	160	7,5	0,053	0,062	0,079	0,095	0,110	0,137	0,160	176	5	0,064	0,075	0,096	0,116	0,134	0,168	0,196	0,25xD	5
	138	7,5	0,049	0,058	0,074	0,089	0,103	0,128	0,150	152	5	0,060	0,071	0,090	0,109	0,126	0,157	0,184	0,25xD	5
	132	7,5	0,055	0,064	0,082	0,099	0,114	0,142	0,167	146	5	0,067	0,078	0,100	0,121	0,140	0,174	0,204	0,25xD	5
	121	7,5	0,051	0,060	0,077	0,093	0,108	0,134	0,157	134	5	0,063	0,074	0,094	0,114	0,132	0,164	0,192	0,25xD	5
	105	7,5	0,048	0,056	0,072	0,087	0,101	0,126	0,147	116	5	0,059	0,069	0,088	0,107	0,123	0,154	0,180	0,25xD	5
	110	4,5	0,034	0,040	0,051	0,062	0,072	0,089	0,105	121	2,7	0,042	0,049	0,063	0,076	0,088	0,109	0,128	0,15xD	3
	138	5	0,047	0,055	0,071	0,085	0,099	0,123	0,144	152	3	0,058	0,068	0,087	0,104	0,121	0,151	0,176	0,15xD	3
	121	5	0,045	0,053	0,067	0,081	0,094	0,117	0,137	134	3	0,055	0,065	0,083	0,099	0,115	0,144	0,168	0,15xD	3
	88	5	0,040	0,046	0,059	0,072	0,083	0,103	0,121	97	3	0,049	0,057	0,073	0,088	0,102	0,127	0,148	0,15xD	3
	97	5	0,034	0,040	0,051	0,062	0,072	0,089	0,105	107	3	0,042	0,049	0,063	0,076	0,088	0,109	0,128	0,05xD	1
	83	3	0,032	0,038	0,048	0,058	0,067	0,084	0,098	92	1	0,039	0,046	0,059	0,071	0,082	0,103	0,120	0,05xD	1
	90	3	0,032	0,038	0,048	0,058	0,067	0,084	0,098	99	1	0,039	0,046	0,059	0,071	0,082	0,103	0,120	0,05xD	1
	83	4,5	0,030	0,035	0,045	0,054	0,063	0,078	0,092	92	2,7	0,037	0,043	0,055	0,066	0,077	0,096	0,112	0,05xD	1
	83	3	0,029	0,034	0,043	0,052	0,060	0,075	0,088	92	1	0,035	0,042	0,053	0,064	0,074	0,092	0,108	0,05xD	1
	242	7,5	0,100	0,117	0,149	0,180	0,208	0,260	0,304	267	5	0,122	0,143	0,183	0,220	0,255	0,318	0,372	0,25xD	5
	220	7,5	0,089	0,104	0,133	0,161	0,186	0,232	0,271	242	5	0,109	0,128	0,163	0,197	0,228	0,284	0,332	0,25xD	5
	198	7,5	0,089	0,104	0,133	0,161	0,186	0,232	0,271	218	5	0,109	0,128	0,163	0,197	0,228	0,284	0,332	0,25xD	5
	220	7,5	0,085	0,099	0,127	0,153	0,177	0,221	0,258	242	5	0,104	0,121	0,155	0,187	0,217	0,270	0,316	0,25xD	5
	198	7,5	0,070	0,082	0,104	0,126	0,146	0,182	0,212	218	5	0,085	0,100	0,128	0,154	0,178	0,222	0,260	0,25xD	5
	176	5	0,070	0,082	0,104	0,126	0,146	0,182	0,212	194	3	0,085	0,100	0,128	0,154	0,178	0,222	0,260	0,15xD	3
	99	3	0,040	0,046	0,059	0,072	0,083	0,103	0,121	109	1	0,049	0,057	0,073	0,088	0,102	0,127	0,148	0,05xD	1
	160	7,5	0,070	0,082	0,104	0,126	0,146	0,182	0,212	176	5	0,085	0,100	0,128	0,154	0,178	0,222	0,260	0,25xD	5
	149	7,5	0,060	0,070	0,090	0,108	0,125	0,156	0,183	164	5	0,074	0,086	0,110	0,133	0,154	0,192	0,224	0,25xD	5
	242	7,5	0,100	0,117	0,149	0,180	0,208	0,260	0,304	267	5	0,122	0,143	0,183	0,220	0,255	0,318	0,372	0,25xD	5
	198	7,5	0,089	0,104	0,133	0,161	0,186	0,232	0,271	218	5	0,109	0,128	0,163	0,197	0,228	0,284	0,332	0,25xD	5
	198	7,5	0,070	0,082	0,104	0,126	0,146	0,182	0,212	218	5	0,085	0,100	0,128	0,154	0,178	0,222	0,260	0,25xD	5
	176	7,5	0,060	0,070	0,090	0,108	0,125	0,156	0,183	194	5	0,074	0,086	0,110	0,133	0,154	0,192	0,224	0,25xD	5

Begriffserklärung:

S_{max} = maximale Steigung der Helix

EW_{max} = Steigungswinkel der Helix (ergibt sich aus G und S_{max})

G = Verhältnis Kreistaschen-Ø beim Eintauchen zum Werkzeug-Ø

Bsp: Werkzeug-Ø 12 mm bei G=1,5 ergibt Taschen-Ø von 18 mm

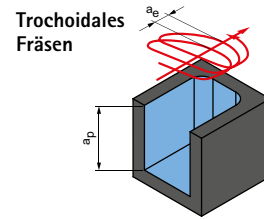
Nächste Seite:
Eingriffswinkel und
maximale Spandicke

Die für den jeweiligen Bearbeitungsfall optimalen Daten sollten im Versuch oder während der Bearbeitung ermittelt werden.

Fettschrift: Bestens geeignet | Normalschrift: Bedingt geeignet

Schnittwertempfehlung für Trochoidalfräser

Eingriffswinkel und maximale Spandicke



Trochoidales Fräsen

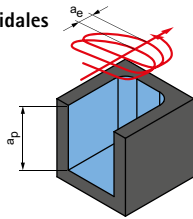
GERINGE Dynamik

a_p = abhängig von max. Bearbeitungstiefe des Werkzeugs
 a_e = abhängig vom Werkstoff

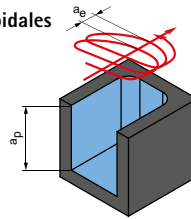
OptiMill-Tro-Uni (2. Generation) | SCM942 (4xD, 5xD)

MMG*	Werkstoff	Festigkeit/ Härte [N/mm ²] [HRC]	Kühlung			Eingriffswinkel EW [°]	hmax [mm] bei Fräserdurchmesser [mm]						
			MMS/Luft	Trocken	Nass		5,00	6,00	8,00	10,00	12,00	16,00	20,00
P	P1-1 Unlegierter Stahl ≤ 0.15% C, gegläht	420	✓	✓	✓	31,8	0,032	0,037	0,048	0,057	0,066	0,083	0,097
	P1-2 Unlegierter Stahl ≤ 0.45% C, gegläht	650	✓	✓	✓	31,8	0,031	0,037	0,047	0,056	0,065	0,081	0,095
	P1-3 Unlegierter Stahl ≤ 0.45% C, vergütet	850	✓	✓	✓	31,8	0,031	0,036	0,046	0,055	0,064	0,080	0,093
	P1-4 Unlegierter Stahl ≤ 0.75% C, gegläht	900	✓	✓	✓	31,8	0,030	0,035	0,045	0,054	0,063	0,078	0,092
	P1-5 Unlegierter Stahl ≤ 0.75% C, vergütet	1.000	✓	✓	✓	31,8	0,029	0,034	0,043	0,052	0,061	0,075	0,088
	P2-1 Niedriglegierter Stahl, gegläht	600	✓	✓	✓	31,8	0,031	0,037	0,047	0,056	0,065	0,081	0,095
	P2-2 Niedriglegierter Stahl, vergütet	930	✓	✓	✓	31,8	0,029	0,034	0,043	0,052	0,061	0,075	0,088
	P2-3 Niedriglegierter Stahl, vergütet	1.000	✓	✓	✓	31,8	0,027	0,032	0,041	0,049	0,057	0,071	0,083
	P2-4 Niedriglegierter Stahl, vergütet	1.200	✓	✓	✓	31,8	0,026	0,030	0,038	0,046	0,054	0,067	0,078
	P3-1 Hochlegierter Stahl und hochlegierter Werkzeugstahl, gegläht	680	✓	✓	✓	31,8	0,028	0,033	0,043	0,051	0,059	0,074	0,087
	P3-2 Hochlegierter Stahl und hochlegierter Werkzeugstahl, vergütet	1.100	✓	✓	✓	31,8	0,027	0,031	0,040	0,048	0,056	0,070	0,082
	P3-3 Hochlegierter Stahl und hochlegierter Werkzeugstahl, vergütet	1.250	✓	✓	✓	31,8	0,025	0,029	0,038	0,045	0,052	0,065	0,076
	P4-1 Bainitischer Stahl, Ultra-High-Carbon-Stahl, bainitisch vergütet	1.650			✓	24,5	0,015	0,018	0,023	0,027	0,032	0,040	0,046
	P5-1 Nichtrostender Stahl, ferritisch / martensitisch, vergütet	680			✓	25,8	0,022	0,026	0,033	0,040	0,046	0,058	0,068
	P5-2 Nichtrostender Stahl, martensitisch, vergütet	800			✓	25,8	0,021	0,025	0,032	0,038	0,044	0,055	0,065
M	P5-3 Nichtrostender Stahl, martensitisch, ausscheidungsgehärtet	1.200			✓	25,8	0,019	0,022	0,028	0,034	0,039	0,049	0,057
	M1-1 Nichtrostender Stahl, austenitisch, abgeschreckt	680			✓	25,8	0,016	0,019	0,024	0,029	0,034	0,042	0,049
	M1-2 Nichtrostender Stahl, austenitisch (super austenitisch), ausscheidungsgehärtet	1.010			✓	19,9	0,012	0,014	0,018	0,022	0,025	0,032	0,037
	M2-1 Nichtrostender Stahl, austenitisch / ferritisch (Duplex), lösungsgeglüht	780			✓	19,9	0,012	0,014	0,018	0,022	0,025	0,032	0,037
	M2-2 Nichtrostender Stahl, austenitisch / ferritisch (Superduplex), lösungsgeglüht	780			✓	24,5	0,013	0,016	0,020	0,024	0,028	0,035	0,040
K	M3-1 Nichtrostender Stahl, hitzebeständiger austenitischer Stahl, gegossen	720			✓	19,9	0,011	0,013	0,016	0,020	0,023	0,028	0,033
	K1-1 Gusseisen mit Lamellengraphit GJL, perlitisch / ferritisch	200	✓	✓	✓	31,8	0,052	0,061	0,078	0,093	0,108	0,135	0,158
	K1-2 Gusseisen mit Lamellengraphit GJL, perlitisch	250	✓	✓	✓	31,8	0,046	0,054	0,069	0,083	0,097	0,120	0,141
	K1-3 Gusseisen mit Lamellengraphit GJL, perlitisch	350	✓	✓	✓	31,8	0,046	0,054	0,069	0,083	0,097	0,120	0,141
	K2-1 Gusseisen mit Kugelgraphit GJS, ferritisch	400	✓	✓	✓	31,8	0,044	0,052	0,066	0,079	0,092	0,115	0,134
	K2-2 Gusseisen mit Kugelgraphit GJS, ferritisch / perlitisch	500	✓	✓	✓	31,8	0,036	0,042	0,054	0,065	0,076	0,094	0,110
	K2-3 Gusseisen mit Kugelgraphit GJS, perlitisch	700	✓	✓	✓	25,8	0,033	0,038	0,049	0,059	0,068	0,085	0,100
	K2-4 Wärmebehandelter Kugelgraphitguss ADI, austenitisch / ferritisch	1.400	✓	✓	✓	19,9	0,015	0,018	0,022	0,027	0,031	0,039	0,046
	K3-1 Gusseisen mit Vermikulargraphit GJV, ferritisch	400	✓	✓	✓	31,8	0,036	0,042	0,054	0,065	0,076	0,094	0,110
	K3-2 Gusseisen mit Vermikulargraphit GJV, perlitisch	> 400	✓	✓	✓	31,8	0,031	0,037	0,047	0,056	0,065	0,081	0,095
	K4-1 Temperguss GJMW / GJMB, ferritisch	400	✓	✓	✓	31,8	0,052	0,061	0,078	0,093	0,108	0,135	0,158
	K4-2 Temperguss GJMW / GJMB, perlitisch	600	✓	✓	✓	31,8	0,046	0,054	0,069	0,083	0,097	0,120	0,141
	K5-1 Austenitisches Gusseisen GJLA / GJSA, Lamellengraphit	210	✓	✓	✓	31,8	0,036	0,042	0,054	0,065	0,076	0,094	0,110
	K5-2 Austenitisches Gusseisen GJLA / GJSA, Kugelgraphit	420	✓	✓	✓	31,8	0,031	0,037	0,047	0,056	0,065	0,081	0,095

* MAPAL Zerspanungsgruppen
 Die angegebenen Schnittwerte sind Richtwerte.

Trochoidales Fräsen**MITTLERE Dynamik**

a_p = abhängig von max. Bearbeitungstiefe des Werkzeugs
 a_e = abhängig vom Werkstoff

Trochoidales Fräsen**HOHE Dynamik**

a_p = abhängig von max. Bearbeitungstiefe des Werkzeugs
 a_e = abhängig vom Werkstoff

	hmax [mm] bei Fräserdurchmesser [mm]							hmax [mm] bei Fräserdurchmesser [mm]						
	5,00	6,00	8,00	10,00	12,00	16,00	20,00	5,00	6,00	8,00	10,00	12,00	16,00	20,00
	0,032	0,038	0,048	0,058	0,067	0,084	0,098	0,032	0,038	0,048	0,058	0,067	0,084	0,098
	0,032	0,037	0,047	0,057	0,066	0,082	0,096	0,032	0,037	0,047	0,057	0,066	0,082	0,096
	0,031	0,036	0,047	0,056	0,065	0,081	0,095	0,031	0,036	0,047	0,056	0,065	0,081	0,095
	0,030	0,036	0,046	0,055	0,064	0,079	0,093	0,030	0,036	0,046	0,055	0,064	0,079	0,093
	0,029	0,034	0,044	0,053	0,061	0,077	0,090	0,029	0,034	0,044	0,053	0,061	0,077	0,090
	0,032	0,037	0,047	0,057	0,066	0,082	0,096	0,032	0,037	0,047	0,057	0,066	0,082	0,096
	0,029	0,034	0,044	0,053	0,061	0,077	0,090	0,029	0,034	0,044	0,053	0,061	0,077	0,090
	0,028	0,032	0,041	0,050	0,058	0,072	0,084	0,028	0,032	0,041	0,050	0,058	0,072	0,084
	0,026	0,030	0,039	0,047	0,054	0,068	0,079	0,026	0,030	0,039	0,047	0,054	0,068	0,079
	0,029	0,034	0,043	0,052	0,060	0,075	0,088	0,029	0,034	0,043	0,052	0,060	0,075	0,088
	0,027	0,032	0,041	0,049	0,057	0,071	0,083	0,027	0,032	0,041	0,049	0,057	0,071	0,083
	0,025	0,030	0,038	0,046	0,053	0,066	0,077	0,025	0,030	0,038	0,046	0,053	0,066	0,077
	0,014	0,017	0,021	0,026	0,030	0,037	0,043	0,014	0,017	0,021	0,026	0,030	0,037	0,043
	0,021	0,024	0,031	0,037	0,043	0,054	0,063	0,021	0,024	0,031	0,037	0,043	0,054	0,063
	0,020	0,023	0,029	0,035	0,041	0,051	0,060	0,020	0,023	0,029	0,035	0,041	0,051	0,060
	0,017	0,020	0,026	0,031	0,036	0,045	0,053	0,017	0,020	0,026	0,031	0,036	0,045	0,053
	0,015	0,018	0,022	0,027	0,031	0,039	0,046	0,015	0,018	0,022	0,027	0,031	0,039	0,046
	0,011	0,013	0,016	0,020	0,023	0,029	0,033	0,011	0,013	0,016	0,020	0,023	0,029	0,033
	0,011	0,013	0,016	0,020	0,023	0,029	0,033	0,011	0,013	0,016	0,020	0,023	0,029	0,033
	0,012	0,015	0,019	0,022	0,026	0,032	0,038	0,012	0,015	0,019	0,022	0,026	0,032	0,038
	0,010	0,012	0,015	0,018	0,021	0,026	0,030	0,010	0,012	0,015	0,018	0,021	0,026	0,030
	0,053	0,062	0,079	0,095	0,110	0,137	0,160	0,053	0,062	0,079	0,095	0,110	0,137	0,160
	0,047	0,055	0,070	0,085	0,098	0,122	0,143	0,047	0,055	0,070	0,085	0,098	0,122	0,143
	0,047	0,055	0,070	0,085	0,098	0,122	0,143	0,047	0,055	0,070	0,085	0,098	0,122	0,143
	0,045	0,052	0,067	0,080	0,093	0,116	0,136	0,045	0,052	0,067	0,080	0,093	0,116	0,136
	0,037	0,043	0,055	0,066	0,077	0,096	0,112	0,037	0,043	0,055	0,066	0,077	0,096	0,112
	0,030	0,036	0,045	0,055	0,063	0,079	0,093	0,030	0,036	0,045	0,055	0,063	0,079	0,093
	0,014	0,016	0,020	0,024	0,028	0,035	0,041	0,014	0,016	0,020	0,024	0,028	0,035	0,041
	0,037	0,043	0,055	0,066	0,077	0,096	0,112	0,037	0,043	0,055	0,066	0,077	0,096	0,112
	0,032	0,037	0,047	0,057	0,066	0,082	0,096	0,032	0,037	0,047	0,057	0,066	0,082	0,096
	0,053	0,062	0,079	0,095	0,110	0,137	0,160	0,053	0,062	0,079	0,095	0,110	0,137	0,160
	0,047	0,055	0,070	0,085	0,098	0,122	0,143	0,047	0,055	0,070	0,085	0,098	0,122	0,143
	0,037	0,043	0,055	0,066	0,077	0,096	0,112	0,037	0,043	0,055	0,066	0,077	0,096	0,112
	0,032	0,037	0,047	0,057	0,066	0,082	0,096	0,032	0,037	0,047	0,057	0,066	0,082	0,096

Begriffserklärung:

$S_{\max}$ = maximale Steigung der Helix

$EW_{\max}$ = Steigungswinkel der Helix (ergibt sich aus G und $S_{\max}$)

G = Verhältnis Kreistaschen-Ø beim Eintauchen zum Werkzeug-Ø

Bsp: Werkzeug-Ø 12 mm bei G=1,5 ergibt Taschen-Ø von 18 mm

Die für den jeweiligen Bearbeitungsfall optimalen Daten sollten im Versuch oder während der Bearbeitung ermittelt werden.

Fettschrift: Bestens geeignet | Normalschrift: Bedingt geeignet

Trochoides Fräsen – Grundlagen

Definition

Das trochoide Fräsen ist eine Frässtrategie mit dem Ziel die Prozesskräfte zu senken und gleichzeitig die Zeitspanvolumina zu steigern. Durch eine Überlagerung der Vorschubbewegung mit einer Kreisbewegung des Werkzeugs können die Eingriffsbedingungen positiv beeinflusst werden. Es kommt zu einem zyklischen Materialabtrag mit veränderlichen und auf den Werkzeugeinsatz abstimmbaren Eingriffsbedingungen sowie variablen Spanungsbreiten entlang der Kreisbahn des Werkzeugs.

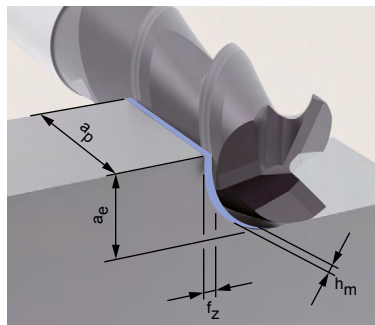
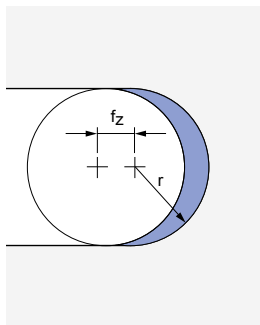


Beispiel Vollnutfräsen

Konventionelles Fräsen

Bei einer Schruppbearbeitung im Vollschnitt sind die Eingriffsbedingungen des Fräfers auf einen Umschlingungswinkel von 180° festgelegt.

Dieser führt neben der Erzeugung langer Späne aufgrund des langen Zahneingriffs zu einer vergleichsweise hohen thermischen Belastung des Werkzeugs. Der daraus resultierende große Spanungsquerschnitt hat wiederum hohe Zerspankräfte zur Folge, wodurch prozessstabile Zustelltiefen, Vorschübe und Schnittgeschwindigkeiten limitiert sind.

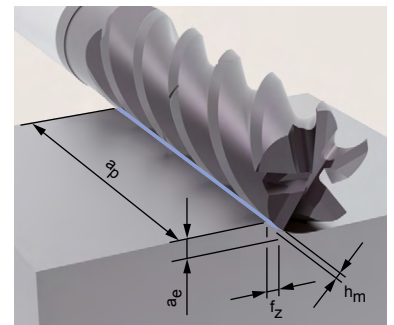
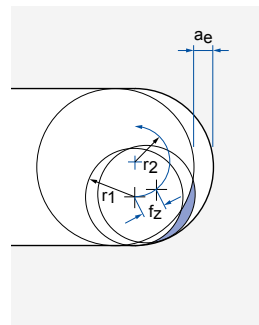


a_p : klein (Schnitttiefe $\sim 1 \times D$)
 a_e : groß ($1 \times D$)
 f_z : klein
 v_c : niedrig

Trochoides Fräsen

Die spezifische Kinematik des trochoiden Fräsens ermöglicht es, aufgrund einer Überlagerung der Vorschubbewegung mit einer Kreisbewegung des Werkzeugs, die Eingriffsbedingungen positiv zu beeinflussen. Der Eingriffswinkel ist entsprechend gering.

Dieser Technologieansatz hat zur Folge, dass eine verringerte Spanungsbreite und Schnittlänge zu deutlich reduzierten Prozesskräften führen. Hierdurch ist es wiederum möglich, größere Schnitttiefen zu realisieren.



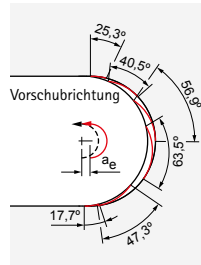
a_p : groß (Volle Ausnutzung der Schneidenlänge möglich)
 a_e : klein
 f_z : groß
 v_c : hoch

Trochoides Fräsen – im Detail

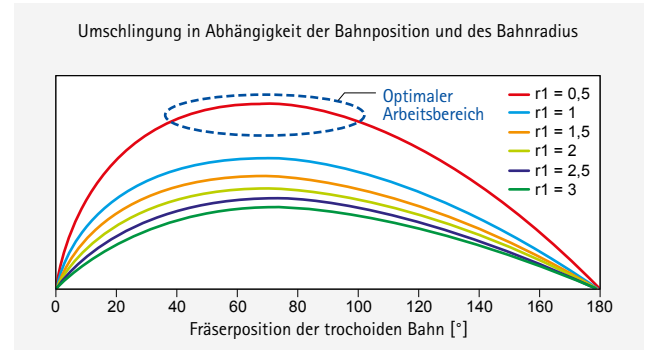
Trochoides Fräsen – Kreisbahn

Für den Fall einer Kreisbahn mit konstantem Radius variieren die Umschlingungswinkel an der eingreifenden Werkzeugschneide je nach absoluter radialer Zustellung innerhalb einer Umdrehung.

- Eingriffsbedingungen ändern sich ständig
- optimaler Arbeitsbereich des Fräasers
- begrenzt auf einen kleinen Bereich
- geringes Spanvolumen
- erhöhte Schwingungsneigung
- erhöhter Werkzeugverschleiß



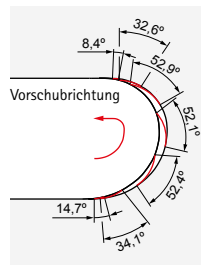
Umschlingung in Abhängigkeit der Bahnposition – Kreisbahn



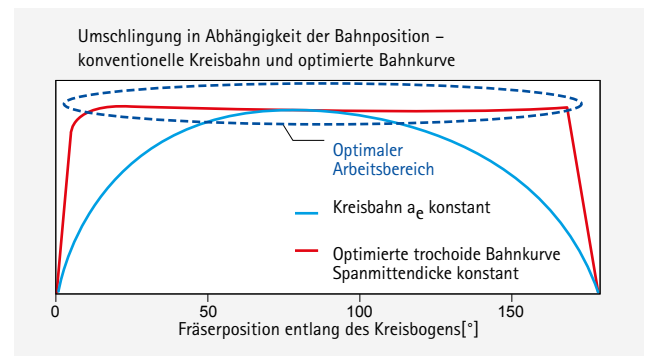
Trochoides Fräsen – Optimierte Bahnkurve

Durch eine angepasste Bahnbewegung des Werkzeugs können die Eingriffsverhältnisse des Fräasers in jedem Punkt der Bahn über nahezu die gesamte Bearbeitung konstant gehalten werden. Somit kann der Fräsprozess stets am Optimum betrieben werden. Innerhalb einer Bahn wird der Vorschub so angepasst, dass die Spanmittendicke konstant bleibt.

- konstante Eingriffsbedingungen
- konstantes Kraftniveau
- geringerer Werkzeugverschleiß
- maximales Zeitspanvolumen

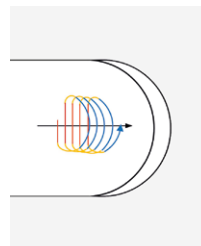


Umschlingung in Abhängigkeit der Bahnposition – Optimierte Bahnkurve



Vorschubbewegung – Optimierter Luftschnitt

Für eine ganzheitliche Prozessoptimierung müssen neben der Werkzeugbahn während des Eingriffs auch die Verfahrbewegungen im Luftschnitt betrachtet werden. Ziel ist es, nach dem Austritt des Fräasers aus dem Material eine möglichst rasche Bewegung zum nächsten Eintrittspunkt zu realisieren. Da die Ausführung einer Kreisbahn an dieser Stelle nicht von Vorteil ist, wird in Abhängigkeit der Dynamik der Maschine ein möglichst direkter Anfahrweg gewählt.



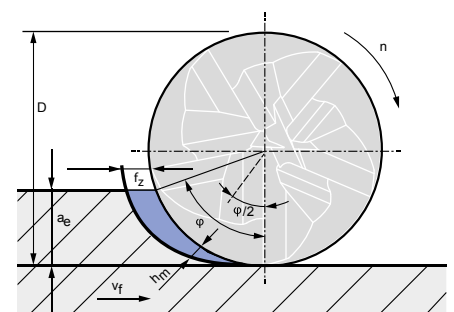
■ Vorschub
■ Rampe
■ Eilgang

HINWEIS

- Das trochoidale Fräsen setzt neben einem modernen CAM-System oder einer modernen Maschinensteuerung auch ein möglichst dynamisches Bearbeitungszentrum voraus.

Maximale Spandicke $h_{\max}$ und Eingriffswinkel φ

Eingriffswinkel	$\varphi = [^\circ]$	$\cos \varphi = 1 - \frac{2 \cdot a_e}{D}$	Ist abhängig vom Eingriffsverhältnis a_e/D und wird je nach Werkstoff begrenzt.
Maximale Spandicke	$h_{\max} = [\text{mm}]$	$h_{\max} = f_z \cdot \sqrt{\frac{a_e}{D}}$	Wird beim trochoiden Fräsen durch dynamische Vorschübe nahezu konstant gehalten. Die Spanmittendicke wird bei $\varphi/2$ gemessen.
Vorschub pro Zahn	$f_z = [\text{mm}]$		Eingeschränkte Variable, wird während der Bearbeitung durch CAM-System angepasst.
Eingriffsbreite	$a_e = [\text{mm}]$		Wird ständig von der CAM-Software neu berechnet und begrenzt den Eingriffswinkel φ .
Werkzeugdurchmesser	$D = [\text{mm}]$		





Entdecken Sie jetzt Werkzeug- und Service-Lösungen, die Sie vorwärts bringen:

BOHRUNGSBEARBEITUNG

REIBEN | FEINBOHREN

VOLLBOHREN | AUFBOHREN | SENKEN

FRÄSEN

SPANNEN

DREHEN

AUSSTEUERN

EINSTELLEN | MESSEN | AUSGEBEN

SERVICES

FOLLOW US

