





**Das Standardprogramm von Ingersoll Werkzeuge GmbH umfasst ein umfangreiches und weltweit etabliertes Sortiment an Zerspanungswerkzeugen, zugeschnitten auf die unterschiedlichsten Anwendungsfälle.**

Unser Produktspektrum wird ständig erweitert und besteht aus Schafffräsern, Walzenstirfräsern, Eckfräsern, Planfräsern, Scheibenfräsern, Formfräsern, Bohrern, Vollhartmetall Werkzeugen, Aufnahmen, Spannmitteln und Wendschneidplatten. Mit dem kompletten Programm an Dreh- und Stechwerkzeugen bieten wir unseren Kunden einen weiteren Produktbereich und somit umfassende Kompetenz aus einer Hand.

Die Entwicklung und Fertigung von Sonderwerkzeugen nach kundenspezifischen Anforderungen ist ebenso ein Schwerpunkt von Ingersoll Werkzeuge GmbH.

Unser Know-how und Erfahrungspotenzial, verbunden mit dem eigenen Anspruch an Qualität, Funktionalität und Innovation, gewährleistet unseren Kunden die optimale Werkzeuglösung für individuelle Bearbeitungsaufgaben, für alle Branchen.





# Inhaltsverzeichnis

Werkstoff-Vergleichstabelle .....	Seite	06-11
Härtevergleichstabelle .....	Seite	12
Oberflächenvergleichstabelle .....	Seite	13
Schneidstoffe – Beschichtungen .....	Seite	13-15
Bezeichnungssystem ISO-Wendeschnidplatten .....	Seite	16-17
Allgemeine Formeln .....	Seite	18
Gegen- und Gleichlaufräsen / Mittlere Spanungsdicke .....	Seite	19
Die richtige Wendeschnidplatten-Montage .....	Seite	20
Drehmomentprogramm .....	Seite	21
Spanbildungsmodell / Initialkontakt .....	Seite	22
Vereinigter Wärmewert / Wärmefluss .....	Seite	23
Späne .....	Seite	24
Maßnahmen bei Fräsproblemen .....	Seite	25
Bohrzirkularfräsen / Tauchfähigkeit / Hochvorschubfräsen .....	Seite	26-27
Besonderheit der GoldSFeed 13 & 19 mm bei 90° Schulter-Bearbeitung .....	Seite	28
Besonderheit der GoldQuad <sup>xxx</sup> 13 & 19 mm bei 90° Schulter-Bearbeitung .....	Seite	29
GoldQuad <sup>xxx</sup> 30° Weitwinkel-Planfräsen .....	Seite	30
Leistungsberechnung / Antriebsleistung .....	Seite	31
Tipps .....	Seite	32
Bedienungsanleitungen .....	Seite	33
Gewindezirkularfräsen / Schlichtbearbeitung .....	Seite	34
Schlichtbearbeitung .....	Seite	35-36
Bedienungsanleitung / Schlichtbearbeitung .....	Seite	37
Schlichtbearbeitung .....	Seite	38
Einstellanweisungen Schlichtfräser .....	Seite	39-42
Einstellanweisungen Schrubb-Schlichtfräser .....	Seite	43
Einstellanweisungen Egalisier-Schlichtfräser .....	Seite	44
Einstellanweisungen Eckfräser .....	Seite	45
Einstellanweisungen Scheibenfräser .....	Seite	46
Einstellanweisungen Scheibenfräser .....	Seite	47
Einstellanweisungen Duo-Bohrschlichtwerkzeug .....	Seite	48
Technische Merkmale .....	Seite	49-51
Vollhartmetall-Fräser .....	Seite	52
Nachschleifservice .....	Seite	53
ChipSurfer .....	Seite	54-55
Technische Merkmale Kreissegmentfräser .....	Seite	56-61
Gewindefräsen .....	Seite	62-65
Bohren QuadDrillPlus .....	Seite	66-67
Bohren QuadTwist .....	Seite	68-71
Bohren GoldTwin .....	Seite	72-73
Bohren SpadeTwist .....	Seite	74-75
Bohren GoldTwist .....	Seite	76-81
Bohren WinTwist .....	Seite	82-83
Bohren .....	Seite	84
Reibahlen QwikReam .....	Seite	85-87
Reibahlen QwikReam <sup>s</sup> .....	Seite	88-91
Tieflochbohrer DeepTrio .....	Seite	92-101
Tieflochbohrer .....	Seite	102-105

# Werkstoff-Vergleichstabelle

Werkstoff Nr.	Bezeichnung	Alte Bezeichnung	CN	IN
<b>unlegierter Stahl</b>				
1.0044	S275JR	St 44-2	Q255A; U12552	E250
1.0050	E295	St 50-2	Q275A; U12752	E350
1.0060	E335	St 60-2	HRB 335; L33350	Fe540
1.0301	C10	-	DX 1; U59110	10C4
1.0345	P235GH	St 35.8	Q245R; U50245	Fe360H
1.0401	C15	-	15; U20152	14C6
1.0402	C22	-	-	20C8
1.0473	P355GH	19 Mn 6	Q345R; U50345	-
1.0481	P295GH	17 Mn 4	-	-
1.0501	C35	-	-	35C8
1.0503	C45	C 45	-	45C8
1.0562	P355N	StE 355	-	-
1.0601	C60	-	-	60C6
1.0715	11SMn30	95Mn28	-	11C10S25
1.0726	35S20	35 S 20	Y35; U70352	-
1.0727	46S20	45 S 20	Y45; U70452	48C8S20
<b>Werkzeugstahl</b>				
1.2067	102Cr6	100 Cr 6	Cr2; T30201	TAC6; T105Cr5
1.2312	40CrMnMoS8-6	-	-	-
1.2316	X38CrMo16	X 36 CrMo 17	-	-
1.2343	X37CrMoV5-1	X 38 CrMoV 5 1	4Cr5MoSiV; T20501	TAH2; XT335Cr5Mo1V3
1.2344	X40CrMoV5-1	X40CrMoV5-1	SM 4Cr5MoSiV1; T22052	TAH3; XT335Cr5MoV1
1.2363	X100CrMoV5	X100CrMoV5-1	Cr5Mo1V; T20503	T100Cr20Mo10V4
1.2379	X153CrMoV12	X153CrMoV12	Cr12Mo1V1; T21202	TAC21; XT160Cr12
1.2419	105WCr6	105WCr6	CrWMn; T20111	-
1.2714	55NiCrMoV7	56 NiCrMoV 7	-	TAH7; T55Ni7Cr4Mo5V1
1.2767	45NiCrMo16	X 45 NiCrMo 4	-	-
<b>Schnellarbeitsstahl</b>				
1.3343	HS6-5-2C	DMo 5	W6Mo5Cr4V2; T66541	THS4; XT187W6Mo5Cr4V2
<b>Bau-, Maschinenbau- und Behälterstahl</b>				
1.5415	16Mo3	15 Mo 3	15MoG; A65158	16Mo3H
1.5423	16Mo5	-	-	15Mo6H
1.6311	20MnMoNi4-5	-	-	-
<b>Einsatzstahl</b>				
1.7131	16MnCr5	-	20CrMnH; A22205	16Mn5Cr4
1.7147	20MnCr5	-	20CrMnAH; A22207	20Mn5Cr5
<b>Vergütungsstahl</b>				
1.7262	15CrMo5	-	-	15Cr4Mo3
1.7218	25CrMo4	-	30CrMo; A30302	CDS-7
1.7225	42CrMo4	-	42CrMo; A30422	CDS-8
1.6582	34CrNiMo6	-	-	36Ni6Cr6Mo2
<b>warmfester Baustahl</b>				
1.7321	20MoCr4	-	-	-
1.7335	13CrMo4-5	13 CrMo 4 4	12CrMo; A30122	12Cr4Mo5H
1.7362	X12CrMo5	-	1Cr5Mo; S45110	10Cr20Mo6
1.7380	10CrMo9-10	10 CrMo 9 10	12Cr2Mo1R; A30127	12Cr9Mo10H
1.7386	X11CrMo9-1	X12CrMo9-1	-	10Cr36Mo10H
<b>Federstahl</b>				
1.7176	55Cr3	-	55CrMnA; A22553	TAC23; T55Cr3
1.8159	51CrV4	50 CrV 4	50CrVA; A23503	50Cr4V2
<b>Nitrierstahl</b>				
1.8507	34CrAlMo5-10	34CrAlMo5	-	-
1.8519	31CrMoV9	-	-	-
1.8550	34CrAlNi7-10	-	-	-
<b>Feinkornbaustahl</b>				
1.8902	S420N	StE 420	Q420C; L04203	-

JP	RU	USA	Festigkeit bzw. Härte	Zerspanbarkeit
<b>unlegierter Stahl</b>				
STKR 400	St4sp	1020	380-580 MPa	++
SS 490	St5sp	-	440-660 MPa	++
SM 570	St6sp	-	540-770 MPa	++
S 10 C	10	1010	490-780 MPa	++
SPV 450	-	K02801	360-500 MPa	++
S 15 C	15	1015	330-600 MPa	++
S 22 C	-	1022	380-580 MPa	++
SPV 355	-	K12437	510-650 MPa	++
SPV 315	14G2	K03501	460-580 MPa	++
S 35 C	-	1035	550-780 MPa	++
S 45 C	-	1045	630-850 MPa	++
SM 490 A	15GF	K12609	450-630 MPa	++
S 58 C	60	1060	750-1000 MPa	++
SUM 22	-	1215	360-570 MPa	++
-	-	1140	500-720 MPa	++
-	-	1139	580-760 MPa	++
<b>Werkzeugstahl</b>				
SUJ 2	Ch	52100; J19965	≤ 223 HB	++
-	-	-	≤ 230 HB	++
-	-	-	≤ 250 HB	++
SKD 6	4Ch5MFS	H 11	≤ 229 HB	+
SKD 61	4Ch5MF1S	H 13	≤ 229 HB	+
SKD 12	-	A 2	≤ 241 HB	+
SKD 10	-	D 2	≤ 255 HB	-
SKS 2	ChW1G	-	≤ 230 HB	+
SKT 4	5ChGNM	L 6	≤ 248 HB	++
SKT 6	-	-	≤ 285 HB	++
<b>Schnellarbeitsstahl</b>				
SKH 51	R6M5	M 2	≤ 269 HB	-
<b>Bau-, Maschinenbau- und Behälterstahl</b>				
STFA 12	-	-	440-590 MPa	++
SB 450 M	-	4419 H	450-590 MPa	++
SQV 2 A	-	K12554	570-750 MPa	++
<b>Einsatzstahl</b>				
-	18ChG	5115	≤ 550 MPa	++
SMnC 420 (H)	-	5120	780-1370 MPa	++
<b>Vergütungsstahl</b>				
SCM 415	-	-	≤ 207 MPa	++
SCM 420 TK	30ChM	4130	≤ 580 MPa	++
SCM 440 (H)	-	4140	≤ 630 MPa	++
SNCM447	38Ch2N2MA	4340	≤ 680 MPa	++
<b>warmfester Baustahl</b>				
-	-	4118	≤ 550 MPa	++
STPA 22	12ChM	K12062	450-660 MPa	++
STPA 25	-	501	590-740 MPa	+
STPA 24	12Ch8	K21590	480-630 MPa	++
STPA 26	-	K90941	590-740 MPa	+
<b>Federstahl</b>				
SUP 9	50ChGA	5160	≤ 210 HB	++
SUP 10	50ChFA	6145	≤ 248 HB	+
<b>Nitrierstahl</b>				
-	-	K23510	≤ 1000 MPa	++
-	-	-	1100-1230 MPa	+
-	-	K52440	1000-1470 MPa	++
<b>Feinkornbaustahl</b>				
SM 490 C	-	K12437	500-680 MPa	-

# Werkstoff-Vergleichstabelle

Werkstoff Nr.	Bezeichnung	Alte Bezeichnung	CN	IN
<b>nichtrostender Stahl mit &lt; 2,5% Ni</b>				
1.4002	X6CrAl13	-	06Cr13Al; S11348	X04Cr12 (405)
1.4006	X12Cr13	X10Cr13	12Cr12; S40310	X12Cr12
1.4016	X6Cr17	-	10Cr17; S11710	X07Cr17
1.4021	X20Cr13	X20Cr13	20Cr13; S42020	X20Cr13
1.4028	X30Cr13	-	30Cr13; S42030	X30Cr13
1.4031	X39Cr13	-	40Cr13; S42040	X40Cr13
1.4034	X46Cr13	-	-	-
1.4057	X17CrNi16-2	X 22 CrNi 17	17Cr16Ni2; S43120	X15Cr16Ni2
<b>nichtrostender Stahl mit Mo und &lt; 2,5% Ni</b>				
1.4104	X14CrMoS17	X 12 CrMoS 17	Y10Cr17; S11717	-
1.4113	X6CrMo17-1	-	10Cr17Mo; S11790	-
<b>nichtrostender Stahl mit ≥ 2,5% Ni</b>				
1.4301	X5CrNi18-10	X 5 CrNi 18-9	06Cr19Ni9; S30408	X04Cr19Ni9
1.4303	X4CrNi18-12	X5CrNi18-12	06Cr18Ni12; S30508	X04Cr18Ni10
1.4305	X8CrNiS18-9	X 10 CrNiS 18 9	Y12Cr18Ni9; S30317	-
1.4306	X2CrNi19-11	-	022Cr19Ni10; S30403	X02Cr19Ni10
1.4310	X10CrNi18-8	X12CrNi17-7	12Cr17Ni17; S30110	X07Cr18Ni9
1.4311	X2CrNiN18-10	-	022Cr19Ni10N; S30453	TP304LN
1.4317	GX4CrNi13-4	-	ZG06Cr12Ni4; C54860	-
1.4362	X2CrNiN23-4	-	022Cr23Ni4MoCuN; S23043	-
1.4371	X2CrMnNiN17-7-5	-	12Cr18Mn9Ni5N; S35450	TP202
<b>nichtrostender Stahl mit Mo und ≥ 2,5% Ni</b>				
1.4401	X5CrNiMo17-12-2	X 5 CrNiMo 18 10	06Cr17Ni12Mo2; S31608	X04Cr17Ni12Mo2
1.4404	X2CrNiMo17-12-2	-	022Cr17Ni12Mo2; S31603	X02Cr17Ni12Mo2
1.4429	X2CrNiMoN17-13-3	-	022Cr17Ni12Mo2N; S31653	X04Cr17Ni12Mo2N
1.4438	X2CrNiMo18-15-4	-	022Cr19Ni13Mo3; S31703	TP317L
1.4462	X2CrNiMoN22-5-3	-	022Cr22Ni5Mo3N; S22253	-
<b>nichtrostender Stahl mit Sonderzusätzen</b>				
1.4501	X2CrNiMoCuWN25-7-4	-	022Cr25Ni7Mo4WCuN; S27603	-
1.4510	X3CrTi17	-	-	-
1.4512	X2CrTi12	-	022Cr11NbTi; S11173	-
1.4539	X1NiCrMoCu25-20-5	X 1 NiCrMoCuN 25 20 5	015Cr21Ni26Mo5Cu2; S31782	-
1.4541	X6CrNiTi18-10	X 6 CrNiTi 18 10	06Cr18Ni11Ti; S32168	X04Cr18Ni10Ti
1.4542	X5CrNiCuNb16-4	X 5 CrNiCuNb 17 4	05Cr17Ni4Cu4Nb; S51740	-
1.4550	X6CrNiNb18-10	X 6 CrNiNb 18 10	1Cr19Ni11Nb; S34771	X04Cr18Ni10Nb
1.4571	X6CrNiMoTi17-12-2	X 6 CrNiMoTi 17 12 2	06Cr17Ni12Mo2Ti; S31668	X04Cr17Ni12Mo2Ti
<b>Gusseisen mit Lamellengraphit</b>				
EN-JL1020	EN-GJL-150	GG-15	HT150; C00150	-
EN-JL1030	EN-GJL-200	GG-20	HT200; C00200	-
EN-JL1040	EN-GJL-250	GG-25	HT250; C00250	-
EN-JL1050	EN-GJL-300	GG-30	HT300; C00300	-
EN-JL1060	EN-GJL-350	GG-35	HT350; C00350	-
<b>Gusseisen mit Kugelgraphit</b>				
EN-JS1072	EN-GJS-400-15U	GGG-40	QT400-15; C01401	-
EN-JS1082	EN-GJS-500-7U	GGG-50	-	-
EN-JS1092	EN-GJS-600-3U	GGG-60	-	-
EN-JS1102	EN-GJS-700-2U	GGG-70	QT700-2; C01700	-
EN-JS1080	EN-GJS-800-2	GGG-80	QT800-2; C01800	-
<b>Temperguss</b>				
EN-JM1130	EN-GJMB-350-10	GTS-35-10	KTH350-10; C02354	-
EN-JM1140	EN-GJMB-450-6	GTS-45-06	KTZ450-06; C02452	-
EN-JM1160	EN-GJMB-550-4	GTS-55-04	KTZ550-04; C02551	-
EN-JM1180	EN-GJMB-650-2	GTS-65-02	KTZ650-02; C02650	-
EN-JM1190	EN-GJMB-700-2	GTS-70-02	KTZ700-02; C02700	-

JP	RU	USA	Festigkeit bzw. Härte	Zerspanbarkeit
<b>nichtrostender Stahl mit &lt; 2,5% Ni</b>				
SUS 405TB	-	405	400-600 MPa	-
SUS 410-SD	15Ch13L	410	≤ 730 MPa	+
SUS 430TB	12Ch17	430	400-630 MPa	+
SUS 420J1	20Ch13	420	≤ 760 MPa	+
SUS 420J2	30Ch13	420 F	≤ 800 MPa	+
-	-	S42080	800-1000 MPa	+
-	40Ch13	S42000	≤ 950 MPa	+
SUS 431	20Ch17N2	431	≤ 950 MPa	+
<b>nichtrostender Stahl mit Mo und &lt; 2,5% Ni</b>				
SUS 430F	-	430 F	≤ 730 MPa	+
SU S434	-	434	440-660 MPa	-
<b>nichtrostender Stahl mit ≥ 2,5% Ni</b>				
SUS 304-SD	08Ch18N10	304	500-700 MPa	-
SUS 305	06Ch18N11	305 L	500-700 MPa	-
SUS 303	-	303	500-750 MPa	-
SUS 304LTB	03Ch18N11	304 L	460-680 MPa	-
SUS 301	12Ch18N9	301	500-750 MPa	-
SUS 304LN	-	304 LN	550-760 MPa	-
SCS 6	-	J91540	760-960 MPa	-
-	-	S32304	600-830 MPa	-
-	-	-	650-850 MPa	-
<b>nichtrostender Stahl mit Mo und ≥ 2,5% Ni</b>				
SUS 316-SD	08Ch16N11M3	316 H	500-700 MPa	-
SUS 316LTP	03Ch17N14M3	316 L	500-700 MPa	-
SUS 316LN	-	316 LN	580-800 MPa	-
SUS 317LTB	-	317 L	500-700 MPa	-
SUS 329J3LTB	-	S31803	650-880 MPa	-
<b>nichtrostender Stahl mit Sonderzusätzen</b>				
-	-	S32760	630-710 MPa	-
SUS 430LXTB	08Ch17T	439	450-600 MPa	-
SUS 409TB	-	409	390-560 MPa	+
-	-	904 L	530-730 MPa	-
SUS 321TB	06Ch18N10T	321	500-700 MPa	-
SUS 630	-	S17400	≤ 1200 MPa	--
SUS 347TB	08Ch18N12B	347	510-940 MPa	-
SUS 316TiTB	08Ch16N11M3T	316 Ti	500-950 MPa	-
<b>Gusseisen mit Lamellengraphit</b>				
FC 15	Sĕ 15	ASTM A 48 (25B)	80-155 HB	++
FC 20	Sĕ 20	ASTM A 48 (30B)	115-205 HB	++
FC 25	Sĕ 25	ASTM A 48 (40B)	155-250 HB	+
FC 30	Sĕ 30	ASTM A 48 (45B)	195-270 HB	+
FC 35	Sĕ 35	ASTM A 48 (50B)	275-285 HB	+
<b>Gusseisen mit Kugelgraphit</b>				
FCD 400	VC 40	ASTM A 536 (60-40-18)	≥ 400 MPa	+
FCD 500	VC 50	ASTM A 536 (60-45-12)	≥ 500 MPa	+
FCD 600	VC 60	ASTM A 536 (80-55-06)	≥ 600 MPa	+
FCD 700	VC 70	ASTM A 536 (100-70-03)	≥ 700 MPa	-
FCD 800	VC 80	ASTM A 536 (120-90-02)	≥ 800 MPa	-
<b>Temperguss</b>				
FCMB 340	KC 35-10	ASTM A 47 (Grade 22010)	≥ 350 MPa	+
-	KC 45-7	-	≥ 450 MPa	+
FCMP 540	KC 55-4	-	≥ 550 MPa	+
-	KC 63-3	-	≥ 650 MPa	+
FCMP 690	KC 70-2	ASTM A 220 (Grade 70003)	≥ 700 MPa	+

# Werkstoff-Vergleichstabelle

Werkstoff Nr.	Bezeichnung	Alte Bezeichnung	CN	IN	
N	<b>Aluminiumlegierungen für Maschinenbau und Luftfahrt</b>				
	EN AW-5005	AlMg1	33.315	-	
	EN AW-5052	AlMg2,5	33.523	-	
	EN AW-5083	AlMg4,5Mn0,7	33.547	-	
	EN AW-6060	AlMgSi0,5	33.206	-	
	EN AW-6061	AlMg1SiCu	33.214	-	
	EN AW-6082	AlMgSi1	32.315	-	
	EN AW-2017	AlCuMg1	31.324	-	
	EN AW-2024	AlCu4Mg1	31.354	-	
	EN AW-7010	AlZn6MgCu	34.394	-	
	EN AW-7050	AlZn6CuMgZr	34.144	-	
	EN AW-7075	AlZn5,5MgCu	34.364	-	
	EN AC-47000	EN AC-Al Si12(Cu)	32.583	G-AlSi12(Cu)	
	<b>Kupferlegierung</b>				
	CW021A	Cu-HCP	20.070	-	
	CW452K	CuSn6	21.020	-	
	<b>Messing</b>				
	CW614N	CuZn39Pb3	20.401	-	
	<b>Bronzen</b>				
CC493K	CuSn7Zn4Pb7-C	21.090	-		
S	<b>hitzebeständiger Stahl</b>				
	1.4724	X10CrAlSi13	X 10 CrAl 13	-	
	1.4742	X10CrAlSi18	X 10 CrAl 18	-	
	1.4762	X10CrAlSi25	X 10 CrAl 24	-	
	<b>hitzebeständiger Stahl mit <math>\geq 2,5\%</math> Ni</b>				
	1.4828	X15CrNiSi20-12	-	16Cr20Ni14Si2; S38240	X15Cr24Ni13
	1.4845	X8CrNi25-21	X 12 CrNi 25 21	0Cr25Ni20; S31008	10Cr25Ni18
	1.4848	GX40CrNiSi25-20	-	ZG40Cr25Ni20Si2; C53901	-
	1.4849	GX40NiCrSiNb38-19	-	ZG40Ni38Cr19Si2Nb1; C53952	-
	1.4864	X12NiCrSi35-16	X 12 NiCrSi 36 16	12Cr16Ni35; S33010	-
	1.4876	X10NiCrAlTi32-21	X 10 NiCrAlTi 32 20	NS 112; H01120	-
	1.4878	X8CrNiTi18-10	X 12 CrNiTi 18 9	1Cr18Ni9Ti; S32160	-
	<b>hochwärmfester Werkstoff</b>				
	1.4923	X22CrMoV12-1	X21CrMoNiV12-1	21Cr12MoV; S46020	X21Cr12MoV13
	1.4948	X6CrNi18-10	X6CrNi18-11	07Cr19Ni10; S30409	7Cr18Ni10H
	<b>Titan- und Superlegierungen</b>				
	2.4610	NiMo16Cr16Ti	-	NS 335; H03350	-
	2.4631	NiCr20TiAl	-	-	-
	2.4632	NiCr20Co18Ti	-	-	-
	2.4634	NiCo20Cr15MoAlTi	-	-	-
	2.4668	NiCr19Fe19Nb5Mo3	Inconel 718	GH 4169; H41690	-
	3.7025	Ti 1	-	-	-
	3.7035	Ti 2	-	-	-
3.7055	Ti 3	-	-	-	
3.7065	Ti 4	-	-	-	
3.7164	Ti 6 Al 4 V	-	-	-	
3.7115	Ti 5 Al 2.5 Sn	-	-	-	



# Härtevergleichstabelle

Zugfestigkeit Rm MPa	Vickershärte HV	Brinellhärte HB	Rockwellhärte HRC	Zugfestigkeit Rm MPa	Vickershärte HV	Brinellhärte HB	Rockwellhärte HRC
255	80	76	-	1190	370	352	37,7
270	85	81	-	1220	380	361	38,8
285	90	86	-	1255	390	371	39,8
305	95	90	-	1290	400	380	40,8
320	100	95	-	1320	410	390	41,8
335	105	100	-	1350	420	399	42,7
350	110	105	-	1385	430	409	43,6
370	115	109	-	1420	440	418	44,5
385	120	114	-	1455	450	428	45,3
400	125	119	-	1485	460	437	46,1
415	130	124	-	1520	470	447	46,9
430	135	128	-	1555	480	456	47,7
450	140	133	-	1595	490	466	48,4
465	145	138	-	1630	500	475	49,1
480	150	143	-	1665	510	485	49,8
495	155	147	-	1700	520	494	50,5
510	160	152	-	1740	530	504	51,1
530	165	156	-	1775	540	513	51,7
545	170	162	-	1810	550	523	52,3
560	175	166	-	1845	560	532	53
575	180	171	-	1880	570	542	53,6
595	185	176	-	1920	580	551	54,1
610	190	181	-	1955	590	561	54,7
625	195	185	-	1995	600	570	55,2
640	200	190	-	2030	610	580	55,7
660	205	195	-	2070	620	589	56,3
675	210	199	-	2105	630	599	56,8
690	215	204	-	2145	640	608	57,3
705	220	209	-	2180	650	618	57,8
720	225	214	-	-	660	-	58,3
740	230	219	-	-	670	-	58,8
755	235	223	-	-	680	-	59,2
770	240	228	20,3	-	690	-	59,7
785	245	233	21,3	-	700	-	60,1
800	250	238	22,2	-	720	-	61
820	255	242	23,1	-	740	-	61,8
835	260	247	24,0	-	760	-	62,5
850	265	252	24,8	-	780	-	63,3
865	270	257	25,6	-	800	-	64
880	275	261	26,4	-	820	-	64,7
900	280	266	27,1	-	840	-	65,3
915	285	271	27,8	-	860	-	65,9
930	290	276	28,5	-	880	-	66,4
950	295	280	29,2	-	900	-	67
965	300	285	29,8	-	920	-	67,5
995	310	295	31,0	-	940	-	68
1030	320	304	32,2				
1060	330	314	33,3				
1095	340	323	34,4				
1125	350	333	35,5				
1155	360	342	36,6				

# Oberflächenvergleichstabelle

Oberflächenzeichen (DIN 3141)	Rauigkeitsgrad Nr.	Mittenrauwert R <sub>s</sub> in µm	Gemittelte Rautiefe R <sub>z</sub> in µm	Rauigkeitswert (USA) CLA in µin	Rauigkeitswert (Frankreich) R
<b>Schruppbearbeitung</b>					
▽	N 12	50	180...220	2000	-
▽	N 11	25	90...110	1000	-
▽	N 10	13	46...57	500	R 100
<b>Schlichtbearbeitung</b>					
▽▽	N 9	6,3	23...32	250	R 40
▽▽	N 8	3	12...16	125	R 25/R 16
▽▽	N 7	2	5,90...8,00	63	R 10
<b>Feinschlichtbearbeitung</b>					
▽▽▽	N 6	0,8	3,00...4,80	32	R 6,3
▽▽▽	N 5	0,4	1,60...2,80	16	R 3,2/R 2
▽▽▽	N 4	0,2	1,00...1,80	8	R 1,25
<b>Feinstschlichtbearbeitung</b>					
▽▽▽▽	N 3	0,1	0,80...1,10	4	R 0,8/R 0,5
▽▽▽▽	N 2	0,05	0,45...0,60	2	-
▽▽▽▽	N 1	0,025	0,22...0,30	1	-

## Schneidstoffe - Beschichtungen

Anwendung	Qualität	ISO-Bereich				
Fräsen	IN2504	P05-P25				H05-H25
	IN2006	P05-P20				H05-H20
	IN2004	P10-P20		K10-K20		H05-H15
	IN4010			K10-K30		
	IN2510			K10-K30		
	IN2005	P15-P30	M15-M35	K20-K40	S05-S20	
	IN2505	P15-P30	M15-M35		S05-S20	
	IN4040	P15-P30				
	IN2540	P15-P35				
	IN4015	P20-P30		K30-K50		
	IN2515	P20-P30		K30-K50		
	IN4030	P20-P40	M15-M30		S15-S25	
	IN2530	P20-P40	M15-M30	K20-K40	S15-S25	
	IN6535		M20-M35		S15-S30	
	IN6537	P30-P45	M30-M45	K30-K45		
	IN7035	P20-P40	M20-M35		S15-S30	
IN4035	P25-P50	M20-M40		S20-S30		
IN2035	P25-P50	M20-M40		S20-S30		
Bohren	IN2010		K10-K30			
	IN6505	P10-P25				Härter
	IN6520	P10-P40				↕
	IN2505	P20-P40	M20-M40		S05-S20	Zäher
	IN2005	P15-P30	M15-M35	K20-K40	S05-S20	
VHM	IN2504	P05-P25				Härter
	IN2006	P05-P20				H05-H20
	IN2005	P15-P30	M15-M35	K20-K40	S05-S20	↕ Zäher

# Schneidstoffe - Beschichtungen

Qualität	Beschichtung	ISO-Bereich	Fräsen	Bohren	VHM	Bearbeitung und Material
PVD beschichtet	IN0545	TiN	P25-P45	•	•	Spezielsorte zum Zirkularfräsen von Gewinden Bohrbearbeitung von Kohlenstoff- und legierten Stählen
		M25-M45				
	IN1205	TiB <sub>2</sub>	N20-N40	•		für die Zerspaltung von Aluminium und AL-Legierungen sowie Buntmetallen und nichtmetallischen Werkstoffen
			S20-S40			
	IN1530	TiCN / TiN	P25-P40	•		Sehr zähe Qualität zur Bearbeitung von Stählen unter instabilen Bedingungen Sehr zähe Qualität zur Bearbeitung von rostfreien Stählen unter instabilen Bedingungen Sehr zähe Qualität zur Bearbeitung von hitzebeständigen Stählen unter instabilen Bedingungen
			M30-M40			
			S20-S30			
	IN2004	TiAlN	P05-P20	•		zum Fräsen von legierten Stählen für mittlere Bearbeitung von Graugusswerkstoffen – insbesondere GGV zur Schlichtbearbeitung von gehärteten Stählen bei mittlerer bis hoher Schnittgeschwindigkeit
			K05-K25			
			H05-H25			
	IN2005	TiAlN	P15-P30	•	•	zur allgemeinen Bearbeitung von Stählen bei hohen Schnittgeschwindigkeiten zur allgemeinen Bearbeitung von rostbeständigen Stählen zur allgemeinen Bearbeitung von Gusseisenwerkstoffen
			M15-M35			
			K20-K40			
	IN2006	TiAlN	S05-S20	•	•	zur allgemeinen Fräsbearbeitung von warmfesten Legierungen und Titan auch für Nassbearbeitung zur Schlichtbearbeitung bei hohen Schnittgeschwindigkeiten und kleinem ap zur Schlichtbearbeitung von rostbeständigen Stählen
			P10-P30			
			M10-M30			
	IN2010	TiAlN	S10-S30	•	•	zur Schlichtbearbeitung von hitzebeständigen Legierungen und Titan zur Schlichtbearbeitung von gehärteten Stählen bis 55 HRC
			H10-H30			
			K10-K30			
	IN2030	TiAlN	P30-P50	•		zur Schlichtbearbeitung sowie zum Vollbohren von Gusseisenwerkstoffen zur Bearbeitung von Stählen bei hohen Schnittgeschwindigkeiten zur Bearbeitung von rostbeständigen Stählen
			M30-M50			
			K30-K50			
	IN2035	TiAlN	S30-S50	•		zur Bearbeitung von warmfesten Legierungen und Titan zur Bearbeitung von rostfreiem und austenitischem Stahl und warmfesten Legierungen vorzugsweise für die Fräsbearbeitung von Materialien der Zerspanungsgruppe „S“
			M30-M50			
			K30-K50			
	IN2036	AlTiN	M30-M50	•		AlTiN beschichtete Sorte mit höchster Zähigkeit für die Bearbeitung von Edelstählen und für die Bearbeitung von schwerzerspanbaren Materialien der Zerspanungsgruppe „S“
	IN2040	TiAlN	S30-S50	•		und für die Bearbeitung von schwerzerspanbaren Materialien der Zerspanungsgruppe „S“ zur Schlichtbearbeitung von unlegierten Stählen und Vergütungsstählen
			P10-P30			
	IN2205	AlTiN / TiAlSiN	P10-P30	•		zur Bearbeitung von Stählen bei niedriger bis mittlerer Schnittgeschwindigkeit zur Bearbeitung rostfreier Stähle (<40 HRC) bei niedriger bis mittlerer Schnittgeschwindigkeit zur Bearbeitung warmfester Legierungen bei niedriger bis mittlerer Schnittgeschwindigkeit
			M30-M50			
			S30-S50			
	IN2504	AlTiN	P05-P25	•	•	zum Fräsen von Stählen bei mittleren bis hohen Schnittgeschwindigkeiten zum Fräsen von gehärteten Stählen bei mittleren bis hohen Schnittgeschwindigkeiten zum Fräsen von Grauguss und duktilen Gusseisenwerkstoffen
			K05-K25			
H05-H25						
IN2505	TiAlN / TiN	P20-P40	•	•	zur Egalisier-, Schruppbearbeitung von Stählen höherer Festigkeit zur allgemeinen Fräsbearbeitung von rostbeständigen Stählen zur allgemeinen Fräsbearbeitung von warmfesten Legierungen	
		M20-M40				
		S20-S40				
IN2510	TiAlN / TiN	K10-K30	•		zur allgemeinen Fräsbearbeitung von Graugusswerkstoffen zur allgemeinen Fräsbearbeitung von gehärteten Stählen	
		H10-H30				
		P30-P50				
IN2530	TiAlN / TiN	M30-M50	•	•	zähe Sorte zur allgemeinen Fräsbearbeitung von Stahl zur allgemeinen Bearbeitung von rostbeständigen Stählen zur allgemeinen Bearbeitung von Gusseisenwerkstoffen	
		K30-K50				
		S30-S50				
IN2540	TiAlN / TiN	P10-P30	•		zur allgemeinen Bearbeitung von warmfesten Legierungen zur Egalisier-, Schruppbearbeitung von unlegiertem Stahl und Vergütungsstählen	
		K10-K30				
IN3305	DLC	N10-N25	•		DLC beschichtetes Feinstkornmetall zur Bearbeitung von Aluminium und NE-Werkstoffen zur allgemeinen Bearbeitung von Stählen	
		P20-P40				
IN4005	TiAlN / AlCrO	M20-M40	•		zur allgemeinen Bearbeitung von rostbeständigen Stählen zur allgemeinen Fräsbearbeitung von warmfesten Legierungen und Titan	
		S20-S40				
IN4010	TiAlN / AlCrO	K10-K30	•		zur allgemeinen Bearbeitung von Gusseisenwerkstoffen	
		P15-P35				
IN4015	TiAlN / AlCrO	K15-K35	•		zum Fräsen von Stählen mit höherer Festigkeit bei mittlerer Schnittgeschwindigkeit zur allgemeinen Fräsbearbeitung von Grauguss und Sphäroguss zähe Sorte zur allgemeinen Fräsbearbeitung von Stahl	
		P30-P50				
		M30-M50				
IN4030	TiAlN / AlCrO	K30-K50	•		zur allgemeinen Fräsbearbeitung von rostfreiem und austenitischem Stahl zur allgemeinen Bearbeitung von Gusseisenwerkstoffen zur allgemeinen Bearbeitung von warmfesten Legierungen	
		P30-P50				
		S30-S50				

	Qualität	Beschichtung	ISO-Bereich	Fräsen Bohren VHM	Bearbeitung und Material
PVD beschichtet	IN4035	TiAlN / AlCrO	M30-M50 S30-S50	•	zur Bearbeitung von rostfreiem und austenitischem Stahl und warmfesten Legierungen vorzugsweise für die Fräsbearbeitung von Materialien der Zerspanungsgruppe „S“
	IN4036	TiAlN / AlCrO	M30-M50 S30-S50	•	zur Bearbeitung von rostfreiem und austenitischem Stahl und warmfesten Legierungen vorzugsweise für die Fräsbearbeitung von Materialien der Zerspanungsgruppe „S“
	IN4040	TiAlN / AlCrO	P10-P30 K10-K30	•	für mittlere Fräsbearbeitung von unlegierten und Vergütungsstählen für mittlere Fräsbearbeitung von Gusseisenwerkstoffen
Hartmetall	IN055	-	N10-N25	•	• für die Zerspanung von AL-Legierungen und Buntmetallen
	IN10K	-	N10-N25	•	zum Schlichtfräsen von AL-Legierungen und Buntmetallen
	IN15K	-	K15-K30 N15-N30	•	für die Zerspanung von Gusseisenwerkstoffen für die Zerspanung von AL-Legierungen und Buntmetallen
CVD beschichtet	IN6505	TiCN / Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / TiN	P10-P25	•	für das Vollbohren in Stahl, Einsatz nur an der Umfangsschneide des QuadTwist Vollbohrers
	IN6520	TiCN / Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / TiN	P10-P40	•	für das Vollbohren in Stahl, Einsatz nur an der Umfangsschneide des QuadDrill+ Vollbohrers
	IN6535	TiCN / Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / TiN	M20-M45	•	zur Trockenbearbeitung von rostfreiem Stahl und hochwarmfesten Legierungen bei höherem Vc
			S15-S30	•	vorzugsweise für die Fräsbearbeitung von Materialien der Zerspanungsgruppe „S“
	IN6537	TiCN / Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / TiN	P30-P45	•	für die Schruppbearbeitung von Kohlenstoffstählen und legierten Stählen bei höherem Vc
			M30-M45 K30-K45	•	zum Fräsen von rostfreien Stählen im mittleren Vc- Bereich zum Schruppfräsen von GG und GGG
IN7035	TiCN / Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / TiN	P20-P40	•	zur Hochvorschubbearbeitung von Stählen	
		M20-M35 S15-S30	•	zur Bearbeitung von rostfreiem und austenitischem Stahl und warmfesten Legierungen vorzugsweise für die Fräsbearbeitung von Materialien der Zerspanungsgruppe „S“	
Cermet	IN0560	TiN	P05-P15	•	zur Schlichtbearbeitung von Stahl bei mittleren bis hohen Schnittgeschwindigkeiten
			M05-M15	•	zur Schlichtbearbeitung von rostfreiem Stahl bei mittleren bis hohen Schnittgeschwindigkeiten
Keramik	IN70N	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	K10-K20	•	für die Bearbeitung von Grauguss-Werkstoffen bei extrem hohen Schnittgeschwindigkeiten
	IN75N	SiAlON	K10-K20	•	• für die Bearbeitung von Gusseisenwerkstoffen bei extrem hohen Schnittgeschwindigkeiten
	IN76N	SiAlON	S25-S35	•	• für die Schruppbearbeitung hochhitzebeständiger Legierungen
CBN	IN80B	-	K05-K15	•	für die HSC-Bearbeitung von GG-Materialien
		-	H05-H15	•	für die Bearbeitung von gehärtetem Stahl
PKD	IN90D	-	N01-N10	•	für die Bearbeitung von Aluminium, NE-Metallen und Graphit



# Bezeichnungssystem ISO-Wendeschneidplatten

O	N	C	U	05
Plattenform	Freiwinkel	Toleranzen	Plattentyp	Schneidkantenlänge
	<b>0 = Sonderwinkel</b>			

	d	m	s
A	±0,025	±0,005	±0,025
C	±0,025	±0,013	±0,025
E	±0,025	±0,025	±0,025
F	±0,013	±0,005	±0,025
G	±0,025	±0,025	±0,05-0,13
H	±0,013	±0,013	±0,025
J	±0,05-0,152	±0,005	±0,025
K	±0,05-0,152	±0,013	±0,025
L	±0,05-0,152	±0,013	±0,025
M	±0,05-0,152	±0,08-0,202	±0,013
N	±0,05-0,152	±0,08-0,202	±0,025
U	±0,05-0,252	±0,13-0,382	±0,05-0,13

U = Hochvorschubgeometrie	X Platten mit geschliffenen Planschneiden je nach Plattengröße (siehe ISO-Norm 1832)
Z = Spanbrechergeometrie	X Spezialausführung (Beschreibung erforderlich)

05
Plattendicke
01 s = 1,59
T1 s = 1,98
02 s = 2,38
T2 s = 2,78
03 s = 3,18
T3 s = 3,97
04 s = 4,76
05 s = 5,56
06 s = 6,35
07 s = 7,94
09 s = 9,52

AN
Eckenrundung
2 r = 0,2
4 r = 0,4
8 r = 0,8
12 r = 1,2
16 r = 1,6
24 r = 2,4
00 für Durchmesser mit Zollmaßen in mm umgerechnet.
M0 für Durchmesser in metrischen Maßen.
<b>1</b> Einstellwinkel $\chi_r$
A = 45°
D = 60°
E = 75°
F = 85°
P = 90°
Z = andere
<b>2</b> Freiwinkel der Planschneide
A = 3°
B = 5°
C = 7°
D = 15°
E = 20°
F = 25°
G = 30°
N = 0°
P = 11°
Z = andere Freiwinkel

T
Schneidenausbildung
gerundet
scharf
gefast
gefast und gerundet

N
Schneidrichtung

HR
Interne Bereiche
Zum Beispiel
P = Poliert
W = Mit (Breit-) Schlichtschneide
HR = Hitzerillen

# Allgemeine Formeln

## Schnittwertberechnung

Parameter	
n:	Drehzahl (min <sup>-1</sup> )
V <sub>c</sub> :	Schnittgeschwindigkeit
D:	Werkzeughdurchmesser (mm)
$n = \frac{V_c}{D \times \pi} \times 1000 \qquad V_c = \frac{D \times \pi \times n}{1000}$	

Parameter	
V <sub>f</sub> :	Vorschubgeschwindigkeit (mm/min)
f <sub>z</sub> :	Vorschub pro Zahn (mm)
Z <sub>(eff)</sub> :	Zähnezahl
$V_f = n \times f_z \times Z \qquad f_z = \frac{V_f}{n \times Z}$	

Größe	Einheit	Formel
Drehzahl:	min <sup>-1</sup>	$n = \frac{v_c \times 1000}{D \times \pi}$
Schnittgeschwindigkeit:	m/min	$v_c = \frac{D \times \pi \times n}{1000}$
Vorschubgeschwindigkeit:	mm/min	$v_f = f_z \times Z_{\text{eff}} \times n$
Vorschub pro Zahn:	mm	$f_z = \frac{v_f}{Z_{\text{eff}} \times n}$
Zeitspannungsvolumen:	cm <sup>3</sup> /min	$Q = \frac{a_e \times a_p \times v_f}{1000}$
Mittlere Spanungsdicke:	mm	$h_m = f_z \times \sqrt{a_p D}$
Spezifische Schnittkraft:	MPa	$k_c = h_m^{-0,24} \times k_{c1,1}$
Spindelleistung:	kW	$P_c = \frac{a_p \times a_e \times v_f \times k_c}{60 \times 10^6}$
Motorleistung:	kW	$P_{\text{mot}} = \frac{P}{\eta}$

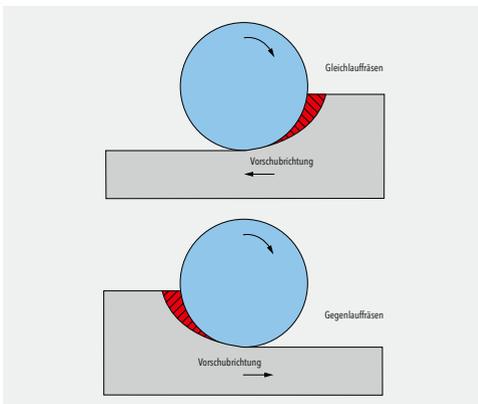
Berechnungsbeispiel	
Werkstoff:	42CrMo4 (1.7225)
Fräsertyp:	2J1R080R00
Wendeschneidplatte:	BOMT130404R
Fräserdurchmesser:	80 mm
Effektive Zähnezahl:	9
Schnitttiefe a <sub>p</sub> :	4 mm
Eingriffsbreite a <sub>e</sub> :	50 mm
Schnittgeschwindigkeit v <sub>c</sub> :	200 m/min
Vorschub pro Zahn f <sub>z</sub> :	0,12 mm
Wirkungsgrad η:	0,80 (angenommen)
Berechnung der Drehzahl:	$n = \frac{200 \times 1000}{80 \times \pi} = 796 \text{ min}^{-1}$
Berechnung der Vorschubgeschwindigkeit:	$v_f = 0,12 \times 796 \times 9 = 859 \text{ mm/min}$
Berechnung des Zeitspannungsvolumens:	$Q = \frac{4 \times 50 \times 859}{1000} = 172 \text{ cm}^3/\text{min}$
Berechnung der spezifischen Schnittkraft:	$k_c = 0,15^{-0,24} \times 1615 = 2546 \text{ MPa}$
Berechnung der benötigten Spindelleistung:	$P_c = \frac{4 \times 50 \times 859 \times 2546}{60 \times 10^6} = 7,3 \text{ kW}$
Berechnung der Motorleistung:	$P_{\text{mot}} = \frac{7,3}{0,8} = 9,1 \text{ kW}$

# Gegen- und Gleichlaufräsen / Mittlere Spanndicke

## Gegen- und Gleichlaufräsen

Bei der Fräsbearbeitung wird zwischen Gegen- und Gleichlaufräsen unterschieden. Während sich beim Gleichlaufräsen die Schneiden während des Schnittes in gleicher Richtung zur Vorschubrichtung bewegen, ist die Bewegung von Schneiden und Vorschub beim Gegenlaufräsen „gegenläufig“.

Bessere Standzeiten und Oberflächen werden in aller Regel beim Gleichlaufräsen erzielt, da die Schneide mit der größten Spanstärke einschneidet, ohne wie beim Gegenlaufräsen zunächst zu drücken bzw. zu schaben bis es Spanstärke, Schnittkräfte und Material der Schneide erlauben einzuschneiden. Eine Ausnahme bilden harte Materialkrusten. Hier hat sich der beim Gegenlaufräsen gegebene Schneideneintritt im weichen Material bewährt, da ein Aufschlag in der harten Randzone die Schneidkante rasch zerstören würde.



## Mittlere Spanndicke

Da sich der Span bei abnehmender Eingriffsbreite  $ae$  kommaförmig verjüngt, muss der Zahnvorschub ab Eingriffsbreiten von weniger als  $1/3$  des Fräserdurchmessers über die unter Abb. 2 gezeigte Formel kompensiert werden. Dies ist z.B. häufig beim Besäumfräsen (Abb. 2) oder der Anwendung von Scheibenfräsern der Fall. Bei der Bearbeitung einer Vollnut (Abb. 1) oder bei Eingriffsbreiten von mehr als  $1/3$  des Fräserdurchmessers ist die Anwendung dieser Formel dagegen nicht erforderlich.

Die für die Ingersoll Wendeschneidplatten optimalen mittleren Spanndicken ( $hm$ ) bzw. Zahnvorschübe ( $fz$ ) sind auf den jeweiligen Schnittwertempfehlungen angegeben und je nach Ausführung der Schneidkante individuell unterschiedlich. (siehe „Handbuch Schnittwerte“) Vereinfacht ausgedrückt kann bzw. muss eine Wendeschneidplatte mit großer Schutzfase an der Schneidkante mit größerer Spanstärke belastet werden als dies bei einer scharfen Schneide der Fall ist. Wird eine Wendepatte mit zu geringer

Spanstärke eingesetzt, führt dies zu mangelhafter Spanbildung und erhöhter Reibung bzw. Wärmeentwicklung. Schlechte Standzeiten sind die Folge. Eine Überlastung der Wendepatte durch zu große Spanstärken kann dagegen zu Aus- oder Gewaltbrüchen der Schneidkante führen. Für ein überzeugendes Zerspannungsergebnis ist eine optimale, der jeweiligen Wendeschneidplatte angepasste Schneidenbelastung daher unerlässlich. Neben verbesserten Standzeiten führt die Verwendung der o.g. Formel beim Besäumfräsen auch zu einer höheren Produktivität.

Abb. 1: Vollnuten

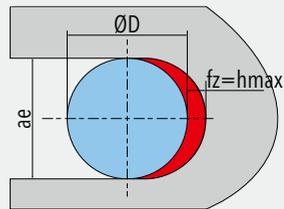
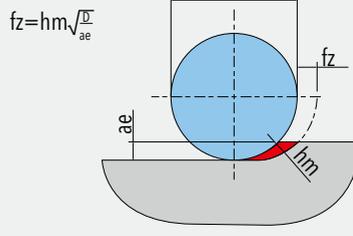
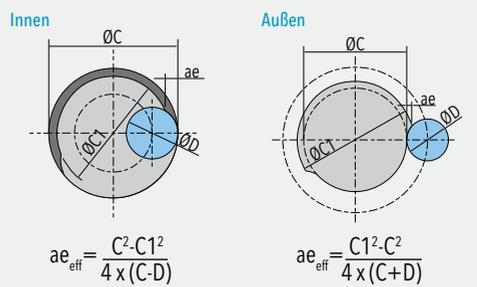


Abb. 2: Besäumfräsen



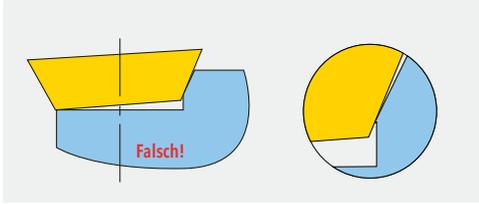
## Tatsächliche Eingriffsbreite

Bei zirkularen Innen- und Außenbearbeitungen entspricht das Aufmaß nicht der tatsächlichen Eingriffsbreite. Zur korrekten Berechnung sind die folgenden Formeln anzuwenden. Der so ermittelte Wert  $ae_{eff}$  wird dann zur Bestimmung des Zahnvorschubs in die Formel unter Abb. 2 eingesetzt.

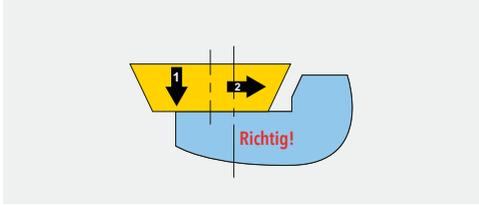


# Die richtige Wendschneidplatten-Montage

## Beschädigung des Werkzeugs durch Verkanten der Platte

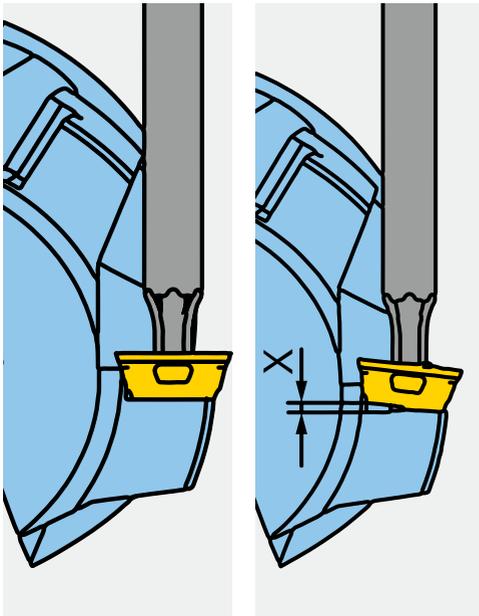


## Richtige Montage der Wendschneidplatte



## Tipps

- Gewinde gelegentlich mit Kupferpaste benetzen
- Auf Sauberkeit der Plattensitze achten
- Wendschneidplatten korrekt in den Plattensitz einlegen
- Drehmomentschlüssel benutzen

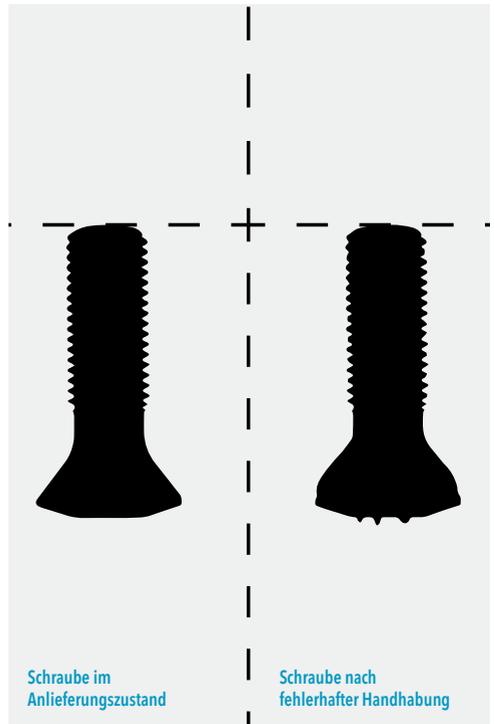


**Wichtig bei Erstbestückung oder neuen Schrauben**  
**Anziehen - Lösen - Anziehen**

## Korrekte Handhabung der Spanschraube

Leider wird die korrekte Handhabung der Spanschrauben vielfach unterschätzt. Dabei ist diese von entscheidender Bedeutung für einen erfolgreichen Zerspanungsprozess. Selbst wenn Werkzeug, Schneidstoff, Spanformer und Schnittparameter optimal gewählt wurden, führt das Versagen einer Spanschraube unweigerlich zum Verlust der montierten Wendschneidplatte und oftmals zum Defekt des Werkzeugs.

Außerdem kann eine Beschädigung der Werkzeugmaschine und des bearbeiteten Bauteils nicht ausgeschlossen werden. Abhilfe bietet in aller Regel die Verwendung eines passenden Drehmomentschlüssels. Während das subjektiv als korrekt empfundene Anzugsdrehmoment von Mitarbeiter zu Mitarbeiter mitunter stark variiert, stellt ein Drehmomentschlüssel objektiv und benutzerunabhängig stets das richtige Drehmoment zur Verfügung. Wie gravierend sich eine fehlerhafte Handhabung der Spanschrauben auswirken kann, verdeutlicht die folgende Darstellung:



Schraube im  
Anlieferungszustand

Schraube nach  
fehlerhafter Handhabung

Neben dem Einsatz von Drehmomentschlüsseln können die Verwendung von Keramik- bzw. Kupferpaste und der regelmäßige Tausch der Spanschrauben für zusätzliche Prozesssicherheit sorgen. Nachfolgend erhalten Sie einen Überblick über das Ingersoll-Drehmomentprogramm.

# Drehmomentprogramm

Artikelnummer	Drehmoment	Passender Klingentyp	Foto	
<b>Voreingestellte Drehmomentschlüssel mit geradem Griff und mechanischer Auslösung</b>				
DTN005S	0,5 Nm	A		
DTN011S	1,1 Nm	A		
DTN020S	2,0 Nm	A		
DTN030S	3,0 Nm	A		
<b>Voreingestellter Drehmomentgriff mit mechanischer Auslösung</b>				
DTN045F	4,5 Nm	B		
<b>Einstellbare Drehmomentschlüssel mit geradem Griff und mechanischer Auslösung</b>				
DTNV01S	0,4-1,0 Nm	A		
DTNV02S	0,8-5,0 Nm	A		
DTNV00S	2,0-7,0 Nm	A		
<b>Magnet-Bithalter ohne Drehmomentfunktion</b>				
V1X105-BH	-	C		
<b>Adapter für Drehmomentschlüssel (Klingentyp A auf Klingentyp C)</b>				
DT-008-06	max. 8,0 Nm	A → C		

Artikelnummer	Schlüsselgröße	max. Drehmoment	Klingentyp	Foto
DS-T05TB	Torx 5	0,4 Nm	A	
DS-T06TB	Torx 6	0,6 Nm	A	
DS-T07TB	Torx 7	0,9 Nm	A	
DS-T08TB	Torx 8	1,3 Nm	A	
DS-T09TB	Torx 9	2,5 Nm	A	
DS-T10TB	Torx 10	3,8 Nm	A	
DS-T15TB	Torx 15	5,5 Nm	A	
DS-T20TB	Torx 20	8,0 Nm	A	
DS-T25TB	Torx 25	8,0 Nm	A	
DS-TP06TB	Torx Plus 6	0,8 Nm	A	
DS-TP07TB	Torx Plus 7	1,3 Nm	A	
DS-TP08TB	Torx Plus 8	2,0 Nm	A	
DS-TP09TB	Torx Plus 9	3,0 Nm	A	
DS-TP10TB	Torx Plus 10	4,5 Nm	A	
DS-TP15TB	Torx Plus 15	6,6 Nm	A	
DS-H015TB	SW 1,5	0,9 Nm	A	
DS-H02TB	SW 2	1,8 Nm	A	
DS-H025TB	SW 2,5	3,8 Nm	A	
DS-H03TB	SW 3	5,5 Nm	A	

DS-T15B	Torx 15, kurz	4,5 Nm	B	
DS-T15B1	Torx 15, lang	4,5 Nm	B	

TXPLUS06X90-B	Torx Plus 6	0,8 Nm	C	
TXPLUS07X90-B	Torx Plus 7	1,3 Nm	C	
TXPLUS08X90-B	Torx Plus 8	2,0 Nm	C	
TX07X90-B	Torx 7	0,9 Nm	C	
TX08X90-B	Torx 8	1,3 Nm	C	
TX09X90-B	Torx 9	2,5 Nm	C	
TX10X90-B	Torx 10	3,8 Nm	C	
TX15X90-B	Torx 15	5,5 Nm	C	
TX20X90-B	Torx 20	8,0 Nm	C	
TX25X90-B	Torx 25	8,0 Nm	C	

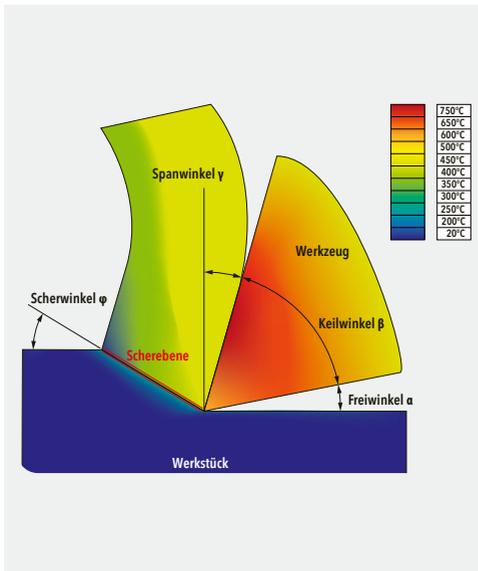
# Spanbildungsmodell / Initialkontakt

## Spanbildungsmodell

Viele Zusammenhänge und Phänomene des Zerspanungsprozesses lassen sich anhand des Spanbildungsmodells anschaulich erläutern. Zunächst dringt der Schneidkeil bei Erreichen einer ausreichenden Schnittkraft in den zu bearbeitenden Werkstoff ein, d.h. er verformt diesen erst elastisch und – nach Erreichen der Streckgrenze – plastisch. Dabei findet in der Scherebene der eigentliche Trenn- bzw. Schneidprozess statt. Die Werkstoffmoleküle werden nach Überwindung der Bindungskräfte unter Freisetzung von Wärme aneinander vorbeigeschoben.

Hier zeigt sich nun auch der direkte Zusammenhang zwischen Schneiden- bzw. Werkzeuggeometrie und den auftretenden Schnittkräften und -temperaturen. Wie im Schaubild ersichtlich wird, führt eine Reduzierung des Spanwinkels zu einem kleineren Scherwinkel und damit zu einer längeren Scherebene. Infolgedessen steigen die erforderliche Schnittkraft und die entstehende Zerspannungstemperatur an.

In der Praxis kann der erhöhte Temperatureintrag geringere Standzeiten zur Folge haben, außerdem ist eine größere Maschinenleistung erforderlich. Im umgekehrten Fall führt ein positiverer Spanwinkel zu einem größeren Scherwinkel und zu ei-



ner Verkürzung der Scherebene. Schnittkräfte und Zerspannungstemperaturen sinken. Allerdings kann der Spanwinkel nicht beliebig vergrößert werden, da dies stets zu einer Verringerung des Keilwinkels und damit der Schneidenstabilität führt. Es gilt hier also einen möglichst optimalen, vom zerspannten Werkstoff abhängigen Kompromiss aus Weichschneidigkeit und Werkzeugstabilität zu erreichen. Interessant ist auch eine Betrachtung

der Temperaturverteilung. Anhand des Temperatursprungs ist deutlich zu sehen, dass in der Scherebene die eigentliche Zerspanarbeit und der größte Wärmeintrag erfolgt. Durch Reibung auf der Spanfläche steigt die Temperatur zusätzlich an. So kann am Punkt der größten Schneidentemperatur Kolkverschleiß entstehen. Maßnahmen zu einer Verringerung der Reibung wie Minimalmengenschmierung oder glatte Beschichtungen können helfen, die Temperaturentstehung zu begrenzen und so die Standzeit positiv zu beeinflussen.

## Initialkontakt

Der Begriff Initialkontakt beschreibt die beim Zerspanprozess entstehende Auftreffsituation zwischen Werkzeugschneide und Werkstück. Wie in Abb. 1 gezeigt sind punktförmige (z.B. S-Kontakt), linienförmige (z.B. S-T-Kontakt) oder vollflächige (siehe hellblaue Fläche) Auftrefforte möglich. Die Form des Initialkontakts hat unter Umständen große Auswirkung auf die Werkzeugstandzeit.

Je länger die Zeitdauer zwischen einem ersten Auftreffen der Schneide und dem Eingriff von Punkt S, desto besser sind die zu erwartenden Standzeiten – dies haben Untersuchungen gezeigt. Erklärbar ist dies durch die recht unterschiedliche Stabilität der Schneide an den jeweiligen Punkten. So zeigen sich in der Praxis sehr häufig Ausbrüche im Bereich der Schneidecke S, während diese bei Punkt U nahezu ausgeschlossen sind. Speziell bei harten Materialkrusten hat sich daher ein U-Aufschlag als günstig erwiesen.

Einfluss auf den Initialkontakt können die Anstellung des Werkzeugs (relative Position zwischen Werkstück und Werkzeug), sowie die Geometrie von Werkzeug (axiale und radiale Einbaulagen) und Wendschneidplatte (neutraler bzw. positiver Spanformer) haben.

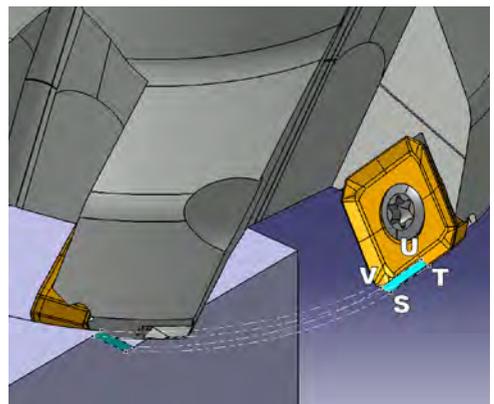


Abb. 1

# Vereinigter Wärmewert / Wärmefluss

## Vereinigter Wärmewert

In der täglichen Praxis hat es der Metallzerspaner mit einer Vielzahl von unterschiedlichen Werkstoffen zu tun. Je nach Legierungsbestandteilen, physikalisch-chemischen Eigenschaften, Homogenität und Vergütungszustand sind diese jedoch sehr unterschiedlich gut zerspanbar.

Dabei können Werkstoffe mit guter Zerspanbarkeit mit hohen, Werkstoffe mit schlechter Zerspanbarkeit mit geringen Schnittgeschwindigkeiten bearbeitet werden. Entscheidend ist hierbei die beim Zerspanungsprozess entstehende Wärme, bzw. wie gut diese vom Schneidstoff abgeführt werden kann. Daher gilt es, die Warmhärte von Schneidstoff und Beschichtung zu beachten. Hilfreich in der Bewertung der Zerspanbarkeit kann die Kenntnis des vereinigten Wärmewertes sein, der das Produkt aus Wärmekapazität, Dichte und Wärmeleitfähigkeit des zu bearbeitenden Werkstoffs darstellt.

Den größten Einfluss auf den vereinigten Wärmewert (und damit auch auf die Zerspanbarkeit) hat dabei die Wärmeleitfähigkeit. Diese erklärt z.B. auch die sehr unterschiedliche Zerspanbarkeit von Aluminium- und Titanlegierungen, da Titan eine etwa um den Faktor 20 schlechtere Wärmeleitfähigkeit aufweist als Aluminium. Der Wärmeeintrag in den Schneidstoff kann bei Titan daher nur durch den konsequenten Einsatz von Kühlmedien und die Wahl moderater Schnittgeschwindigkeiten begrenzt werden. Jedoch ist auch bei allen anderen Werkstoffen der individuelle Wärmeeintrag bei der Definition von Schneidstoff, Beschichtung, Schnittparametern und Kühlmedien von Bedeutung.

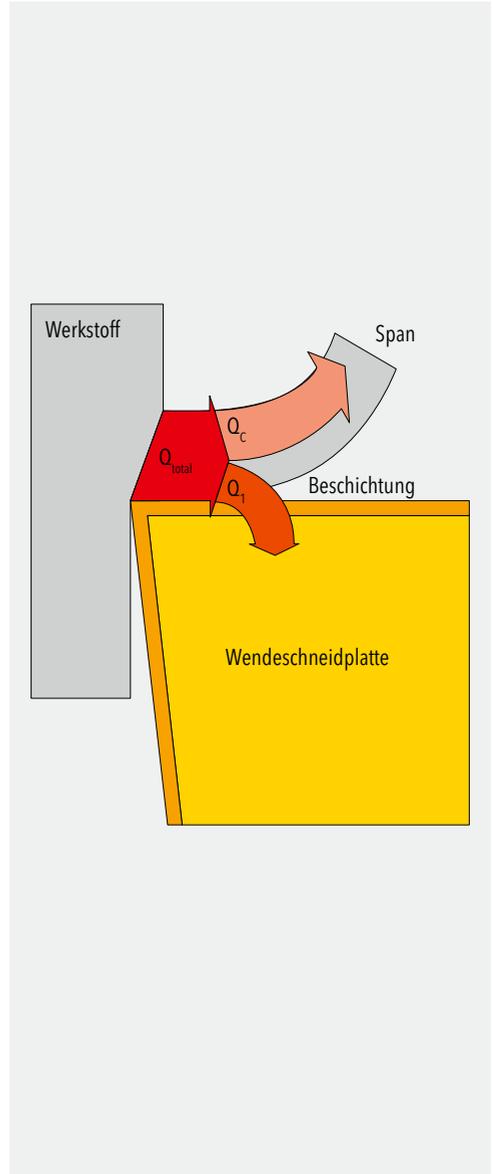
## Wärmefluss

Wie bereits anhand des Spanbildungsmodells dargelegt, findet im Bereich der Scherebene die eigentliche Zerspanungsarbeit statt. Dabei entsteht Wärme, die bestmöglich vom Schneidstoff abgeführt werden muss.

Letztlich dienen alle der dafür üblichen Methoden allein diesem Zweck: Die Wasser-Öl-Emulsion eines konventionellen Kühlschmierstoffs reduziert durch den Ölanteil einerseits die Reibung (und damit zusätzlichen Wärmeeintrag), zum Anderen trägt der Wasseranteil zur Kühlung bei. Eine Reduzierung von Reibung ist Hintergrund der Minimalmengenschmierung (MMS). Bei kryogener Zerspanung wird die Werkzeugschneide mit Hilfe von  $-196^{\circ}\text{C}$  kaltem Stickstoff heruntergekühlt. Speziell bei schwer zerspanbaren Werkstoffen, wie Titan- oder Nickelbasislegierungen, ergeben sich daraus erhebliche Standzeitvorteile. Schneidstoffbeschichtungen weisen meist eine höhere Warmhärte als das Schneidstoffsubstrat auf.

Abgesehen davon dienen auch sie der Minimierung von Reibung, und in gewissen Grenzen auch als thermische Isolationschicht. Es gibt allerdings auch die Möglichkeit, durch die Wahl der Schnittparameter Einfluss auf den Wärmefluss zu nehmen.

Großvolumige Späne können eine größere Wärmemenge von der Schneide abführen; geringere Schnittgeschwindigkeiten senken die entstehenden Zerspanungstemperaturen. Somit ergeben sich oftmals Standzeitvorteile durch die Verwendung moderater Schnittgeschwindigkeiten bei gleichzeitig erhöhtem Vorschub.



# Späne

## Spanarten

Die bei der Zerspaltung entstehenden Spanarten sind im Wesentlichen vom bearbeiteten Werkstoff, der Geometrie des Werkzeugs und den Bearbeitungsparametern abhängig. Grundsätzlich wird nach folgenden drei Spanarten unterschieden, wobei die Übergänge fließend sein können:

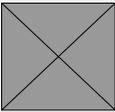
Name	Kennzeichnung	Spanbildung	Bedingungen
Fließspan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zusammenhängender Span</li> <li>• unterschiedliche Oberfläche</li> <li>• untere Seite immer glatt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kontinuierliches Abfließen des Werkstoffes</li> <li>• Spanelemente werden in der Scherzone nicht getrennt, sondern kontinuierlich umgeformt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zäher Werkstoff bei günstigen Spanbedingungen (hohe Schnittgeschwindigkeit, positive Spanwinkel)</li> </ul>
Scherspan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• einzelne, nicht zusammenhängende Spanelemente erkennbar</li> <li>• Oberfläche stark gezackt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spanlamellen werden in der Scherebene nur gering umgeformt, voneinander getrennt, aber anschließend wieder verschweißt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Störform des Fließspans</li> <li>• Störursachen: Ungleichheiten im Werkstoff, Schwingungen, zu kleiner Spanwinkel, große Schnitttiefe, kleine Schnittgeschwindigkeit</li> </ul>
Reisspan (Bröckelspan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• einzelne, nicht zusammenhängende Spanelemente</li> <li>• raue Oberfläche durch Bruchgefüge (vorauselender Riss)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• spröde Werkstoffe reißen bereits nach geringer Verformung in der Scherzone (z. B. Guss, Hartguss, Gussbronze, Messing)</li> <li>• bei extrem spröden Werkstoffen völliger Zerfall der Spanlamellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkstoffe mit geringem plastischem Verhalten (geringe Schnittgeschwindigkeit, negative Spanwinkel)</li> </ul>

## Spanform

Es gibt eine Vielzahl von Einflussgrößen auf die Spanform. Insbesondere beim Drehen ist die Spanform von großer Bedeutung und kann z.B. durch die Wahl eines geeigneten Spanformers entscheidend beeinflusst werden. Als günstig werden Spanformen bewertet, die ein möglichst kleines Volumen mit geringer Verletzungsgefahr kombinieren. Die Spanformen können in folgende Klassen eingeteilt werden:

Klasse	Spanform und Spanraumzahl R		Beurteilung
1	Bandspan $R \geq 90$		Ungünstig
2	Wirrspan $R \geq 90$		Ungünstig
3	Wendel- oder Schraubenspan $R \approx 60$		Brauchbar
4	Wendel- oder Schraubenbruchspan $R \approx 25$		Günstig
5	Spiralspan $R \approx 10$		Günstig
6	Spiralspanstücke $R \approx 5$		Günstig
7	Bröckelspan oder Spanbruchstücke $R \approx 3$ ; Teilweise verschweißt		Brauchbar

# Maßnahmen bei Fräsproblemen

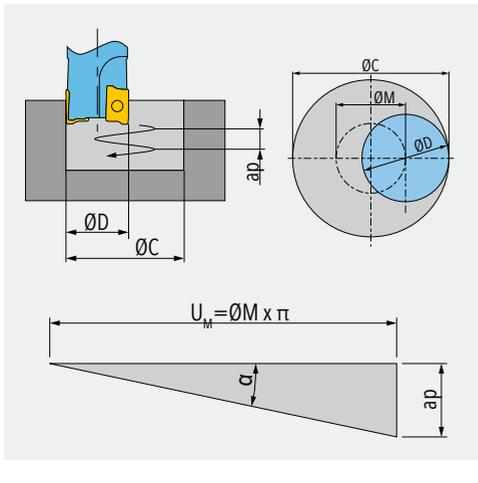
Verschleißart	Info	Ursache	Lösungsmöglichkeiten
Aufbau- schneidenbildung 	Materialaufschweißungen an der Schneidkante treten auf, wenn der Span infolge zu niedriger Schnitttemperatur nicht richtig abfließt.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zu geringe Schnittgeschwindigkeit</li> <li>• zu geringer Spanwinkel</li> <li>• Schneidstoff mit zu geringer Verschleißfestigkeit</li> <li>• nicht angepasste Kühlung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhöhung der Schnittgeschwindigkeit</li> <li>• Vergrößerung des Spanwinkels</li> <li>• Einsatz von Beschichtungen</li> <li>• Einsatz einer wirksamen Kühlung</li> </ul>
Freiflächen- verschleiß 	Extremer Freiflächenverschleiß reduziert den Freiwinkel und verschlechtert die Oberflächengüte.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zu hohe Schnittgeschwindigkeit</li> <li>• Schneidstoff mit unzureichender Verschleißfestigkeit</li> <li>• nicht angepasster Vorschub (zu geringer Vorschub)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnittgeschwindigkeit senken</li> <li>• Schneidstoff mit höherer Verschleißfestigkeit wählen, beschichtete Güteklasse wählen</li> <li>• Vorschub in richtiges Verhältnis zu Schnittgeschwindigkeit und Schnitttiefe setzen (Vorschub erhöhen)</li> </ul>
Kolkverschleiß 	Kolkverschleiß schwächt die Schneide und verändert die Schneidengeometrie.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zu hohe Schnittgeschwindigkeit</li> <li>• nicht angepasster Vorschub</li> <li>• zu geringer Spanwinkel</li> <li>• falsch zugeführtes Kühlmittel</li> <li>• Schneidstoff mit zu geringer Verschleißfestigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnittgeschwindigkeit senken</li> <li>• Vorschub, Schnittgeschwindigkeit, Schnitttiefe ins richtige Verhältnis setzen</li> <li>• positiven Spanwinkel benutzen</li> <li>• Kühlmittelmenge und/oder -druck erhöhen</li> <li>• Einsatz von Beschichtungen</li> </ul>
Schneidkanten- deformation 	Hohe mechanische Beanspruchungen und hohe Zerspannungstemperaturen können zu plastischen Verformungen der Schneidkanten führen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zu hohe Arbeitstemperatur, daher Erweichung des Grundmaterials durch zu hohe Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe sowie harte Werkstückstoffe</li> <li>• Beschädigung der Beschichtung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnittgeschwindigkeit senken, verschleißfestere Schneidstoffsorten verwenden, Spanquerschnitt (insbes. Vorschub) verkleinern, Einsatz angepasster Kantenverrundung, Anstellwinkel verkleinern, Kühlung vorsehen</li> <li>• rechtzeitig Plattenwechsel vornehmen</li> </ul>
Kammerisse 	Rechtwinklig zur Schneidkante entwickeln sich zunehmend Risse, hervorgerufen durch Wärme-wechselbelastungen im unterbrochenen Schnitt. Bruchgefahr.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sich ändernde Spandicke</li> <li>• Schwankende Kühlschmierstoffzuführung</li> <li>• Thermische Wechsellast und damit einhergehende Spannungswechsel (bei unterbrochenem Schnitt)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gleichmäßige Eingriffsbedingungen wählen</li> <li>• Kühlmittel gleichmäßig und in ausreichender Menge zuführen, insbesondere bei Hartmetallen und keramischen Schneidstoffen, Kühlung vermeiden</li> <li>• Schneidstoff mit höherer Zähigkeit und besserer Temperaturwechselbeständigkeit wählen</li> <li>• Kühlschmiermittel in ausreichender Menge zuführen oder ganz vermeiden bei Hartmetallen</li> </ul>
Schneidkanten- ausbröckelungen 	Kleinere Ausbrüche an der Schneidkante, meistens in Verbindung mit Freiflächenverschleiß.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidation</li> <li>• Abrieb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geeignete Beschichtung wählen</li> <li>• Schnittgeschwindigkeit verringern; falls jedoch wärmebeständiges Material mit keramischen Schneidstoffen bearbeitet wird, Schnittgeschwindigkeit erhöhen</li> </ul>

# Bohrzirkularfräsen / Tauchfähigkeit / Hochvorschubfräsen

## Bohrzirkularfräsen

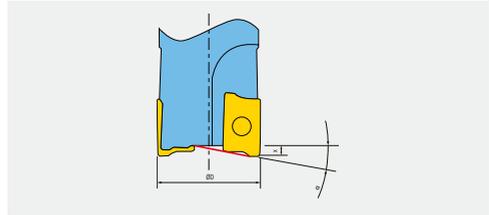
Fräswerkzeuge für die der Tauchwinkel  $\alpha$  bekannt ist, können auch zum Zirkularbohrfräsen eingesetzt werden. Sofern dieser mit dem jeweiligen Werkzeug herstellbar ist, ist der zu erzeugende Bohrungsdurchmesser  $C$  unerheblich. Sogar die Fertigung einer Ringnut ist auf diese Weise möglich. Zu beachten ist jedoch, dass der kleinstmögliche Bohrungsdurchmesser  $C_{min}$  nicht unterschritten werden darf, da sich das Werkzeug sonst nicht mehr freischneidet und aufläuft. Größt- und kleinstmöglicher Bohrungsdurchmesser, wie auch die Bereiche für ebenen oder unebenen Bohrungsgrund, sind je nach verwendeter Wendeschneidplatte und dem Werkzeugdurchmesser individuell unterschiedlich. Details dazu entnehmen Sie bitte den entsprechenden Schnittwertempfehlungen. Die Zustellung  $ap$  pro Umlauf lässt sich über den Umfang der Fräsermittelpunktsbahn mit folgender Formel berechnen:  $ap = (C-D) \times \pi \times \tan \alpha$

Bitte beachten Sie dabei, dass es sich sowohl beim Tauchwinkel  $\alpha$  als auch bei der errechneten Zustellung  $ap$  pro Umlauf um Maximalwerte handelt, die nur unter optimalen Bedingungen und bei sehr gut zerspanbaren Werkstoffen erzielbar sind. Beim Tauchfräsen sollte generell nur mit rund der Hälfte der bei der Vollnutbearbeitung machbaren Schnitttiefe gefahren werden.



## Tauchfähigkeit

Die Tauchfähigkeit eines Fräswerkzeugs ist maßgeblich von seinem Durchmesser und dem Überstand der Wendepatte gegenüber dem Werkzeugkörper bestimmt. Im Regelfall ist ein Werkzeug also umso besser tauchfähig je kleiner sein Durchmesser ist. In gleicher Weise trägt ein großes Überstandsmaß  $x$  zu einer guten Tauchfähigkeit bei. Ausnahmen können sich ergeben, wenn die Wendepatte keinen oder einen zu geringen Freiwinkel aufweist.



## Hochvorschubfräsen

Bereits Ende der 1930er Jahre in der einschlägigen Fachliteratur beschrieben, wurde das Prinzip des WeitwinkelfräSENS jedoch erst in jüngerer Zeit populär, als geeignete Bearbeitungsmaschinen und -werkzeuge in breiterer Masse zur Verfügung standen. Ziel des HochvorschubfräSENS ist eine Produktivitätssteigerung, die bei Werkzeugen mit sehr kleinen Einstellwinkeln von  $\alpha < 20^\circ$  erreicht werden kann.

Wie in nachfolgendem Schaubild gezeigt, ergibt sich unter Beibehaltung des Zahnvorschubs  $f_z$  und gleicher Schnitttiefe  $ap$  eine Änderung des Schlankheitsgrades  $b/h$ , die unmittelbar durch den verwendeten Einstellwinkel beeinflusst ist. Der Produktivitätsvorteil des WeitwinkelfräSENS ergibt sich, wenn die beim EckfräSEN mit  $\alpha=90^\circ$  übliche Spanstärke von  $h=f_z$  (in Abb. 1 ganz links dargestellt) auf ein Werkzeug mit sehr geringem Einstellwinkel (z. B.  $\alpha=15^\circ$ ; in Abb. 1 ganz rechts dargestellt) übertragen wird. Um hier dieselbe Spanstärke zu erzielen, muss bzw. kann der Zahnvorschub  $f_z$  erheblich gesteigert werden – im oben genannten Fall um den Faktor 3,9.

Zu beachten ist in diesem Zusammenhang, dass durch den geringen Einstellwinkel vermehrt axiale Zerspanungskräfte auftreten. Da bei den im Werkzeug- und Formenbau häufig anzutreffenden tiefen Kavitäten zumeist verlängerte Werkzeuge eingesetzt werden, sind zunehmende Axialkräfte bei gleichzeitiger Minimierung der Radialkräfte jedoch eher von Nutzen. Ein weiterer Vorteil des WeitwinkelfräSENS besteht in dem schälenden Eintritt der Werkzeugschneide. Während beim EckfräSEN die Schneidkante praktisch schlagartig in den zu bearbeitenden Werkstoff eindringt, vergeht bis zum kompletten Eingriff der Hochvorschubschneide eine erheblich größere Zeit. Oft sind wesentlich verbesserte Standzeiten die Folge.

Wie in Abb. 2 gezeigt, sind Rundwendeplatten ebenfalls für HochvorschubfräSEN geeignet, vorausgesetzt die Schnitttiefe  $ap$  übersteigt ein gewisses Maß nicht. Dabei ist jedoch zu beachten, dass im Fall von Rundwendeplatten kein konstanter Einstellwinkel vorliegt. Vielmehr beginnt dieser bei  $0^\circ$  und steigt theoretisch bis auf  $90^\circ$  an. In der Praxis hat sich deshalb bewährt, von einem gemittelten Einstellwinkel auszugehen. Da per Definition ab einem Einstellwinkel  $\alpha \leq 20^\circ$  von WeitwinkelfräSENS gesprochen

werden kann, lässt sich die maximal für das Hochvorschubfräsen geeignete Schnitttiefe mit Hilfe der folgenden Formel berechnen, wobei D für den Durchmesser der Rundwendeplatte steht.

Exakte Berechnung:  $ap=D \times \sin(20^\circ)^2$   
 Angenähert:  $ap=D \times 0,1$

Um nun den zu programmierenden Zahnvorschub zu ermitteln, werden der Durchmesser der Rundwendeplatte D und die gewünschte Spanstärke h in nachfolgende Gleichung eingesetzt.

$$fz = -(D/2) \times \tan(20^\circ) + \sqrt{[D/2 \times \tan(20^\circ)]^2 + h \times D / \cos(20^\circ)}$$

Der Einsatz von Rundwendeplatten zum Hochvorschubfräsen birgt jedoch auch Nachteile. Zum einen lässt sich bauartbedingt nur eine relativ kleine Zähnezahl im Werkzeugkörper realisieren, was zu einem geringeren Gesamtvorschub führt. Zum anderen

kann nicht mit hohem Vorschub an 90°-Schultern heran bearbeitet werden; in Bauteilecken bzw. -schultern bleibt so mindestens der Radius der Rundwendeplatte unbearbeitet zurück. Dieses Restmaterial muss später mit einem anderen Werkzeug entfernt werden.

Vielfach empfiehlt sich daher der Einsatz von Werkzeugsystemen, die speziell für das Weitwinkelfräsen entwickelt wurden. Ein beispielhafter Vergleich der Hochvorschubwendschneidplatte UOMT0602TR mit einer 6 mm Rundwendeplatte macht dies deutlich (siehe Abb 3.). Durch den geringeren Platzbedarf der UOMT0602TR können bei gleichem Werkzeugdurchmesser erheblich mehr Zähne untergebracht werden. Durch den Einstellwinkel von mehr als 90° kann auch an Schultern heran bearbeitet werden und es bleibt weniger Restmaterial zurück.

Geometrie	Programmier-radius	max. Schnitttiefe
UOMT06...	R1	0,5
PEMT05...	R2,5	1
DPM324R004 / DPM324R126	R4,5	3
DPM436R10...	-	3,5
UNLU04...	R0,9	0,5
UNLU06.	R1,6-R1,9	1
UNLU09...	R2,5	1,5
UNLU11...	R3	2
UNHU04...	R1,2	0,5
UNKT05...	R0,8-R1	0,5
UNHU06...	R2	1
UNHU09...	R3,2	1,5
UNHU11...	R4	2

Geometrie	Programmier-radius	max. Schnitttiefe
UNHU14...	R5	3
SDXS04...	R1	0,5
SDXS09...	R2,5	1,5
SDES13... / SDMS13... / SDXS13...	R3	2,2
SDXS16...	R4,2	2,5
SDES19... / SDMS19... / SDXS19...	R4,5-R5,5	3,7
WCNW06... / WCNT06...	R2	0,9
LNXF09...	R3,4	1,5
TNXN12...	R4,5	2,5
ChipSurfer 45A...	R2-R3	0,6-1,5
ChipSurfer 47A...	R1,6-R3,6	0,4-1,2
Plendur INCER...Z3	R0,42-R2,5	0,35-1,0
Plendur INCOO...Z3	R0,28-R1,9	0,2-1,3

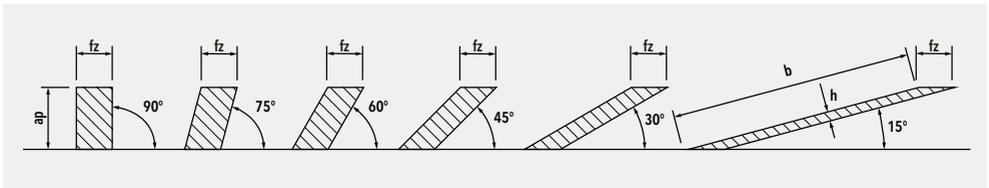


Abb. 1: Änderung der Spanstärke h in Abhängigkeit des Einstellwinkels  $\alpha$  bei gleichbleibendem Zahnvorschub fz

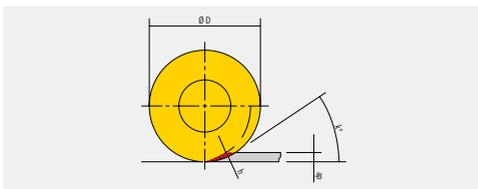


Abb. 2: Auch Rundwendeplatten sind prinzipiell für Weitwinkelfräsen geeignet

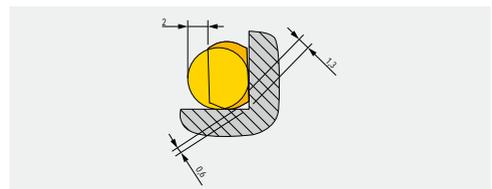


Abb. 3: Vergleich einer 6 mm Rundwendeplatte mit der Hochvorschubwendschneidplatte UOMT0602TR

## Besonderheit der **GOLD SFEED** 13 & 19 mm bei 90° Schulter-Bearbeitung

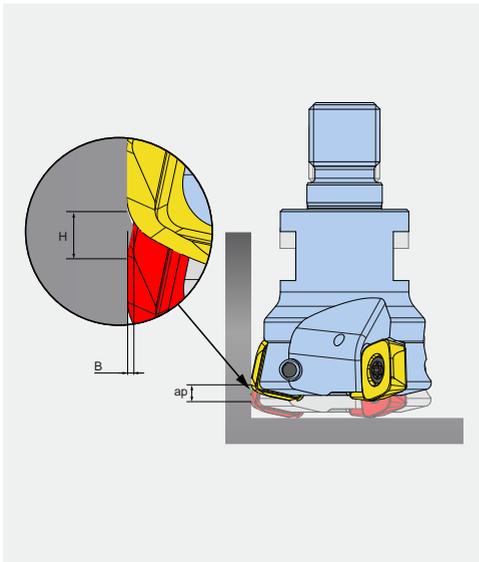
Aufgrund der speziellen Weitwinkel-Geometrie des Werkzeuges, sowie der Wendeschneidplatte sind maximale Zustellungen bei 90° Schulter-Bearbeitungen unbedingt zu berücksichtigen.

Entgegen dem konventionellen Fräsen auf freien Planflächen und Konturen, ergibt sich beim Fräsen an 90° Schultern ein

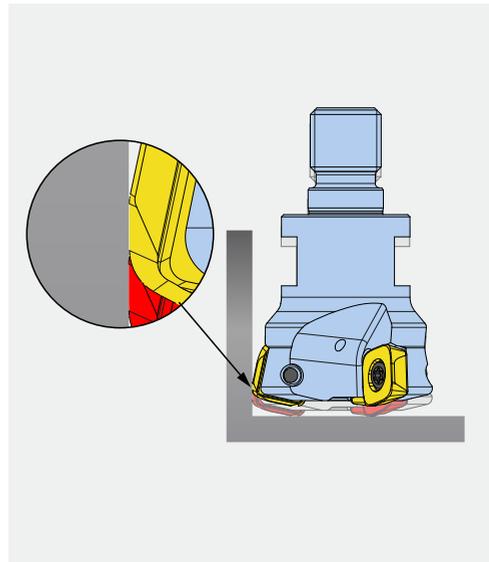
Restmaterial. Durch dieses Restmaterial wird ein Hinterschnitt an der ungenutzten Schneidkante erzeugt, welcher Material und Wendeschneidplatten-Geometrie bedingt im ungünstigsten Fall zum Plattenbruch führen kann. Die unten aufgeführten Tabellen, sowie Bilder, sollten dazu genutzt werden, um dieses Problem zu umgehen.

Berücksichtigung des Hinterschnitts in Bezug auf Zustellung bei 90° Schulter-Bearbeitung mit GoldSFeed_SD_S13			
GoldSFeed Wendeschneidplatte	$a_{p,max}$ mit Hinterschnitt an 90° Schulter	Material-Abmaß im Hinterschnitt (Höhe x Breite)	$a_{p,max}$ ohne Hinterschnitt an 90° Schulter
SDES130515N	2	1,0 x 0,076	0,5
SDES1305MDR	2	1,0 x 0,076	0,95
SDES1305MPR / SDXS1305MPR-MR	2,2	0,74 x 0,05	1,45
SDMS130515R-PH / SDXS130515R-PH	2	1,0 x 0,076	0,5
SDMS1305MDR-PH / SDXS1305MDR-PH	2	1,0 x 0,076	0,95
SDES130515N-001	2	1,0 x 0,076	0,5
SDES1305MDR-001	2	1,0 x 0,076	0,95
SDES1305MPR-001	2,2	0,74 x 0,05	1,45

Berücksichtigung des Hinterschnitts in Bezug auf Zustellung bei 90° Schulter-Bearbeitung mit GoldSFeed_SD_S19			
GoldSFeed Wendeschneidplatte	$a_{p,max}$ mit Hinterschnitt an 90° Schulter	Material-Abmaß im Hinterschnitt (Höhe x Breite)	$a_{p,max}$ ohne Hinterschnitt an 90° Schulter
SDES190620N	3	1,88 x 0,28	1,1
SDES1906MDR	3	1,88 x 0,28	1,1
SDES1906MPR / SDXS1906MPR-MR	3,7	2,16 x 0,23	1,5
SDMS190620R-PH	3	1,88 x 0,28	1,1
SDMS1906MDR-PH	3	1,88 x 0,28	1,1
SDES190620N-001	3	1,88 x 0,28	1,1
SDES1906MPR-001	3,7	2,16 x 0,23	1,5



Zustellungsfolge mit verbleibendem Hinterschnitt



Zustellungsfolge ohne verbleibendem Hinterschnitt

## Besonderheit der **GOLDQUAD<sup>XXX</sup>** 13 & 19 mm bei 90° Schulter-Bearbeitung

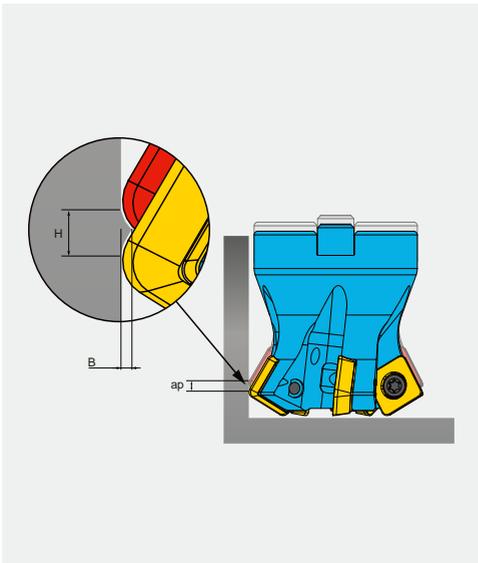
Aufgrund der speziellen Weitwinkel-Geometrie des Werkzeuges, sowie der Wendeschneidplatte sind maximale Zustellungen bei 90° Schulter-Bearbeitungen unbedingt zu berücksichtigen.

Entgegen dem konventionellen Fräsen auf freien Planflächen und Konturen, ergibt sich beim Fräsen an 90° Schultern ein

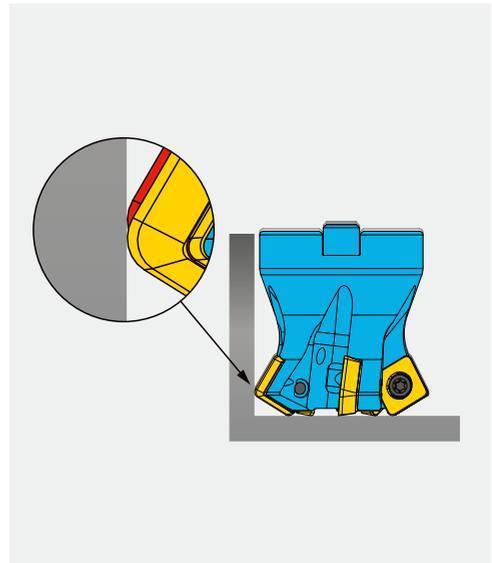
Restmaterial. Durch dieses Restmaterial wird ein Hinterschnitt an der ungenutzten Schneidkante erzeugt, welcher Material und Wendeschneidplatten-Geometrie bedingt im ungünstigsten Fall zum Plattenbruch führen kann. Die unten aufgeführten Tabellen, sowie Bilder, sollten dazu genutzt werden, um dieses Problem zu umgehen.

Berücksichtigung des Hinterschnitts in Bezug auf Zustellung bei 90° Schulter-Bearbeitung mit GoldQuad <sup>XXX</sup> SD_S13			
GoldQuad <sup>XXX</sup> Wendeschneidplatte	$a_{p,max}$ mit Hinterschnitt an 90° Schulter	Material-Abmaß im Hinterschnitt (Höhe x Breite)	$a_{p,max}$ ohne Hinterschnitt an 90° Schulter
SDES1305MPR / SDXS1305MPR-MR	4,9	4,85 x 1,27	0,5
SDES130516N-PF	4,9	4,9 x 1,52	0,5
SDMS130516R-PP	4,9	4,9 x 1,52	0,5
SDES130516N-PF1	4,9	4,9 x 1,52	0,5
SDES1305MPR-001	4,9	4,9 x 1,52	0,5

Berücksichtigung des Hinterschnitts in Bezug auf Zustellung bei 90° Schulter-Bearbeitung mit GoldQuad <sup>XXX</sup> SD_S19			
GoldQuad <sup>XXX</sup> Wendeschneidplatte	$a_{p,max}$ mit Hinterschnitt an 90° Schulter	Material-Abmaß im Hinterschnitt (Höhe x Breite)	$a_{p,max}$ ohne Hinterschnitt an 90° Schulter
SDES190620N	7,8	7,44 x 2,64	0,5
SDES1906MPR / SDXS1906MPR-MR	7,8	7,44 x 2,03	0,5
SDES1906ZPR-PF	7,8	7,44 x 2,64	0,5
SDMS190620R-PH	7,8	7,44 x 2,64	0,5
SDMS1906ZPR-PP	7,8	6,45 x 2,48	1,3
SDES190620N-001	7,8	7,44 x 2,64	0,5
SDES1906MPR-001	7,8	7,44 x 2,03	0,5



Zustellungsfolge mit verbleibendem Hinterschnitt

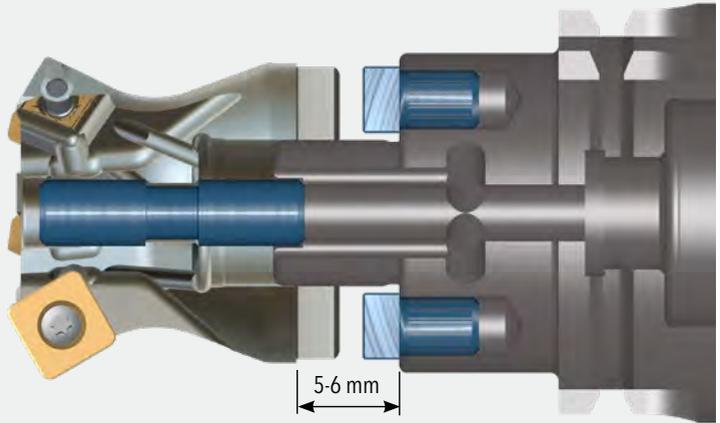


Zustellungsfolge ohne verbleibendem Hinterschnitt

**Montageanleitung für Aufsteckfräser Ø 50 mm**

Drehmoment an der Montageschraube:  
20 Nm

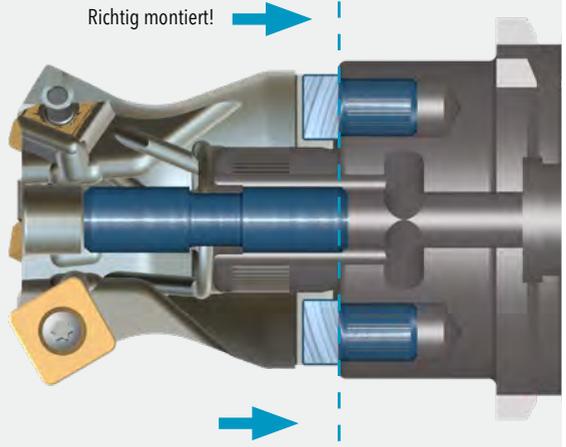
Richtige Position der  
Fräseranzugsschraube  
vor Montage



**Montageanleitung**

1. Fräseranzugsschraube/Differentialschraube rückseitig, mit der Seite des Feingewindes, in den Fräser bis Anschlag einschrauben.
2. Fräser auf Fräsdornaufnahme aufstecken; es entsteht ein Spalt von ca. 5-6 mm
3. Fräseranzugsschraube/Differentialschraube vorderseitig mit 20 Nm anziehen.

Richtig montiert! →



**Programmier-Tipps**

- Den 2-fachen Faktor für den Vorschub programmieren, um geringe Spandicken zu kompensieren.
- Als allgemeine Regel wählen Sie bitte 60% des Werkzeugdurchmessers um die Schnittbreite zu bestimmen.
- Wenn möglich wählen Sie größere Schnitttiefen für verbessertes Zeitspanvolumen und höchste Produktivität.
- Bei Kühlmittel und Druckluft auf optimale Richtung, Durchfluss und Druck achten.
- Nutzen Sie die HSM-(Hochgeschwindigkeits-)Funktionen des CAM-Systems für die Programmierung.

# Leistungsberechnung / Antriebsleistung

## Leistungsberechnung

Eine exakte rechnerische Ermittlung der Maschinenleistung ist durch die Vielzahl an Einflussgrößen (z.B. Wendepplatten- und Werkzeuggeometrie, etc.) in aller Regel nicht praktikabel. Es bietet sich daher an, die für eine mechanische Bearbeitung benötigte Maschinenleistung überschlägig zu berechnen. In folgender Tabelle finden Sie Werte für das spezifische Spanvolumen  $Q_{sp}$ , das veranschaulicht, wieviel Kubikzentimeter eines bestimmten Werkstoffs pro Kilowatt und Minute üblicherweise zerspant werden können.

Ein hoher Wert von  $Q_{sp}$  steht hierbei also für Werkstoffe, die über eine gute Zerspanbarkeit verfügen bzw. einen großen Materialabtrag bei geringer Maschinenleistung ermöglichen. Je kleiner der Wert, desto mehr Maschinenleistung ist erforderlich und desto schwerer ist der Werkstoff zerspanbar. Bitte beachten Sie, dass es sich bei den errechneten Werten von  $P_{theo}$  lediglich um einen groben „Daumenwert“ handelt!

Spezifisches Spanvolumen $Q_{sp}$ [cm <sup>3</sup> /kW x min]		
P	Stahl	15-30
M	Rostfrei	~20
K	Guss	25-37
N	NE-Metalle	~52
S	Superlegierung	11,5-15
H	harte Werkstoffe	~11,5
O	Kunststoff & Graphit	100-250

Für die Fräsbearbeitung:  $P_{theo} = \frac{a_p \times a_e \times v_f}{Q_{sp} \times 1000}$

Für die Bohrbearbeitung:  $P_{theo} = \frac{D^2 \times \pi / 4 \times v_f}{Q_{sp} \times 1000}$

Für die Drehbearbeitung:  $P_{theo} = \frac{a_p \times f \times v_f}{Q_{sp} \times 1000}$

## Antriebsleistung

Erforderliche Antriebsleistung, näherungsweise, mit Hilfe des spezifischen Zeitspannvolumens  $Q_{sp}$  ermittelt!

$$P_{mot} = \frac{Q \text{ (cm}^3\text{/min)}}{Q_{sp} \text{ (cm}^3\text{/kW x min)}}$$

$$P_{mot} = \frac{a_p \times a_e \times v_f}{1000 \times Q_{sp}}$$

Tabelle für  $Q_{sp}$  verschiedener Werkstoffe, in Abhängigkeit von  $f_z$   
 $Q_{sp}$  (cm<sup>3</sup> / kW x min) wenn

Zerspanter Werkstoff	$f_z = 0,1 \text{ mm}$	$f_z = 0,25 \text{ mm}$	$f_z = 0,6 \text{ mm}$
35 Ni Cr Mo 16	15 - 17	18 - 20	22 - 24
38 CR Al Mo 7	16 - 18	19 - 21	23 - 25
42 Cr Mo 4	16,5 - 18,5	19,5 - 21,5	23,5 - 25,5
X 5 Cr Ni Mo 18 10	17,5 - 19,5	20,5 - 22,5	24,5 - 26,5
50 Cr V 4	17,5 - 19,5	20,5 - 22,5	24,5 - 27
16 Mn Cr 5	18 - 20	21,5 - 23,5	25,5 - 28
C 45 - C 60	19,5 - 21,5	23,5 - 25,5	28 - 31
Ti6Al4V	20 - 22	26 - 28	31 - 33
GGG	25 - 27,5	30 - 33	36 - 39
GG 26	28 - 31	33,5 - 37	39,5 - 43
GTW - GTS	32,5 - 36	38,5 - 42	45,5 - 49
MS 80	39 - 43	58 - 62	69 - 73
Al - Si	69 - 72	82 - 85	-
Al - Mg	83 - 85	100 - 105	-

Der höhere Wert gilt für normal positive Schneidgeometrie ohne Schneidenabstumpfung.

Beispiel	
Bedingungen:	
Material:	C45
Werkzeug:	ON5H080R00 (Ø80 mm; Z=10)
Vc:	150 m/min
$f_z$ :	0,25 mm
$n =$	600 U/min
$V_f =$	1500 mm/min
$a_e =$	60 mm
$a_p =$	3 mm
Maschinenleistung:	22 kW

Berechnung  $P_{mot}$

$$Q = 270 \text{ cm}^3\text{/min}$$

$$Q_{sp} = 24,5 \text{ cm}^3\text{/kW x min}$$

$$P_{mot} = \frac{Q \text{ (cm}^3\text{/min)}}{Q_{sp} \text{ (cm}^3\text{/kW x min)}}$$

$$P_{mot} = 11 \text{ kW}$$

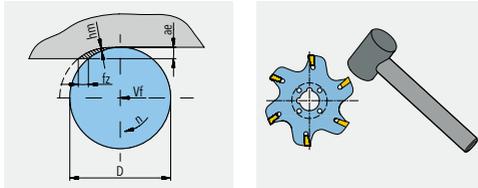
# Tipps

## Anwendungsbeispiel T-Clamp Scheibenfräser

Der empfohlene Vorschubwert muss je nach Schnitttiefe  $a_e$  gemäß der folgenden Tabelle korrigiert werden:

$\frac{a_e}{D}$	1/6	1/8	1/10	1/20
fz	15%	30%	45%	100%

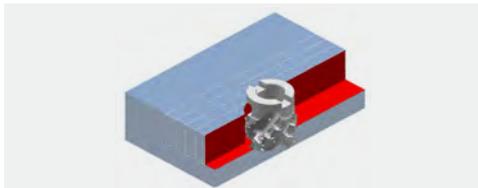
Schnittwerte	
D:	Fräserdurchmesser (mm)
n:	Drehzahl (min <sup>-1</sup> )
V <sub>r</sub> :	Vorschubgeschwindigkeit (mm/min)
V <sub>c</sub> :	Schnittgeschwindigkeit (m/min)
a <sub>e</sub> :	Radiale Schnitttiefe (mm)
h <sub>m</sub> :	Mittlere Spanungsdicke (mm)
f <sub>z</sub> :	Vorschub pro Zahn (mm)
Z <sub>eff</sub> :	Anzahl der effektiven Schneiden



## Montage der Schneideinsätze

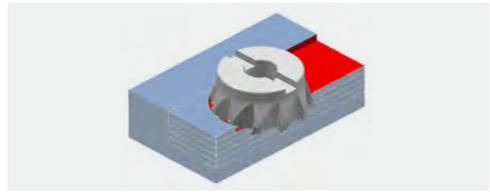
Schneideinsätze in die Aufnahmeetaschen einsetzen und durch leichte Schläge mit dem Kunststoffhammer bis zum Festanschlag positionieren. Vor der Bestückung mit den Schneideinsätzen müssen die Aufnahmeetaschen gesäubert und von Spanrückständen befreit werden.

## Eckfräser versus Walzenstirnfräser



### Vorteile:

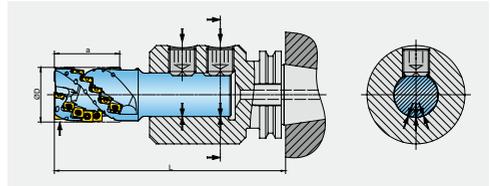
- Geringer Eingriff
- kleiner Schnittbogen
- Höhere Drehzahl
- mehr Leistung
- Maschinen große Q [cm<sup>3</sup>/min]



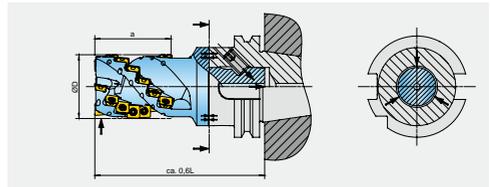
### Vorteile:

- Bei kleinen Tiefen immer erste Wahl

## Weldon versus InnoFit

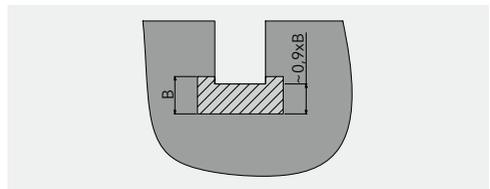


Weldon Vibrationen

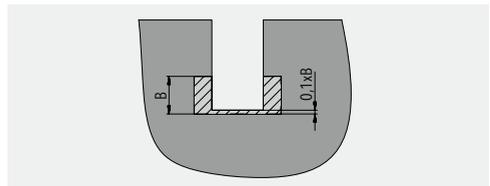


InnoFit 40% Kürzer

## Anwendungsbeispiel HiPosQuad T-Nutenfräser

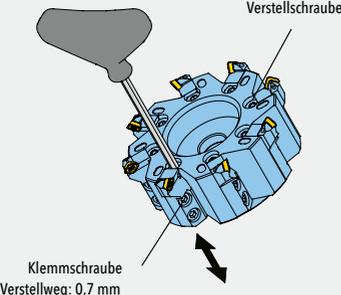
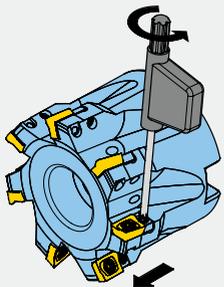
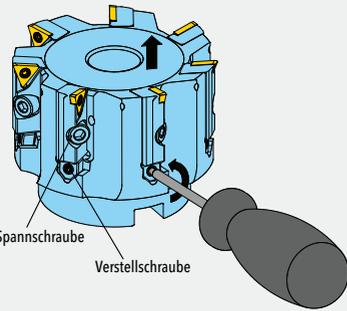


Bei normalen Bearbeitungsbedingungen: Durch starke Kühlmittel- bzw. Druckluftzufuhr für guten Späneabfluss sorgen!



Bei leistungsschwachen Maschinen: Durch starke Kühlmittel- bzw. Druckluftzufuhr für guten Späneabfluss sorgen!

# Bedienungsanleitungen

<p>Kassettenfräser 4W3A...</p>  <p>Verstellschraube</p> <p>Klemmschraube Verstellweg: 0,7 mm</p>	<p>Montage des Kassettenfräasers</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstellschrauben anziehen.</li> <li>• Kassetten einsetzen und an den axialen Anschlag pressen.</li> <li>• Klemmschrauben festziehen.</li> <li>• Über die Schneiden den Planlauf des Fräasers messen und den höchsten Punkt (Kassette) ermitteln.</li> <li>• Die Klemmschrauben der zu verstellenden Kassette lösen und wieder leicht anziehen.</li> <li>• Entsprechend dem höchsten Messwert alle Kassetten mit Hilfe der Verstellschraube einstellen.</li> <li>• Klemmschrauben gut anziehen.</li> </ul>
<p>Eckfräser 2J5P...</p> 	<p>Einstellen des Planlaufs</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einstellen des Planlaufs</li> <li>• Durch Einschrauben der Differentialschraube im Uhrzeigersinn Verstellklotz nach unten schrauben.</li> <li>• Wendepplatten montieren und Spansschrauben mit Drehmomentschlüssel (1,1 Nm) anziehen.</li> <li>• Durch Drehen der Differentialschraube gegen den Uhrzeigersinn den Stellkeil anlegen.</li> <li>• Planlauf des Werkzeugs vermessen und die Schneide mit dem höchsten Messwert finden.</li> <li>• Durch Drehen der Differentialschraube gegen den Uhrzeigersinn Schneide auf das Sollmaß bringen.</li> <li>• Spansschrauben nochmals mit Drehmomentschlüssel nachziehen.</li> <li>• Der Verstellbereich sollte 70 µm nicht überschreiten.</li> </ul>
<p>Schlichtfräser 4W5D...</p>  <p>Spansschraube</p> <p>Verstellschraube</p>	<p>Montage und Einstellung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch drehen der Verstellschraube im Uhrzeigersinn den Stellkeil bis Anschlag einschrauben.</li> <li>• Stellkeil wieder leicht lösen. Dazu Verstellschraube ca. eine halbe Umdrehung im Gegenuhrzeigersinn drehen.</li> <li>• Kassette einsetzen und gegen den Stellkeil anschlagen.</li> <li>• Spansschraube leicht anziehen.</li> <li>• Wendeschneidplatten montieren und die Wendepplatten-Klemmschraube mit 1,1 Nm anziehen.</li> <li>• Planlauf des Werkzeugs vermessen und die Schneide mit dem höchsten Messwert finden.</li> <li>• Durch drehen der Verstellschraube im Gegenuhrzeigersinn die Schneiden auf Sollmaß bringen.</li> <li>• Die Spansschrauben der Kassetten mit 9 Nm anziehen.</li> <li>• Planlauf nochmals prüfen und ggf. im µ-Bereich mit den Verstellschrauben leicht nachstellen.</li> </ul>

# Gewindezirkularfräsen / Schlichtbearbeitung

## Prozesssichere Bearbeitung

### Kontrollierter Spanabfluss:

- Wirbelbeginn am Boden der Bohrung
- kurze Kommaspäne
- weicher Schnitt durch Gleichlaufräsen

### Hohe Wiederholgenauigkeit:

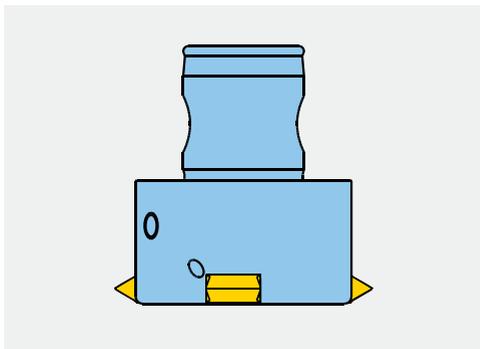
- durch Benutzung von Wendeplatten immer gleicher Toleranzqualitäten

### Höchste Qualität

- Oberflächenqualität der Flanken kleiner  $\mu\text{m Rt } 1$
- einwandfreie geometrische Gewindeform

### Geringe Werkzeugkosten ein Werkzeug für:

- mehrere Durchmesser
- mehrere Steigungen
- Rechts- und Linksgewinde
- metrische und zöllige Gewinde
- Sondergewinde, die in dem angegebenen Durchmesserbereich liegen
- geringe Lagerhaltungskosten
- kein Nachschleifen
- alle Gewinde-Wendeplatten sind stufenlos für einen bestimmten Steigungsbereich einsetzbar.

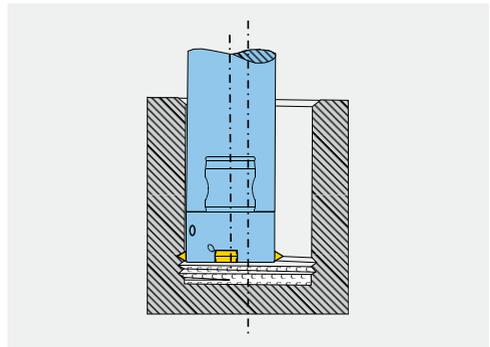


Alle Gewindefräser mit innerer Kühlmittelzufuhr

Gewindesteigung	$f_u$ (Gewinde-Außen- $\emptyset^*$ )
1 mm	0,40 mm
2 mm	0,35 mm
3 mm	0,30 mm
4 mm	0,25 mm
5 mm	0,20 mm
6 mm	0,15 mm
7 mm	0,12 mm
8 mm	0,10 mm

\* Vorschub des Fräsermittelpunktes errechnet sich aus der Formel:

$$V_{fm} = \frac{(Gewinde-Außen-\emptyset - D) \times n \times f_z \times z}{\text{Gewinde-Außen-}\emptyset}$$



### Achtung!

Diese Richtwerte müssen den entsprechenden Verhältnissen angepasst werden! Bei sehr tiefen Gewinden ist es angebracht, das Gewinde in 2 Durchgängen zu fräsen.

In diesem Kapitel möchten wir Ihnen das Schlichten mit Ingersoll MicroMill Breitschlicht-Werkzeugen erläutern.

## Grundlagen der Schlichtbearbeitung

Wenn immer möglich, sollte beim Schlichtfräsen das Breitschlicht-Fräsverfahren angewandt werden. Dieses Verfahren beruht darauf, dass alle am Schnitt beteiligten Schneiden eine parallel zur fräsierenden Fläche verlaufende Nebenschneide aufweisen, die in ihrer Länge der Strecke des Vorschubs einer Spindelumdrehung plus 1 - 1,5 mm entspricht.

Die Wirkung des Breitschlicht-Verfahrens beruht darauf, dass alle Schneiden am Umfang mit ihrer Hauptschneide das Material abtragen und alle Nebenschneiden die Werkstückoberfläche glätten. Hierbei entfernt im Verlauf einer Spindelumdrehung die am weitesten vorstehende Schneide die Unebenheit und Rauigkeit, die von der vorangegangenen Schneide hinterlassen wurde. So wird eine ebene und glatte Oberfläche in hoher Qualität erzeugt. Die höchste Schneide wird nach gewisser Zeit

## Richtwerte zum Innengewinde-Zirkularfräsen

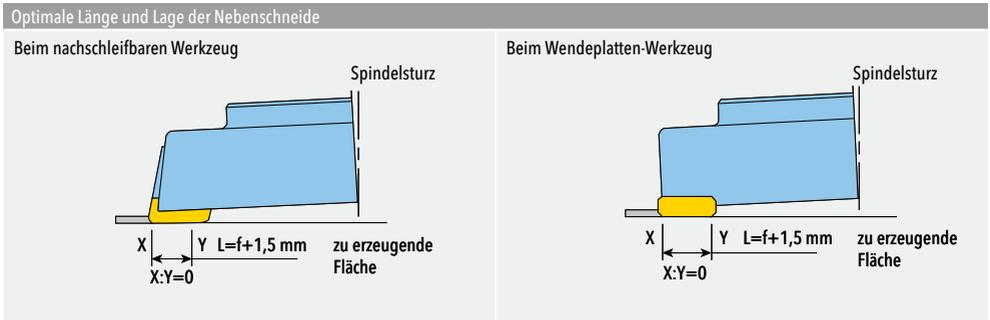
Werkstoff	Schnittgeschwindigkeit (m/min)		
	Rm [MPa]	trocken	nass
Stahl	400-700	260	320
	500-800	230	300
	800-1100	200	280
	1100-1400	60	150
Stahlguss	400-700	150	280

# Schlichtbearbeitung

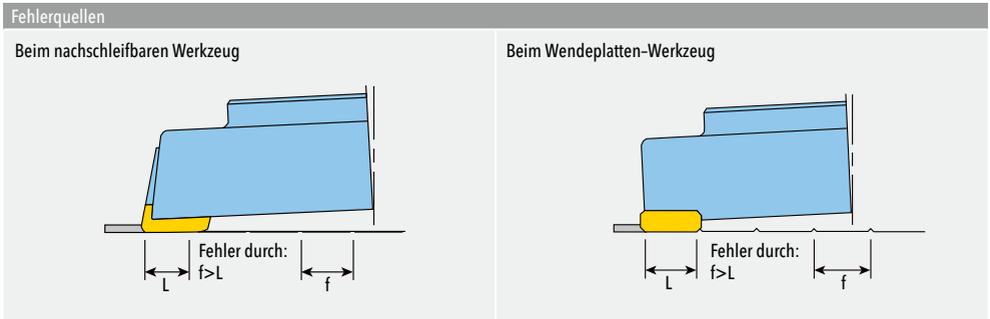
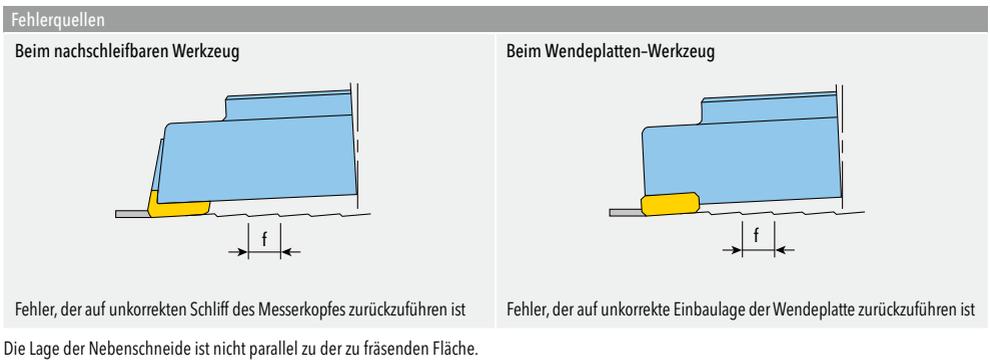
stärker an der Nebenschneide verschleifen als die anderen Schneiden. Zu diesem Zeitpunkt treten dann weitere Schneiden in Aktion, bis sich das Fräswerkzeug auf ein bestimmtes Planlaufniveau angeglichen hat. In diesem Zustand erzeugt das Werkzeug über lange Standzeiten eine sehr gute Oberfläche. Theoretisch würde eine einzige Breitschlichtschneide zur Erzeugung einer Schlichtfläche ausreichen.

Die Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass eine einzige Schleppschneide einen zu kurzen Standweg erzielt. Aus diesem Grund sollen, wenn von der Stabilität des Werkstückes her möglich,

alle am Schnitt beteiligten Schneiden als Breitschlichtschneiden ausgebildet werden. Bei besonders labilen Werkstücken kann jedoch jede 2. Schneide z.B. stirnseitig zurückschleifen oder bei den Wendeschneidplatten-Werkzeugen zurückgesetzt werden. Hierdurch wird der auftretende Axialdruck des Fräswerkzeuges vermindert. Die Ebenheit der gefrästen Fläche kann so verbessert und Vibrationen weitestgehend vermieden werden. Im Nachfolgenden sind im Vergleich die Merkmale eines richtig konzipierten nachschleifbaren Schlichtwerkzeuges und des Wendeschneidplatten-Werkzeuges zum Schlichten dargestellt.



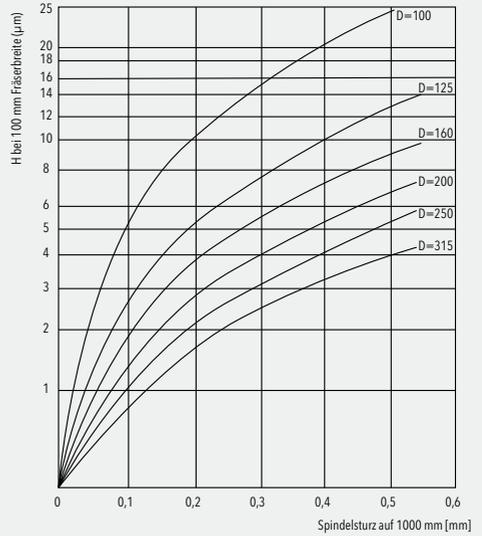
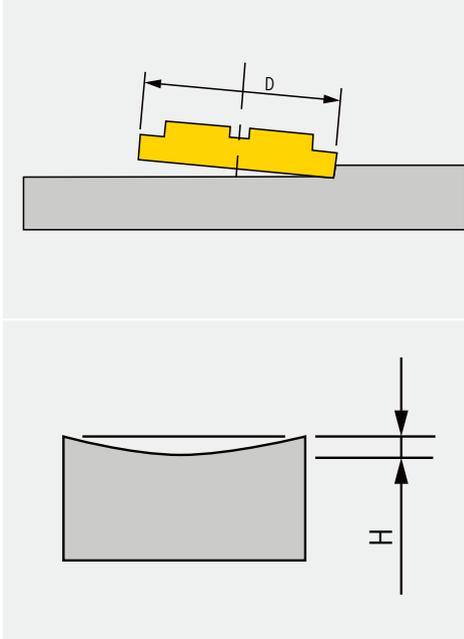
Die Lage der Nebenschneide ist parallel zu der zu erzeugenden Fläche und ca. 1,5 mm länger als der Vorschub pro Umdrehung (f).



Die Länge der Nebenschneide ist kürzer als der Vorschub pro Umdrehung (f).

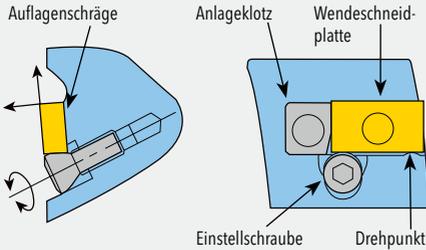
# Schlichtbearbeitung

Sturz an der Werkzeugspindel verhindert ein Nachschneiden des Werkzeugs



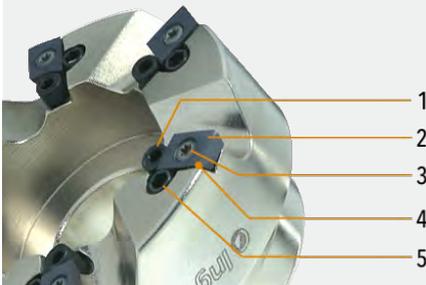
auf tretende konkave Formabweichung H

## Funktionsbeschreibung



- Durch das Hoch- oder Herunterdrehen der Einstellschraube wird die Wendschneidplatte auf ihrem Plattensitz entlang der Auflagenschräge in tangentialer Richtung verschoben.
- Hierbei geschieht gleichzeitig auch eine Höhenverstellung der Wendschneidplatte und somit eine Änderung in der Nebenschneidenlage.
- Die Lage der Nebenschneide kann entsprechend der Notwendigkeit aus der Anwendung und des Spindelsturzes steigend oder fallend eingestellt werden.
- Das Einstellen der Wendschneidplatte geschieht normalerweise einmalig im Herstellwerk, bzw. beim Ersteinsatz des Werkzeuges.

## Details eines Schlichtfräasers 6F2B

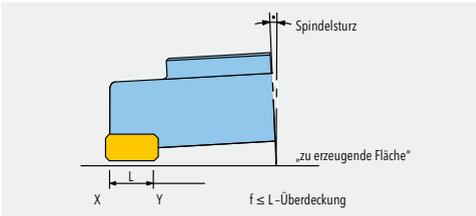


1. Exzenterstift
2. Wendeplatte
3. Spannschraube
4. Schwenkpunkt
5. Einstellschraube

# Bedienungsanleitung / Schlichtbearbeitung

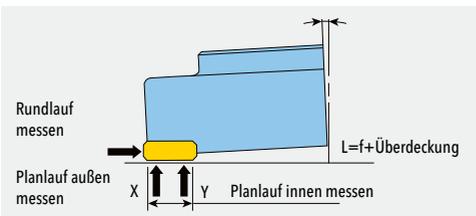
## Maximaler Umdrehungsvorschub

Der maximale Vorschub pro Umdrehung ( $f$ ) sollte mindestens 0,4 mm kleiner als die Länge ( $L$ ) der Nebenschneide sein. Werkzeugserien mit unterschiedlichen Nebenschneidenlängen siehe Werkzeugbeschreibung.

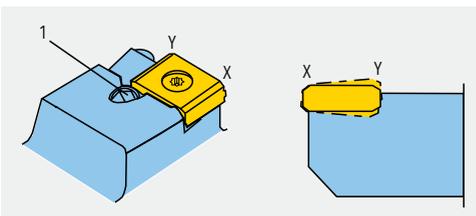


## Einstellung der Nebenschneide

Die Nebenschneide der 6F2B/SF2B Serien ist werkseitig so eingestellt, dass „X“ 0,01–0,015 mm höher als „Y“ ist. Sollte die Lage der Nebenschneide aufgrund der Einsatzbedingungen korrigiert werden müssen, so geschieht dies durch Verdrehen der Einstellschraube 1. Die Spanschraube 3 (siehe neben) sollte vor dem Verdrehen der Einstellschraube 1 gelöst werden. Um den Punkt „Y“ der 6F2B/SF2B Serien relativ zum Punkt „X“ zu erhöhen, muss die Einstellschraube gegen den Uhrzeigersinn gedreht werden.



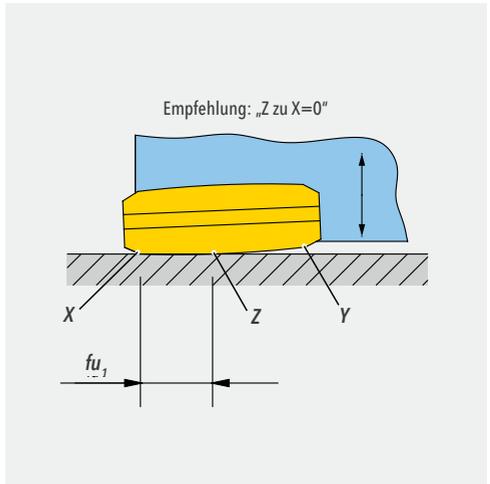
Der Planlauf wird innen und außen, d.h. bei Y und X gemessen, dabei sind Abweichungen von 0,01–0,015 mm zulässig. Es gilt aber zu beachten, dass der Planlauf auf der Innenseite (bei Y) meist schlechter ist als außen (bei X), da sich dort Plattentoleranzen und Abweichungen der Nebenschneideneinstellung addieren. Der Rundlauf sollte innerhalb von 40 µm liegen. Die erforderliche Planlaufgenauigkeit wird durch Austauschen der Wendeschneidplatten untereinander erreicht.



## Empfehlung zur Nebenschneiden-Einstellung

Die Ingersoll MicroMill Werkzeuge werden mit einer  $\emptyset$ -abhängigen Standard-Nebenschneideneinstellung ausgeliefert. In einigen Fällen muss die Nebenschneidenlage einmalig auf den benötigten Anwendungsfall angepasst werden.

Dazu empfiehlt es sich die Höhe der Nebenschneide an Punkt „Z“ auf das gleiche Niveau zu „X“ einzustellen.  $\rightarrow$  „Z zu X = 0“. So ist eine noch optimale Welligkeit der Fläche bei geringstem Axialdruck zu erreichen. „Z“ befindet sich zu „X“ im Abstand vom benötigtem Umdrehungsvorschub „ $f_u$ “.



## Schnittbögen

### Große Schnittbögen:

- hohe thermische Belastung
- kleine Schnittgeschwindigkeiten

### Kleine Schnittbögen:

- geringe thermische Belastung
- große Schnittgeschwindigkeiten

Aus diesen Gründen sind ae-Werte von ca. 65–75% des Werkzeugdurchmessers anzustreben.

## Auswirkung der Aufmaßgröße auf die Standzeit

- Zu kleine Aufmaße, die unter Kantenverrundung liegen, bedeuten erhöhten Schneiddruck, da die Schneide den Span vor sich herschiebt.
- Bei zu großen Aufmaßen wird die Hauptschneide zu sehr beansprucht.
- Auf die Nebenschneide hat die Aufmaßgröße keine Auswirkung.

# Schlichtbearbeitung

## Vorschubveränderung bei kleinen und großen Schnittbreiten

- Bei kleinen Schnittbreiten kann der Vorschub gesteigert werden, da der hm-Wert kleiner wird.
- Umgekehrt sollte bei großen Schnittbreiten der Vorschub reduziert werden.

## Gegenmaßnahmen bei Negativbedingungen

Negativbedingungen	Gegenmaßnahmen
labile Aufspannung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geeignete Spannmittel einsetzen</li> <li>• zusätzliche Spannmittel anbringen</li> </ul>
labile Werkstücke	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anzahl der Wendeschneidplatten reduzieren</li> <li>• bei großen Aufmaßen: anpassen der Schnittwerte</li> </ul>
große Aufnahmenlänge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei großen Durchmessern: möglichst Planlage verwenden</li> <li>• bei kleinen Durchmessern: für entsprechende Abstützung sorgen</li> </ul>

## Fehler und Fehlerbeseitigung

Fehler	Fehlerbeseitigung
Welligkeit	Führung der Fräsmaschine auf Spiel überprüfen Frässpindel Spiel / Spannung überprüfen <b>Bemerkung:</b> Die Welligkeit wird nicht vom Werkzeug erzeugt!
Sägezahnprofil	Sturzeinstellung nicht in Ordnung Werkzeug durch Verstellen der Einstellschraube nachjustieren
R-Wert aus dem Toleranzbereich	Wendeplatten beschädigt, Aufmaß überschritten Verschleißmarke der Wendeplatten erreicht

Problem \ Abhilfe	Problem										
	Schneidkantenausbröckelung	Extremer Freiflächenverschleiß	Hoher Kolkverschleiß	Aufbauscheidenbildung	Schneidkantendeformation	Kammerisse, Plattenbruch	Schlechte Werkstückoberfläche	Rattern, Vibrationen	Spannbildung, Spänestau	Kantenausbrüche am Werkstück	Maschineüberlastung
Schnittgeschwindigkeit	G	H	H	G	H		G	P			H
Vorschub je Zahn	H	G	H	G	H	H	H	P		H	H
Schneidstoff-Zähigkeit	G					G					
Schneidstoff-Verschleißfestigkeit		G	G		G P						
Einstellwinkel				P				H	P	H	H
Spanwinkel	H			G P	G P	P		G	P		
Schneidkantenfase	G			P			H			H	
Stabilität, Spannung	G					G	G	G			
Plan-, Rundlaufgenauigkeit							G	G		P	
Positionierung des Fräserwerkzeuges						P	P	P		P	
Kühlung, Späneabfuhr			G	G	P		P		P		
Schnitttiefe	P					P	P	P		H	H
Legende	G: erhöhen			H: reduzieren			P: optimieren				

# Einstellanweisungen Schlichtfräser

## OCTOPLUS OWHH

In dieser Werkzeugserie werden primär Schneidstoffe für hohe Schnittgeschwindigkeiten im Graugussbereich, SiN und CBN eingesetzt. Das Werkzeug ist also für das Schlichten von kurzspannenden Materialien konzipiert. Alternativ kann das Werkzeug auch komplett mit HM-Schrupp- und Schlichtschneiden bestückt werden. In beiden Fällen wird durch eine Auslegung mit geringer Anzahl Schlichtschneiden wenig Axialdruck auf das Werkstück ausgeübt.



### Empfohlene Schnittwerte

Schneidstoff	ISO	Material	empf. Schnitttiefe ap [mm] Schlichten	Schnittgeschwindigkeit Vc [m/min]	Vorschub pro Zahn fz [mm]
HM			0,2-0,5	110-180	0,1-0,25
SiN/CBN	K	Grauguss GG	0,2-0,5	450-1000	0,08-0,2

SiN/CBN		HM	
			
ONCU0505ANN Schruppschneide SiN	ONCX050408FN-WCT Schlichtschneide CBN	ONCU0505ANEN Schruppschneide HM	ONCU050508FN-W Schlichtschneide HM

**Achtung!** In dem Werkzeug können entweder die nebenstehenden SiN- und CBN-Schneidstoffe oder HM-Schneiden miteinander kombiniert werden.

### Einstellanweisung

Der Schlichtplattensitz kann wie folgt justiert werden:

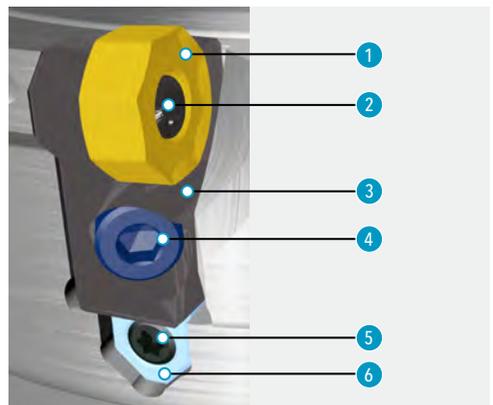
#### a) Schlicht über Schrupp einstellen:

- Dazu zunächst die höchste Schruppschneide lokalisieren.
- Bei gelöster Befestigungsschraube (4) die Schlichtschneiden mittels Stellschraube (5) 0,05 mm über die höchste Schruppschneide stellen.
- Befestigungsschraube mit 8 Nm anziehen.
- Vorgang ggf. wiederholen.

#### b) Planlauf einstellen:

Je genauer der Planlauf über die Schlichtschneiden eingestellt ist (ca. 2 - 4 µm), um so besser ist die erzielte Oberflächengüte.

- Für die PlanlaufEinstellung sollte ebenfalls die Befestigungsschraube (4) gelöst werden, um eine Vorspannung im System zu vermeiden.
- Beim Drehen der Stellschraube (5) im Uhrzeigersinn wird die Schneide nach oben bewegt.
- Der höchste Punkt der Schlichtschneide liegt in Schneidkantenmitte.
- Die Befestigungsschraube mit 8 Nm anziehen.
- Vorgang ggf. wiederholen.



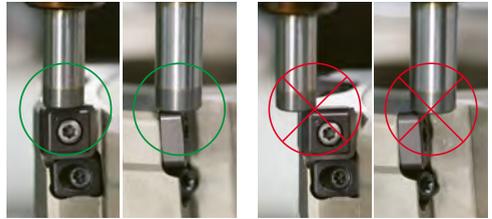
1 Schlichtschneide	ONCU / ONCX
2 Senkschraube	SM40-100-10 (4,5 Nm)
3 Halter	60H183R02
4 Befestigungsschraube	DIN 912 M5X16-12.9 (8 Nm)
5 Stellschraube	SB060-10
6 Stellkeil	PA-5189

# Einstellanweisungen Schlichtfräser

**QUADPLUS** FINISH

Bezeichnung der Einzelteile

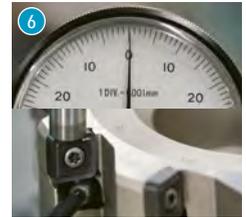
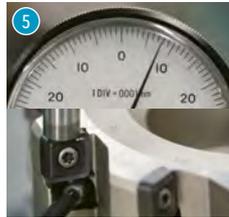
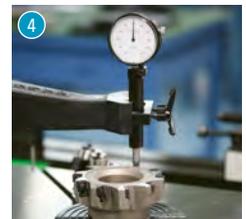
Richtige Handhabung der Messuhr



1 Messuhr	4 Verstellkeil
2 Wendeschneidplatte	5 Verstellsschraube
3 Klemmschraube	6 Schraubendreher



## Einstellanweisung



- 1 Verstellkeil [4] durch verdrehen der Verstellsschraube [5] im Uhrzeigersinn ganz nach unten stellen. Hierbei bitte nicht zuviel Kraft anwenden.
- 2 Plattensitz gründlich säubern und danach die neue Schneide montieren. Bitte Klemmschraube [3] vollständig anziehen, ein Nachziehen ist nicht erforderlich.
- 3 Nach Montage aller Platten, Planlauf des Fräser messen und höchste Wendeschneidplatte merken. Messstößel bitte vorsichtig aufsetzen, um Schneiden nicht zu beschädigen.
- 4 Durch Drehen der Verstellsschraube [5] gegen den Uhrzeigersinn das Maß der höchsten Wendeschneidplatte ggf. anpassen. Min. 0,01 mm einstellen.
- 5 Restliche Wendeschneidplatten in gleicher Weise auf Maß der höchsten Wendeschneidplatte einstellen. Max. 0,1 mm Verstellmaß. Planlauf mit max. 0,005 mm Abweichung aller Platten schrittweise einstellen. Bei zu hoher Abweichung Schritte 1, 2 und 5 wiederholen.
- 6 Nach erfolgter Einstellung des Planlaufs müssen Klemmschrauben nicht nachgezogen werden.

## Besondere Vorsichtsmaßnahmen

- Beim Einsetzen der Wendeplatten sicherstellen, dass der Verstellkeil ganz nach unten gestellt ist. Vor der Wendeplattenmontage ebenfalls darauf achten, den Verstellkeil ganz einzuschrauben.
- Bitte Plattensitz und Wendeplatte gründlich reinigen, bevor Sie eine neue Wendeschneidplatte oder Schneide montieren.
- Auch bei der Montage des Verstellkeils stets darauf achten, dass dieser soweit eingeschraubt wird, bis er den Grund des Plattensitzes berührt. Dabei auch auf die Lage der Verstellsschraube achten.

# Einstellanweisungen Schlichtfräser

## MICROMILL 5FKX

Das Werkzeug ist ausschließlich für das Hochgeschwindigkeits-schlichten von kurzspanenden Materialien konzipiert. Bei dieser Werkzeugserie wird durch eine geringe Anzahl an Breitschlicht-schneiden geringer Axialdruck auf das Werkstück ausgeübt. Um gute Oberflächenergebnisse zu erzielen, sollten diese im Planlauf auf ca. 3 - 5  $\mu\text{m}$  eingestellt werden. Die Breitschlicht-schneide mit CBN-Layer überdeckt einen Umdrehungsvorschub von max. 6 mm. Die Umdrehungsvorschübe sind entsprechend < 6 mm zu wählen, jedoch sollten die zulässigen Zahnvorschübe der Umfangsschneiden nicht überschritten werden!



Empfohlene Schnittwerte:

F<sub>max</sub> = 6 mm

ISO	Material	empfohlene Schnitttiefe ap [mm] Schlichten	Schnittgeschwindigkeit V <sub>c</sub> [m/min]	Vorschub pro Zahn f <sub>z</sub> [mm]
K	Grauguss	0,2-0,5	110-180	0,1-0,25
		0,2-0,5	450-1000	0,08-0,2

### Einstellanweisung für 5FKX Schlichtfräser

Der Schlichtsitz kann in folgenden Freiheitsgraden justiert werden:

#### a) Planlaufeinstellung:

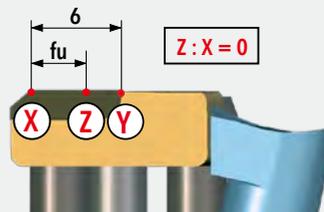
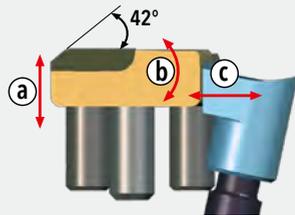
Durch gleichmäßiges Drehen beider Stellschrauben (1 + 2) in gleicher Richtung. (Dabei sollten die Schlichtschneiden ca. 0,03 - 0,05 mm über der höchsten Schruppschneide stehen). Durch rechtsseitiges Drehen der Stellschrauben (1+2) wird der Überstand der Schlichtschneide verringert, durch linksseitiges Drehen vergrößert. Dabei müssen beide Stellschrauben um den gleichen Betrag verstellt werden.

#### b) Nebenschneideneinstellung:

Durch linksseitiges Drehen der Stellschraube (2) wird Y > X gestellt

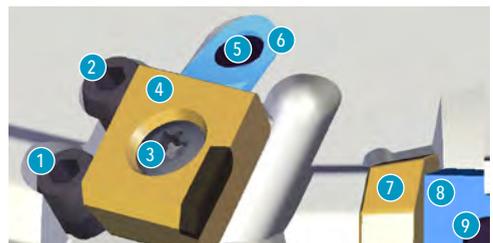
#### c) Durchmesser-einstellung:

Durch Justage mittels Stellschraube und Keil (5 + 6). Hierbei soll die Schlichtschneide im 42°-Bereich der Hauptschneide mit der SiN-Schneide überlappen bzw. radial bis 0,02 mm zurückstehen. Die o.g. Einstellungen müssen bei gelöster Wendeschneidplatte durchgeführt werden! Nach jeweiliger Justage (a, b, c) die Senkschraube (3) wieder mit 6 Nm anziehen.



zu b): Einstellung der Nebenschneidenlänge

1	Stellschraube	SC050-01
2	Stellschraube	SC050-01
3	Senkschraube	SM50-160-10 (6 Nm)
4	WSP (CBN)	YWH454L101
5	Differenzialschraube	SB060-02
6	Stellkeil	2M0612-01
7	WSP (SiN)	OPDN53-100
8	Klemmkeil	2K0610-01
9	Klemmschraube	SB060-01 (4,5 Nm)



## MICROMILL VFBN & VFEN

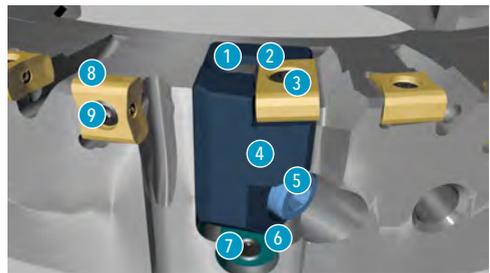
Das Werkzeug ist primär für das Schlichten von kurzspanenden Materialien konzipiert. Bei dieser Werkzeugserie wird mit einer geringeren Anzahl an Breitschlichtschneiden weniger Axialdruck auf das Werkstück ausgeübt. Um gute Oberflächenergebnisse zu erzielen, sollten diese im Planlauf auf ca. 3 - 4  $\mu\text{m}$  eingestellt werden. Die Umdrehungsvorschübe sind entsprechend der geforderten Oberflächenangabe zu wählen, jedoch sollten die zulässigen Zahnvorschübe der Umfangsschneide nicht überschritten werden.



ISO	Material	empfohlene Schnitttiefe ap [mm] Schlichten	Schnittgeschwindigkeit Vc [m/min]	Vorschub pro Zahn fz [mm]
K	GG	0,3 - 0,5	110 - 180	0,10 - 0,35
	GGG	0,3 - 0,5	100 - 160	0,10 - 0,35
	GJV	0,3 - 0,5	80 - 120	0,10 - 0,35
	ADI	0,3 - 0,5	80 - 120	0,10 - 0,35

### Axialverstellung

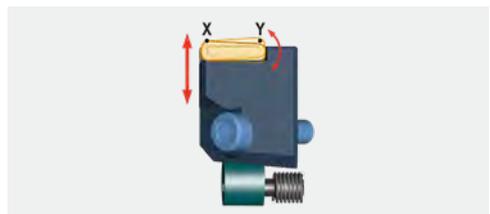
1. Werkzeug reinigen.
2. Die  $\nabla$ -Schneide NND313.111 montieren, deren Planlauf sollte max. 0,025 mm betragen. Die Senkschraube (9) wird dazu mit 3 Nm angezogen. Nun davon die höchste s-Schneide lokalisieren.
3. Den ‚Schlicht- über Schruppüberstand‘ mit einer YXD-Wendeschneidplatte (2) an den Schlichtsitzen relativ zur höchstens-Schneide einstellen. In der Standardeinstellung ist die  $\nabla\nabla\nabla$ -Schneide 0,05 $\pm$ 0,02 mm höher als die  $\nabla$ -Schneide. Dazu beim axialen Verstellen des Halters (4) die Befestigungsschraube (5) wieder mit 10 Nm anziehen und messen. Ggf. erneutkorrigieren.
4. Nun die restlichen 3  $\nabla\nabla\nabla$ -Sitze bestücken und nach gleichem Schema axial einstellen bis ein Planlauf von 3 - 4  $\mu\text{m}$  zur Schlicht- bzw. 4 - 8  $\mu\text{m}$  zur Schruppbearbeitung erreicht wird.
5. Zur Endkontrolle erneut Rund- und Planlauf kontrollieren, Werkzeugdurchmesser und Bauhöhe prüfen, ggf. korrigieren.



Nr.	Bauteil	Bezeichnung
1	Stellschraube	SC050-14
2	einstellbare Schlichtschneide	YXD323-101/YXD334-100
3	Senkschraube	SM40-110-00
4	Halter	56B193R00/56D193R00
5	Befestigungsschraube	DIN 912 M6X30-12.9
6	Stellkeil	KR012-002
7	Differentialschraube	SB060-01
8	Wendeplatte	NND313-111
9	Senkschraube	SM30-090-10

### Nebenschneidenlage Y zu X

Meist reicht die werkseitige Standardeinstellung aus, jedoch kann mit der von Ingersoll entwickelten Verstellung die Nebenschneide auf den geforderten Umdrehungsvorschub angepasst werden.



Zur Einstellung der Nebenschneide siehe S. 37-38

# Einstellanweisungen Schrupp-Schlichtfräser

## ECOMILL 5NKL

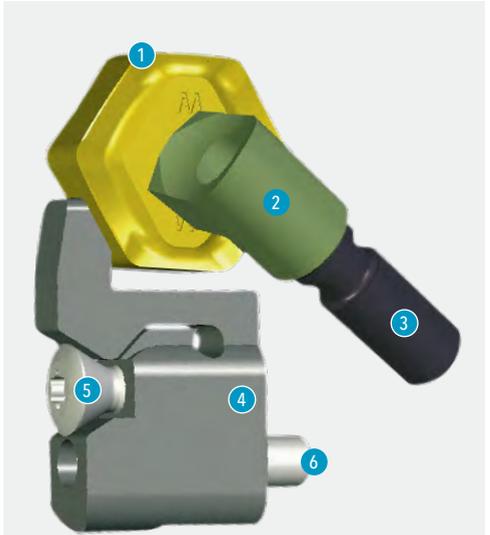
Primär zum Egalisieren von kurzspanenden Materialien, je nach Bedarf und Anforderung auch für das Schruppen mit verbesserten Oberflächen, sowie zum Schlichten. Dazu sind, in der Anzahl abhängig vom Werkzeugdurchmesser, axial einstellbare Schlichtschneiden vorgesehen, die effektiv an der Hauptschneide mitschneiden. Um gute Oberflächenergebnisse zu erzielen, sollten diese im Planlauf auf ca. 4 µm eingestellt werden. So kann dann auch ein größerer fu gefahren werden, als die effektive Nebenschneidenlänge von 6,5 mm.



ISO	Material	empfohlene Schnitttiefe ap [mm]			Schnittgeschw. Vc [m/min]	Vorschub pro Zahn fz [mm]
		maximal	Egalisieren	Schlichten		
K	GG	7	1 - 1,5	0,3 - 0,5	110 - 180	0,12 - 0,35
	GGG	7	1 - 1,5	0,3 - 0,5	100 - 160	0,12 - 0,35
	GJV	7	1 - 1,5	0,3 - 0,5	80 - 120	0,12 - 0,35
	ADI	7	1 - 1,5	0,3 - 0,5	80 - 120	0,12 - 0,35

## Einstellanweisung

1. Werkzeug reinigen.
2. Die ▽-Schneide NND313.111 montieren, deren Planlauf sollte max. 0,025 mm betragen. Die Senkschraube (9) wird dazu mit 3 Nm angezogen. Nun davon die höchste ▽-Schneide lokalisieren.
3. Den 'Schlicht- über Schrupp-Überstand' mit einer Wendeschneidplatte HNCF0905DNN-W (1) an den Schlichtsitzen relativ zur höchsten s-Schneide einstellen (▽▽▽-Schneide mit gesinterterem 'W' nach oben montieren). In der Standardeinstellung ist die ▽▽▽-Schneide 0,07 ± 0,01 mm höher als die ▽-Schneide. Dazu beim Verstellen des Elementes (4) die Differentialschraube (3) wieder mit 5 Nm anziehen und messen. Ggf. erneut korrigieren.
4. Nun die restlichen 3 ▽▽▽-Sitze bestücken und nach gleichem Schema axial einstellen bis ein Planlauf von 3 - 4 µm zur Schlicht- bzw. 4 - 8 µm zur Schruppbearbeitung erreicht wird.
5. Zur Endkontrolle erneut Rund- und Planlauf kontrollieren, Werkzeugdurchmesser und Bauhöhe prüfen, ggf. korrigieren.



Nr.	Bauteil	Bezeichnung
1	einstellbare Schlichtschneide	HNCF0905DNN-W
2	Klemmkeil	2M0612-01
3	Differentialschraube	SB060-02
4	Verstellelement	AJHN 10N
5	Stellschraube	SO 40140I
6	Befestigungsschraube	SM40-110-00



# Einstellanweisungen Egalisier-Schlichtfräser

## ECOMILL VF2V

Bei Schlichtoperationen sollten folgende Vorschübe pro Umdrehung nicht überschritten werden:

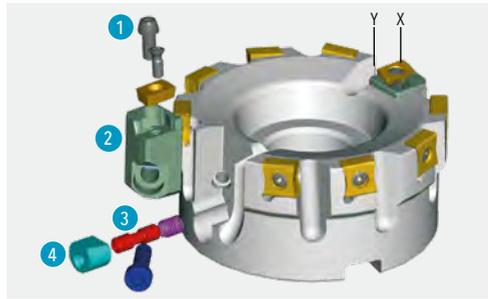
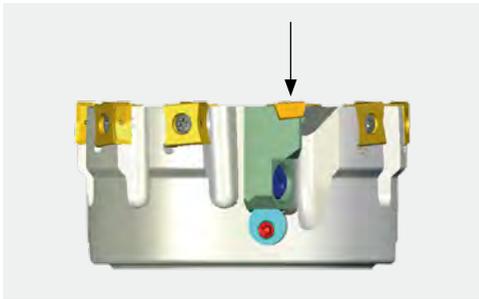
Wendeschneidplatte	Vorschub pro Umdrehung
YDA323L101	8 mm/U
YDA323L114	4 mm/U
NNE324L109	4 mm/U



Die Umdrehungsvorschübe sind entsprechend der geforderten Oberflächenangaben zu wählen, jedoch darf der zulässige Zahnvorschub der Umfangsschneiden nicht überschritten werden!

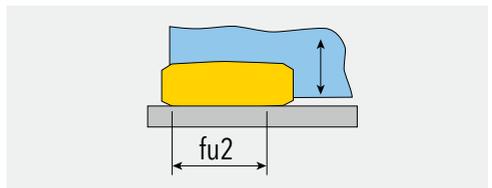
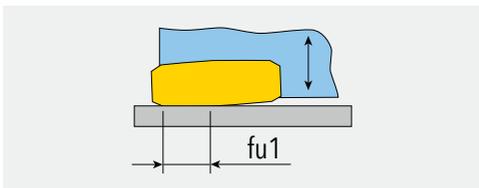
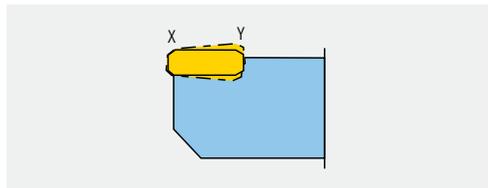
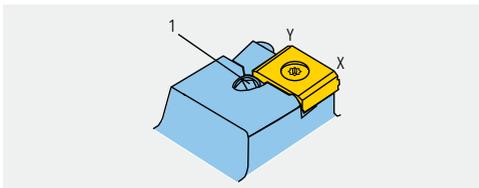
### Einstellung Schlicht- über Schruppschneide

0,08 +/-0,02 (werkseitige Einstellung) kann mittels Verschieben des Wendepaltenhalters (2) durch Keil (4) über Differentialschraube (3) angepasst werden.



### Einstellung der Nebenschneide

Mit der von Ingersoll patentierten Verstellung kann die Nebenschneide an den benötigten Umdrehungsvorschub angepasst werden. Sollte die Lage der Nebenschneide aufgrund der Einsatzbedingungen korrigiert werden müssen, so geschieht dies durch Verdrehen der Einstellschraube (1). Das Verstellen sollte nur bei gelöster Wendeschneidplatte durchgeführt werden. Bei der Serie VF2V wird durch Drehen in Linksrichtung  $Y > X$  gestellt.



# Einstellanweisungen Eckfräser

**VMAX** VK2V

HINWEIS: Bei Schlichtoperationen sollten folgende Vorschübe pro Umdrehung nicht überschritten werden:

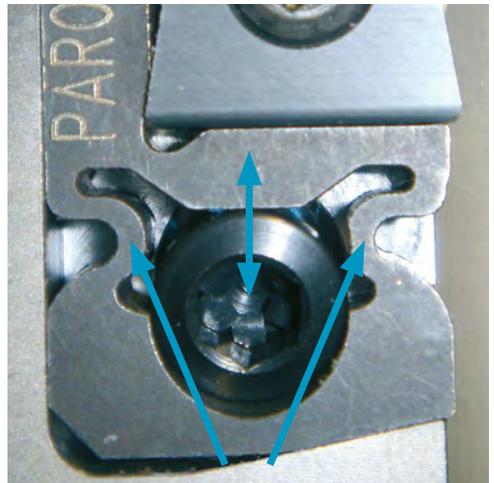
Wendeschneidplatte	Vorschub pro Umdrehung
 YNE324-100	max. 3,8 mm/U
 NYE324R100 (PKD)	max. 3,0 mm/U



## Einstellanweisung

Nr.	Bauteil	Bezeichnung
1	L-Nest	PAR0615
2	Senkschraube	SM40-120-20
3	Wendeplatte	NNE324... oder NJE324... oder YNE324... oder NCE325...
		SC05-14
4	Stellschraube	SC05-14

1. Werkzeug reinigen.
2. Die Stellschraube (4) zunächst lösen, um das L-Nest zu entspannen. Stellschraube (4) danach nur soweit drehen, bis Kontakt mit L-Nest hergestellt wird (noch keine Verstellung).
3. Werkzeug mit Schneiden (3) bestücken und Senkschrauben (2) je leicht anziehen, ca. 1 Nm.
4. Höchsten Plattensitz suchen und diesen mit Stellschraube (4) um 0,02 mm axial vorstellen.
5. Senkschraube nun mit 4,5 Nm anziehen, die Wendeplatte dabei in Wendeplatten-Anlage drücken.
6. Die restlichen Wendeschneidplatten nach gleichem Schema axial einstellen, bis ein Planlauf von 3 - 4 µm erreicht wird.
7. Zur Endkontrolle erneut Rund- und Planlauf kontrollieren, Werkzeugdurchmesser und Bauhöhe prüfen, ggf. korrigieren



Flexibler Bereich

# Einstellanweisungen Scheibenfräser

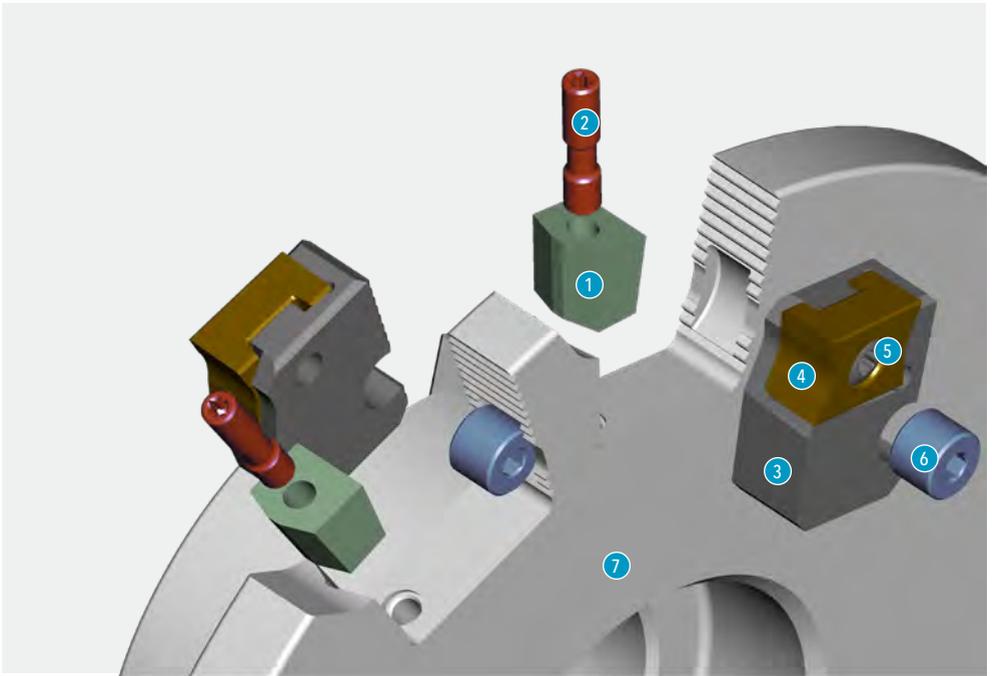
**S**MAX 4SJ6...



- 1 Stellschraube [4] leicht gefettet in Grundkörper [7] montieren.
- 2 Differentialschraube [6] leicht gefettet in Befestigungskeil [5] einschrauben, bis ca. 1 mm Überstand zur Keiloberfläche erreicht ist.
- 3 Wendeplattenhalter [1] so im Grundkörper [7] montieren, dass sich die Stellschraube [4] in der Ringnut der Rückenlage des Halters positioniert.
- 4 Wendeplattenhalter [1] mit Finger fixieren und Befestigungskeil [5] mittels Differentialschraube [6] in der dafür vorgesehenen Führung im Grundkörper [7] positionieren und locker spielfrei montieren.
- 5 Schritt 1 - 4 für gegenüberliegenden Halter wiederholen und dann über Kreuz fortfahren, bis sämtliche Haltersitze mit Wendeplattenhalter bestückt sind.
- 6 Bauhöhen-Einstellung und Schnittbreiten-Justierung erfolgen dann über die in den Wendeplattenhalter [1] eingeschraubte Wendeplatte [3] mittels Stellschraube [4] und entsprechendem Messtisch mit Messuhr, gemäß den im Katalog vorgegebenen Parametern und Schnittbreitenbereichen. Ein Rund- und Planlaufprüfgerät oder ein entsprechender Profilprojektor erleichtern die Einstellarbeit.
- 7 Nach Erreichen der gewünschten Schneidenposition, Differentialschraube [6] mittels Drehmomentschlüssel mit ca. 4,5 Nm anziehen.
- 8 Schritt 6 und 7 für alle übrigen Halter wiederholen, bis das Werkzeug die gewünschte Schnittbreite und einen Planlauf von ca. 0,02 - 0,03 mm aufweist.

# Einstellanweisungen Scheibenfräser

**GOLD**SLOT 4VJ5V



- 1 Stellschraube [6] leicht gefettet in Wendelplattenhalter [3] montieren.
- 2 Differentialschraube [2] leicht gefettet in Befestigungskeil [1] einschrauben, bis ca. 1 mm Überstand zur Keiloberfläche erreicht ist.
- 3 Wendelplattenhalter [3] so im Grundkörper [7] montieren, dass sich die Stellschraube [6] in der Ringnut der Rückenanlage des Wendelplattenhalters positioniert.
- 4 Wendelplattenhalter [3] mit Finger fixieren und Befestigungskeil [1] mittels Differentialschraube [2] in der dafür vorgesehenen V-Führung im Grundkörper [7] positionieren und locker spielfrei montieren.
- 5 Schritt 1 - 4 für gegenüberliegenden Halter wiederholen und dann über Kreuz fortfahren, bis sämtliche Haltersitze mit Wendelplattenhalter bestückt sind.
- 6 BauhöheEinstellung und Schnittbreitenjustierung erfolgen dann über die in den Wendelplattenhalter [3] eingeschraubte Wendelplatte [4] mittels Stellschraube [6] und entsprechendem Messtisch mit Messuhr, gemäß den im Katalog vorgegebenen Parametern und Schnittbreitenbereichen. Ein Rund- und Planlaufprüfgerät oder ein entsprechender Profilprojektor erleichtern die Einstellarbeit.
- 7 Nach Erreichen der gewünschten Schneidenposition, Differentialschraube [2] mittels Drehmomentschlüssel mit ca. 2,5 Nm anziehen.
- 8 Schritt 6 und 7 für alle übrigen Halter wiederholen, bis das Werkzeug die gewünschte Schnittbreite und einen Planlauf von ca. 0,02 – 0,03 mm aufweist.

# Einstellanweisungen Duo-Bohrschlichtwerkzeug

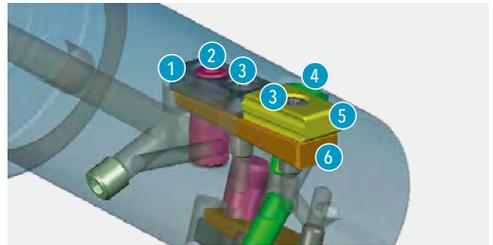
## POWERMAX XJ-50004SJ6

Werkzeuge mit einstellbaren Duo-Schicht-Plattensitzen bieten, neben der DurchmesserEinstellung, auch die Möglichkeit, die Lage der Nebenschneide zur Bohrungswandung einzustellen.

Auf diese Weise kann die Nebenschneidenstellung der Wendeplatte (5) dem benötigten Umdrehungsvorschub  $f_u$  angepasst werden.

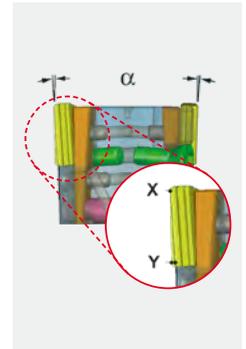
**HINWEIS:** Das Einstellen der Nebenschneide wird von einer nachfolgenden  $\emptyset$ -Einstellung nicht beeinflusst!

Nr.	Bauteil	Bezeichnung
1	Anlageklotz	PA-5039
2	Exzenterstift	PN080-01
3	Senkschraube	SM40-130-00
4	Stellschraube	SC050-14
5	Wendeplatte	YCE323-107/108
6	Stellkeil	GZ-5022



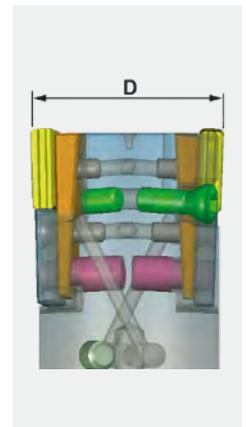
## Einstellung Schlicht- über Schrupschneide

1. Werkzeug reinigen, auf optischem Voreinstellgerät montieren und die Spindel arretieren.
2. Wendeplattensenkschraube (3) ca. 1/2- bis 3/4-Umdrehung lösen.
3. Mit der Stellschraube (4) kann die Durchmesserlage von Punkt Y relativ zu X eingestellt werden:
  - Drehung der Stellschraube (4) im Uhrzeigersinn Y wächst im Durchmesser relativ zu X
  - Drehung der Stellschraube (4) gegen Uhrzeigersinn Y wird im Durchmesser kleiner relativ zu X
4. Wendeplatte (5) in Anlagerichtung drücken und Senkschraube (3) mit 4,5 Nm anziehen.
5. Lage X zu Y kontrollieren, ggf. korrigieren.



## Durchmessereinstellung

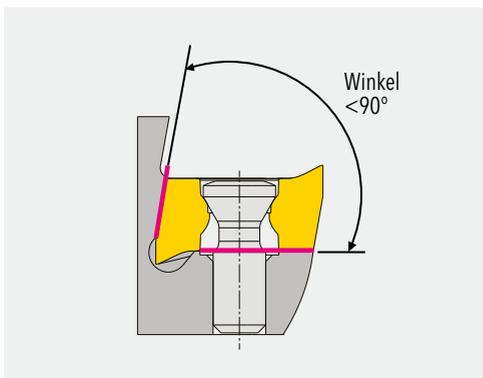
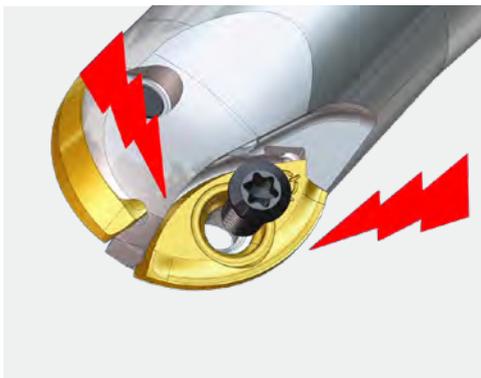
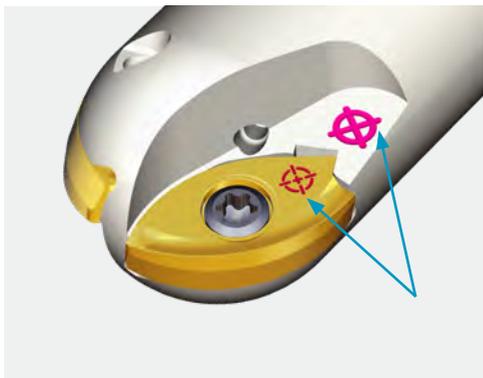
1. Werkzeug reinigen, auf optischem Voreinstellgerät montieren und die Spindel arretieren.
2. Senkschrauben (3) für Wendeplatte (5) und Anlageklotz (1) ca. 1/2- bis 3/4-Umdrehung lösen.
3. Wendeplatte (5) mittels Exzenterstift (2) zur ersten Durchmesser-Einstellung justieren, dabei sollte ein ca. 0,01 mm kleineres Maß als der Soll-Durchmesser gewählt werden.
4. Senkschrauben (3) für Wendeplatte (5) und Anlageklotz (1) mit 4,5 Nm Drehmoment anziehen.
5. Vorgang 2 bis 4 zur Feinjustage wiederholen. Es wird empfohlen nach dem Lösen der Senkschrauben den IST-Durchmesser messtechnisch festzuhalten, und danach, im gelösten Zustand, den Differenzbetrag von der vorherigen Messung zum Soll-Durchmesser nachzustellen.
6. Durchmesser und Rundlauf abschließend überprüfen und ggf. korrigieren.



## Technische Merkmale

### PRODUO Kugelfräser 1TW

- Eine Wendeschneidplatten-Geometrie zur Montage in beiden Plattensitzen (Zentrumsschneide und Umfangsschneide).
- Es sind keine unterschiedlichen Wendeschneidplatte notwendig (Reduzierung der Plattenvielfalt)!
- Fadenkreuz-Markierung an Wendeschneidplatte und Plattensitz zur korrekten Montage (Verwechselsicherung)



Geschlossene (Dovetail) Plattensitzgeometrie

Helix-Schneide, weichschneidende Schneidengeometrie.



Axiale Anlage zur Abstützung und zur sicheren Wendeschneidplattenmontage.

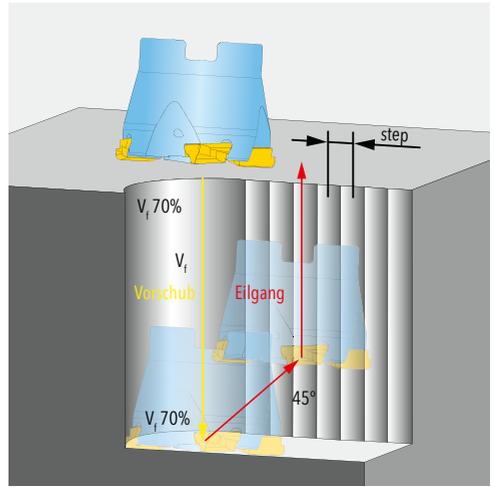
## PUNCHIN Tauchfräser

### Warum PunchIn:

- Erhebliche Reduzierung der Schruppzeiten
- Verkürzt die Durchlaufzeit der Werkstücke
- Sehr hohes Zerspanungsvolumen
- Weicher Schnitt
- Besonders geeignet für tiefe Konturen
- Effektiver Einsatz ab 2,5xD
- Hauptsächlich Axialkräfte, geringe radiale Abdrängung

### TIPPS Tauchfräsen:

- Vorschub sollte beim Eintauchen und bei der Grundberührung bei einer Länge von ca. 3 mm auf 70-80 % reduziert werden
- Bei der VA-Bearbeitung darf der Vorschub beim Eintauchen nicht reduziert werden
- Zu empfehlen ist ein Freifahren von der Kontur bevor man auf die Sicherheitsebene zurückzieht, je nach Werkstück und Durchmesser zwischen 0,3-1 mm.



### Beispiele der zum Tauchen geeigneten Werkzeuge



FHU...X



DHU...X\_R00



15V1D...X



15V1G...X



QHU...F/E



SHU...R50/51



Nutenfräser mit Eckradius



5V6G



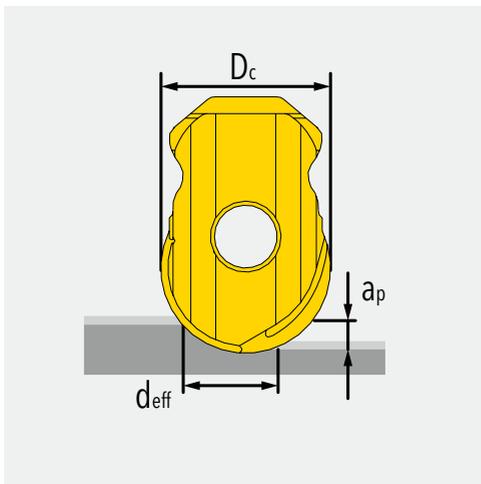
Vollkeramik Speedfräser z=3



12U5... HM-Schaft

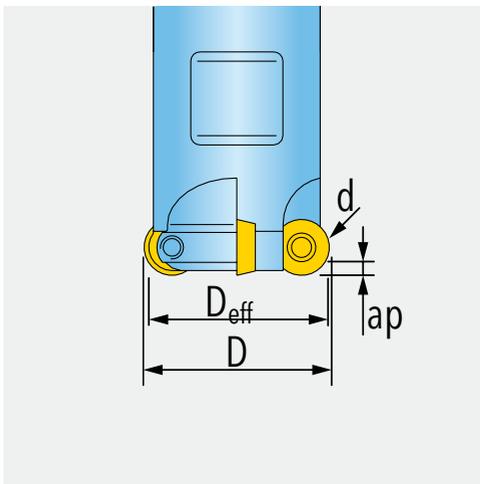
# Technische Merkmale

## Ermittlung des effektiven Durchmessers



Einfluss der Werkzeuggeometrie auf die effektive Schnittgeschwindigkeit

$$d_{\text{eff.}} = 2 \times \sqrt{a_p \times (D_c \times a_p)}$$



15B1E030043X8R00  
RHHW0802MOTN IN2006

Wkz Ø mm: 30  
WSP Ø mm: 8  
ap mm: 0,4  
eff. Wkz Ø mm: ca 25,5

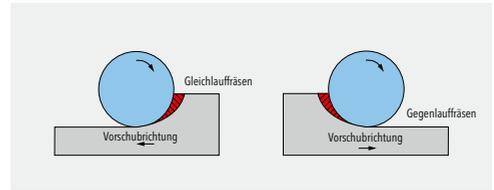
$$d_{\text{eff.}} = 2 \times \sqrt{a_p \times (d - a_p)} + (D - d)$$

# Vollhartmetall-Fräser

## Allgemeine Formeln

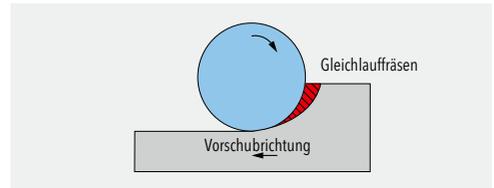
Größe	Einheit	Formel
Drehzahl:	min <sup>-1</sup>	$n = \frac{v_c \times 1000}{D \times \pi}$
Schnittgeschwindigkeit:	m/min	$v_c = \frac{D \times \pi \times n}{1000}$
Vorschubgeschwindigkeit:	mm/min	$v_f = f_z \times Z_{\text{eff}} \times n$
Vorschub pro Zahn:	mm	$f_z = \frac{v_f}{Z_{\text{eff}} \times n}$
Mittlere Spanungsdicke:	mm	$h_m = f_z \times \sqrt{a_p / D}$
Hauptnutzungszeit	min	$t_h = \frac{L \times i}{V_f}$

## Weichbearbeitung



Gleichlaufräsen bevorzugen!

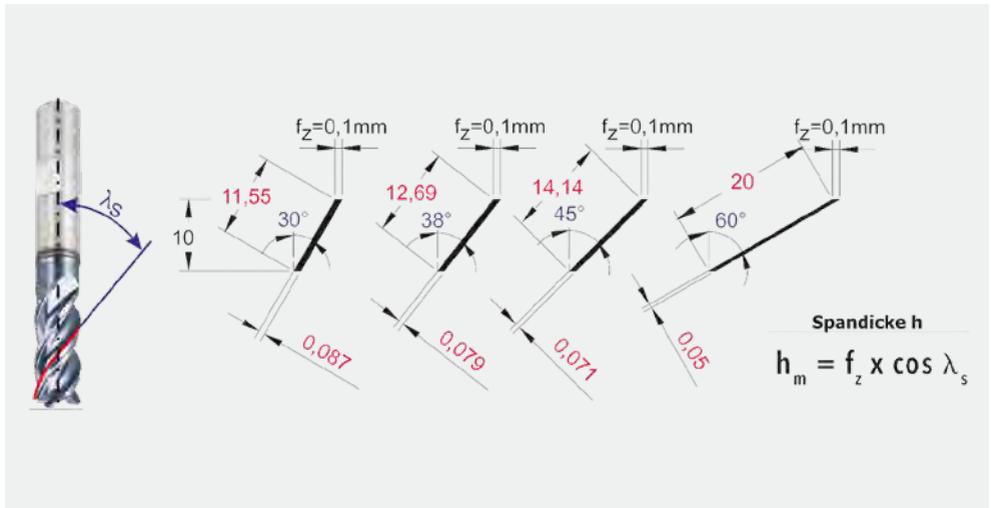
## Hartbearbeitung > 50 HRC



Gleichlaufräsen bevorzugen!

## Spanungsdicke h

Mit zunehmendem Drallwinkel wird die Spandicke kleiner!



Legende			
$v_c$ = Schnittgeschwindigkeit	$f_z$ = Vorschub pro Zahn	$Q$ = Zeitspanvolumen	$L$ = Bearbeitungslänge
$D$ = Werkzeugdurchmesser	$v_f$ = Vorschubgeschwindigkeit	$a_e$ = seitliche Eingriffsbreite	$i$ = Anzahl der Schnitte
$n$ = Drehzahl	$z$ = Anzahl eff. Schneiden	$a_p$ = Schnitttiefe	$h_m$ = mittlere Spandicke
$\pi$ = Pi (3,1415...)	$h$ = Spanungsdicke	$t_h$ = Hauptnutzungszeit	$E\%$ = Eingriffsverhältnis
$\lambda_s$ = Lambda (Drallwinkel)			

# Ingersoll Nachschleifservice – Wir schleifen Ihre Werkzeuge!

**Tempo, Präzision und Flexibilität** – wer auf dem internationalen Markt punkten möchte, braucht diese wichtigen Attribute. Mit Ingersoll Vollhartmetall-Werkzeugen für den Werkzeug- und Formenbau sind Ihnen die Treffer sicher. Für nachhaltigen Marktvorsprung durch Effizienz in der zerspanenden Bearbeitung.



Falls noch nicht vorhanden, bestellen Sie Ihre Nachschleifbox bei Ingersoll.

T: +49 (0)2773 / 742-300

F: +49 (0)2773 / 742-281

E: nachschleifservice@ingersoll-imc.de



Bitte melden Sie die Verpackungsdaten (**Anzahl der Boxen, Bruttogewicht**) an den obengenannten Kontakt. Die Abholung und Logistik Ihrer Werkzeuge wird durch Ingersoll Werkzeuge GmbH koordiniert.

**Mindestauftragsmenge: 10 Stück**



Begutachtung und Nacharbeit der VHM-Fräser und ChipSurfer.

**Variante A:** Nicht nachschleifbare Werkzeuge werden markiert und gehen unbearbeitet zurück.

**Variante B:** Nachschleifen, Verrunden und Beschichten der Werkzeuge nach Preisliste.

Alle Werkzeuge (Ingersoll und Fremdprodukte) erhalten die bestmögliche oder Original-Beschichtung sowie Schneidkantenverrundung.

Bei Fremdprodukten ist die Angabe des Anwendungsfalles (Material und Härte) mit anzugeben, ansonsten bekommen die Fräser unsere Standardbeschichtung und Schneidkantenausführung. Besonderheiten sind bitte im Feld „Bemerkungen“ einzutragen.



Nach maximal 14 Tagen erhalten Sie Ihre Werkzeuge versandfrei zurück.

Auf Wunsch erhalten Sie ein Messprotokoll der nachgeschliffenen Werkzeuge.



# ChipSurfer

## CHIPSURFER Montage

### Schritt 1

Schrauben Sie den ChipSurfer handfest ein (Abb. 1), bis Sie einen Luftspalt in der Verbindungslücke sehen (Abb. 2)

### Schritt 2

Drehen Sie den ChipSurfer mit einer 1/4-Drehung fest (Abb. 3)

### Schritt 3

Prüfen Sie mit der Fühlerlehre den korrekten Sitz des ChipSurfers.

Die Fühlerlehre darf nicht zwischen den Halter und den ChipSurfer passen (Abb. 4)

Sollte sie dazwischen passen, ziehen Sie den ChipSurfer erneut fest, bis die Fühlerlehre nicht mehr in die Lücke passt (Abb. 5)

**HINWEIS:** Sie können einen voreingestellten Drehmomentschlüssel (DF...-Serie) erwerben.

Abb. 1: per Hand festdrehen



Abb. 2: Luftspalt in der Verbindungslücke



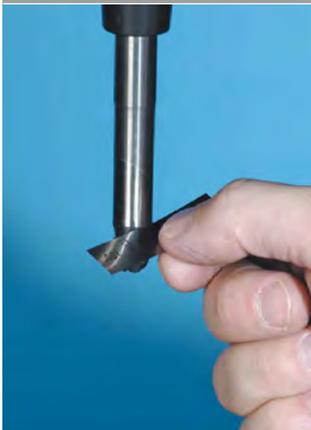
Abb. 3: In der Aufnahme anziehen



Abb. 4: Fühlerlehre darf NICHT in Verbindungslücke passen



Abb. 5: korrekter Sitz

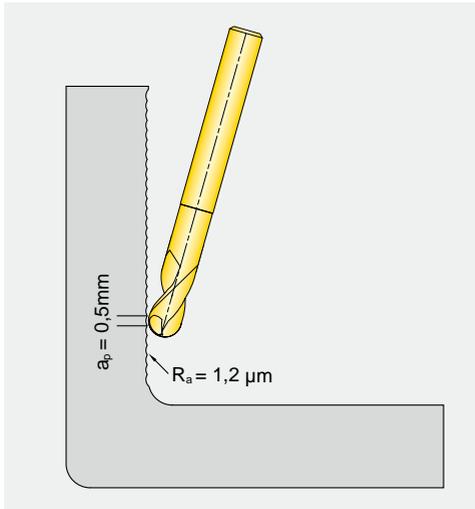


# Technische Merkmale Kreissegmentfräser

## CHIP SURFER Kegelfräser 46W...

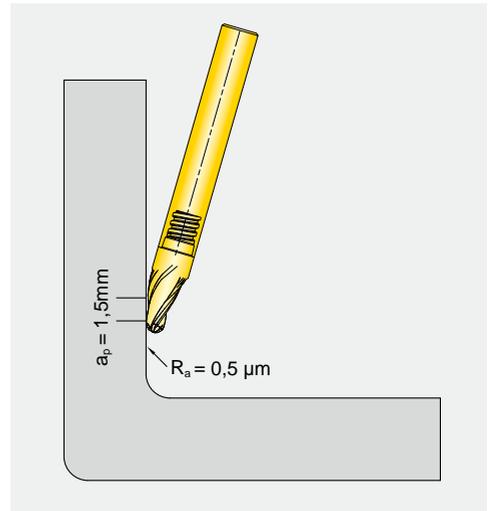
Die unbeschichtete Version in der Sorte IN05S, dessen Spannen auf Hochglanz poliert sind, deckt die Bearbeitungen in der Aluminiumzerspannung ab. Die Version in der beschichteten Sorte IN2005 und der speziellen Schneidengeometrie sorgt für beste Ergebnisse im Werkzeug- & Formenbau sowie in der Flugzeugindustrie. Durch die Sorten IN05S und IN2005 können Aluminiummaterialien, Stähle der Materialgruppe „P“, Edelstähle der Materialgruppe „M“ sowie schwerzerspanbare Materialien der Gruppe „S“ hervorragend bearbeitet werden.

Die als 3-fach Radius ausgeführte Schneidenform bietet den großen Vorteil gegenüber herkömmlichen Kugelfräsern, dass Zustellungen bis zu 3-mal höher ausgeführt werden können, womit die Bearbeitungszeit drastisch reduziert wird. Zudem erzeugen die sehr großen Flankenradien einen weichen Übergang und somit eine sichtbare sowie fühlbare Verbesserung der erzielten Oberflächenbeschaffenheit. Aufgrund der kegeligen Grundgeometrie können auch Wandungen  $<90^\circ$  sehr effizient, wirtschaftlich und prozesssicher bearbeitet werden.



Das hochgenaue Schneidenprofil mit einer Profiltoleranz von  $\pm 10 \mu\text{m}$  und die Wechselgenauigkeit des ChipSurfer Systems von  $\pm 20 \mu\text{m}$  erlauben den Austausch der Werkzeuge direkt an der Maschinenspindel und vereinfachen somit die Handhabung der Werkzeuge in der Praxis. Aufgrund des bewährten ChipSurfer Systems stehen als Schaftverlängerung jegliche Versionen zur Verfügung. Durch kurzgebaute Stahlverlängerungen und die überlangen schwingungsgedämpften HM- und Schwermetallschäfte werden die ChipSurfer Kegelfräser sehr flexibel den unterschiedlichsten Anforderungen auf Bearbeitungskavitäten, Maschinen- und vor allem Werkstückgegebenheiten gerecht.

Auf geeignete CAD/CAM Systeme, welche die Mehrachsenbearbeitung durch Kegelfräser verrechnen und Strategien ausarbeiten können, ist besonders zu achten, wie z.B. die Strategie „Advanced Toolform (5-Achs Abwälzen)“ von Work NC.



### Vorteile

- Hochwirtschaftliche Schlichtwerkzeuge in der Mehrachsenbearbeitung und bei Wandungen  $<90^\circ$
- Verbesserte Oberflächengüte
- Bis zu 3x schnellere Bearbeitungszeit gegenüber Kugelfräsern
- 3-fach Radius an Schneidenkontur
- Einzigartige Wechselkopf-Lösung für W&F, Aluminiumzerspannung und Flugzeugindustrie speziell für Turbinenschaufeln, Impeller und Blisks
- $\emptyset 8/\emptyset 10/\emptyset 12/\emptyset 16$
- Unbeschichtete Alu-Geometrie und beschichtete Stahlgeometrie
- Schaftverlängerungen in Stahl / HM / Schwermetall
- Profiltoleranz  $\pm 10 \mu\text{m}$  / Wechselgenauigkeit  $\pm 20 \mu\text{m}$

### Produktübersicht



Aluminium Geometrie - IN05S



Stahl Geometrie - IN2005

# Technische Merkmale Kreissegmentfräser

## CHIP SURFER Linsenfräser 46D... mit IKZ

Die Linsenfräser-Serie ist ausgelegt, um gerade langwierige Schlichtoperationen mit üblichen Kugelfräsern in kürzerer Zeit zu bewältigen und dabei die Oberflächengüte zu verbessern. Die hochpräzise geschliffene Stirngeometrie ist dafür geeignet die Bahnabstände in Vorschlicht- und Schlichtoperationen zu erhöhen. Der große Radius erzeugt einen weicheren Übergang der bearbeiteten Bahnen und somit eine verbesserte fühlbare, sichtbare und messbare Oberflächenqualität.

Die Linsenfräser werden den Durchmesserbereich Ø8/Ø10/Ø12/Ø16 und Ø20 mm abdecken.

Ein besonderes Feature ist die innere Kühlmittelzufuhr, die gezielt in den Bearbeitungsprozess gerichtet ist, um somit Standzeiten signifikant zu verbessern.

### Anwendungsbereich

Mehrachsenbearbeitung Semi-Schichten und Schichten in der Flugzeugindustrie für die Bearbeitung von Blisks, Impellern und Turbinenschaufeln sowie im Werkzeug- und Formenbau und Bearbeitungen im allgemeinen Maschinenbau.

Die Sorte IN2005 und die spezielle Schneidengeometrie sorgen für beste Ergebnisse im Werkzeug- & Formenbau sowie in der Flugzeugindustrie. Stähle der Materialgruppe „P“, Edelstähle der Materialgruppe „M“, schwererspanbare Materialien der Gruppe „S“ sowie Gussmaterialien der Gruppe „K“ können hervorragend bearbeitet werden.



### Technische Merkmale

Das hochgenaue Schneidenprofil mit einer Profiltoleranz von +/- 10 µm und die Wechselgenauigkeit des ChipSurfer Systems von +/- 20 µm erlauben den Austausch der Werkzeuge direkt an der Maschinenspindel und vereinfachen somit die Handhabung der Werkzeuge in der Praxis. Aufgrund des langbewährten ChipSurfer Systems stehen als Schaftverlängerung jegliche Versionen zur Verfügung. Durch kurzgebaute Stahlverlängerungen und die überlangen schwingungsgedämpften HM- und Schwermetall-Schäfte werden die ChipSurfer Linsenfräser sehr flexibel den unterschiedlichsten Anforderungen der

Bearbeitungskavitäten, Maschinen und vor allem der Werkstückgegebenheiten gerecht.

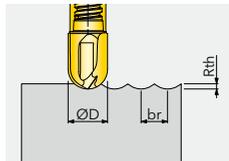
Unter Umständen ist auf geeignete CAD/CAM Systeme, welche bei Bedarf die Mehrachsenbearbeitung durch Linsenfräser verrechnen und Strategien ausarbeiten können, besonders zu achten.

### Vorteile

- Hochwirtschaftliche Schlichtwerkzeuge
- Verbesserte Oberflächengüte und mehrfach schnellere Bearbeitungszeit gegenüber Kugelfräser
- Hochpräzise Linsen-Stirngeometrie
- Einzigartige Wechselkopflösung für den Werkzeug- & Formenbau
- Ø8/Ø10/Ø12/Ø16
- Mit innerer Kühlmittelzufuhr und 3 Kühlmittelaustrittsbohrungen
- Schaftverlängerungen in Stahl / HM / Schwermetall
- Profiligenauigkeit +/- 10 µm / Wechselgenauigkeit +/- 20µm

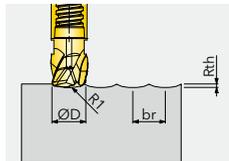
### Berechnung Bahnabstand $b_r$

Kugelfräser



Berechnung Bahnabstand $b_r$ bei gewünschter Rautiefe $R_{th}$ 2,5 µ	
$R_{th}$ :	0,0025 mm
$\emptyset / R$ :	$\emptyset 8 / R = 4$
Formel:	$b_r = 2x\sqrt{R_{th}(D - R_{th})}$
$b_r$ :	0,28 mm

Linsenfräserfräser



Berechnung Bahnabstand $b_r$ bei gewünschter Rautiefe $R_{th}$ 2,5 µ	
$R_{th}$ :	0,0025 mm
$\emptyset / R$ :	$\emptyset 8 / R = 4$
Formel:	$b_r = 2x\sqrt{R_{th}((DR1 x 2) - R_{th})}$
$b_r$ :	0,55mm

## Vergleich Bahnabstand Kugelfräser vs. Linsenfräser

Bahnabstand  $br$  bei Rautiefe  $R_{th} 2,5\mu$ :

Kugelfräser		
$\emptyset$ [mm]	r [mm]	$br$ [mm]
8	4	0,28
10	5	0,32
12	6	0,35
16	8	0,40
20	10	0,45

Linsenfräser		
$\emptyset$ [mm]	r [mm]	$br$ [mm]
8	15	0,55
10	20	0,63
12	25	0,71
16	35	0,84
20	45	0,95

Bahnabstand  $br$  bei Rautiefe  $R_{th} 5,0\mu$ :

Kugelfräser		
$\emptyset$ [mm]	r [mm]	$br$ [mm]
8	4	0,40
10	5	0,45
12	6	0,49
16	8	0,57
20	10	0,63

Linsenfräser		
$\emptyset$ [mm]	r [mm]	$br$ [mm]
8	15	0,77
10	20	0,89
12	25	1,00
16	35	1,18
20	45	1,34

## CHIP SURFER Tonnenfräser 48E...

Die Tonnenfräser-Serie ist ausgelegt, um gerade langwierige Schlichtoperationen mit üblichen Kugel- oder Torusfräsern in kürzerer Zeit zu bewältigen und dabei die Oberflächengüte zu verbessern. Die hochpräzise geschliffene Tonnenformgeometrie ist dafür geeignet, die Bahnabstände in Vorschlicht- und Schlichtoperationen zu erhöhen. Der große Radius erzeugt einen weichen Übergang der bearbeiteten Bahnen und somit eine fühlbar, sichtbar und messbar verbesserte Oberflächenqualität.

Die Tonnenfräser werden den Durchmesserbereich  $\emptyset 12$  und  $\emptyset 16$  abdecken.

### Anwendungsbereich

Durch die einzigartige Schneidengeometrie des Werkzeuges – der 6-schneidigen Ausführung gepaart mit den Vorteilen des ChipSurfer Wechselkopfsystems – erschließt der Tonnenfräser das Schlichten an  $90^\circ$ -Schultern ebenso wie steile Freiformflächen, wo bauteilbedingt, keine Kollisionen zu erwarten sind. Die spezielle Bauweise der Tonnenfräser ermöglicht zudem auch den Einsatz an 3-Achs-Maschinen und Bauteilen, bei denen die Zerspanung an tiefen Kavitäten eine enorme Herausforderung darstellt.

Die Sorte IN2005 und die spezielle Schneidengeometrie sorgen für beste Ergebnisse im Werkzeug- & Formenbau sowie in der Flugzeugindustrie. Stähle der Materialgruppe „P“, Edelstähle der Materialgruppe „M“, schwerzerspanbare Materialien der Gruppe „S“ sowie Gussmaterialien der Gruppe „K“ können hervorragend bearbeitet werden.

### Technische Merkmale

Das hochgenaue Schneidenprofil mit einer Profiltoleranz von  $\pm 10 \mu\text{m}$  und die Wechselgenauigkeit des ChipSurfer-Systems von  $\pm 20 \mu\text{m}$  erlauben den Austausch der Werkzeuge direkt an der Maschinenspindel, und vereinfachen somit die Handhabung der Werkzeuge in der Praxis. Aufgrund des langbewährten ChipSurfer-Systems stehen als Schaftverlängerung jegliche Versionen zur Verfügung. Durch die kurzgebauten Stahlverlängerungen und die überlangen schwingungsgedämpften HM- und Schwermetall Schäfte werden die ChipSurfer-Tonnenfräser sehr flexibel den unterschiedlichsten Anforderungen an Bearbeitungskavitäten, Maschinen- und vor allem Werkstückgegebenheiten gerecht.

Unter Umständen ist auf geeignete CAD/CAM-Systeme, welche bei Bedarf die Mehrachsenbearbeitung durch Tonnenfräser verrechnen und Strategien ausarbeiten können, besonders zu achten.

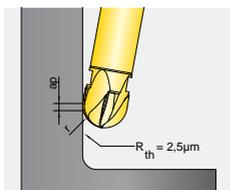
### Vorteile

- Hochwirtschaftliche Schlichtwerkzeuge
- Verbesserte Oberflächengüte und mehrfach schnellere Bearbeitungszeit gegenüber Kugelfräser
- Hochpräzise Tonnengeometrie
- Einzigartige Wechselkopfsözung
- $\emptyset 12/\emptyset 16$
- Schaftverlängerungen in Stahl / HM / Schwermetall
- Profiltgenauigkeit  $\pm 10 \mu\text{m}$  / Wechselgenauigkeit  $\pm 20 \mu\text{m}$

# Technische Merkmale Kreissegmentfräser

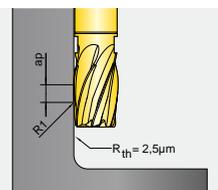
## Berechnung Bahnabstand ap

### Kugelfräser



Berechnung Bahnabstand ap bei gewünschter Rautiefe $R_{th} 2,5 \mu$	
R <sub>th</sub> :	0,0025 mm
Ø / R :	Ø 12 / r= 6
Formel:	$br = 2x\sqrt{R_{th} (D - R_{th})}$
ap:	0,35 mm

### Tonnenfräser



Berechnung Bahnabstand ap bei gewünschter Rautiefe $R_{th} 2,5 \mu$	
R <sub>th</sub> :	0,0025 mm
Ø / R :	Ø 12 / R1= 70
Formel:	$br = 2x\sqrt{R_{th} ((DR1 \times 2) - R_{th})}$
ap:	1,18mm

## Vergleich Bahnabstand Kugelfräser vs. Tonnenfräser

Bahnabstand  $b_r$  bei Rautiefe  $R_{th} 2,5\mu$ :

Kugelfräser		
Ø [mm]	r [mm]	ap [mm]
12	6	0,35
16	8	0,40

Tonnenfräser		
Ø [mm]	r [mm]	ap [mm]
12	25	1,18
16	35	1,41

Bahnabstand  $b_r$  bei Rautiefe  $R_{th} 5,0\mu$ :

Kugelfräser		
Ø [mm]	r [mm]	ap [mm]
12	6	0,49
16	8	0,57

Tonnenfräser		
Ø [mm]	r [mm]	ap [mm]
12	25	1,67
16	35	2,00

Bahnabstand  $b_r$  bei Rautiefe  $R_{th} 10,0\mu$ :

Kugelfräser		
Ø [mm]	r [mm]	ap [mm]
12	6	0,69
16	8	0,80

Tonnenfräser		
Ø [mm]	r [mm]	ap [mm]
12	25	2,37
16	35	2,83

## HIPOSPRO<sup>®</sup> Kopierfräser 12L8J

Mit den Schlichtfräsern der HiPosProB Serie werden Semi-Schlicht- und Schlicht-Anwendungen an 90°-Wandungen oder Formschrägen, wo bislang klassische Rundplattenwerkzeugen zum Einsatz kamen, nun effektiver und produktiver durchgeführt. Dank der speziellen Tonnenform der WSP-Schneidkante können höher Bahnabstände und Zustellungen realisiert werden, wobei mindestens die gleiche Oberflächenqualität erreicht wird.

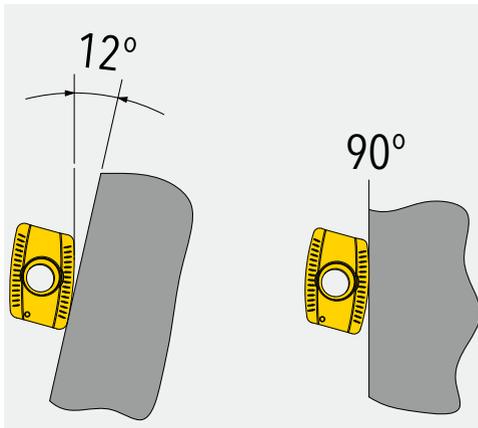
Die neue Serie wird als Einschraubvariante mit metrischem Gewindeanschluss im Ø-Bereich Ø16/20/25/35/42 sowie als bewährte und hochpräzise Variante mit Ts-Anschluss im Ø-Bereich Ø16/20/25 angeboten. Auf Kundenwunsch können auch nicht aufgeführte Durchmesser und Werkzeugaufnahme-Varianten als Semi-Standard Werkzeuge hergestellt werden.

### Anwendungsbereich

Im Besonderen geeignet für den Werkzeug- und Formenbau, aber auch industrieübergreifend für den allgemeinen Maschinenbau und die Aerospace-Industrie.

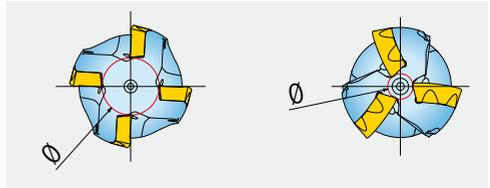
Durch den angestellten Plattensitzes im Werkzeugkörper kann eine große Bandbreite von unterschiedlichen Formschrägen bis zu 12° an Werkstücken abgedeckt werden, ohne dabei die Spindelachse zusätzlich anzustellen.

Durch die Verfügbarkeit verschiedener Schneidstoffsorten können die gängigen Materialgruppen P/M/K genauso bearbeitet werden, wie gehärtete Materialien Gruppe H bis 54HRC und schwererspanbare Materialien der Materialgruppe S.

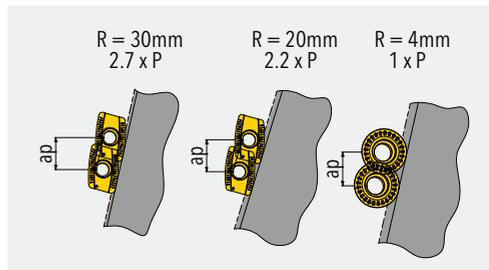


### Technische Merkmale

- Stabile Werkzeugseele gegenüber klassischen Rundplattenwerkzeugen
- Engere Teilung



- Bis zu 2,7-fache Zustellung/Bahnabstand gegenüber Rundplattenwerkzeugen bei gleicher theoretischer Rautiefe R<sub>th</sub>



### Vorteile

- Schlicht-Wendeschneideplatte in Tonnenform
- 2 Radiusgrößen und je 3 Schneidstoffsorten
- Große Bahnabstände = kurze Laufzeiten
- Schlichten an 90°-Schultern und Formschrägen bis 12° ohne zusätzlichen Spindelanstellungen
- Bis zu 2,7-fache Produktivitätssteigerung gegenüber Rundplattenwerkzeugen
- Stabile Werkzeugseele gegenüber Rundwendplattenwerkzeugen
- Werkzeugverlängerungen in Stahl, Hartmetall und Schwermetall

## DIPOSPRO<sup>®</sup> CNHJ mit Tonnenform

Die DiPosProB Wendeschneidplatte CNHJ ist eine doppel-seitige, 4-schneidige Wendeschneidplatte für Semi-Schlicht- und Schlicht-Anwendungen an Wandungen von 37°-90°.

Es wird bei gleichem Bahnabstand durch die Schneidkanten mit großem Radius eine hohe Oberflächenqualität erzielt.

Bislang kamen klassische Rundplattenwerkzeuge zum Einsatz, dank der speziellen Tonnenform der WSP-Schneidkante können höhere Bahnabstände und Zustellungen realisiert werden wobei mindestens die gleiche Oberflächenqualität erreicht wird.

Der neue Wendeplattenfräser mit höherer Zahnzahl und größerem Durchmesser steigert die Produktivität bei gleichbleibend guter Oberflächenqualität. Die Schneidkanten der CNHJ Wendeschneidplatte werden durch ein Beschichtungsverfahren für extrem scharfe Schneidkanten hergestellt. Die Fähigkeit zum Präzisionsschleifen sorgt für exakten Rundlauf und Bauteile mit hervorragender Oberflächenqualität.

### großer Radius

Größe 06: R20

Größe 12: R30

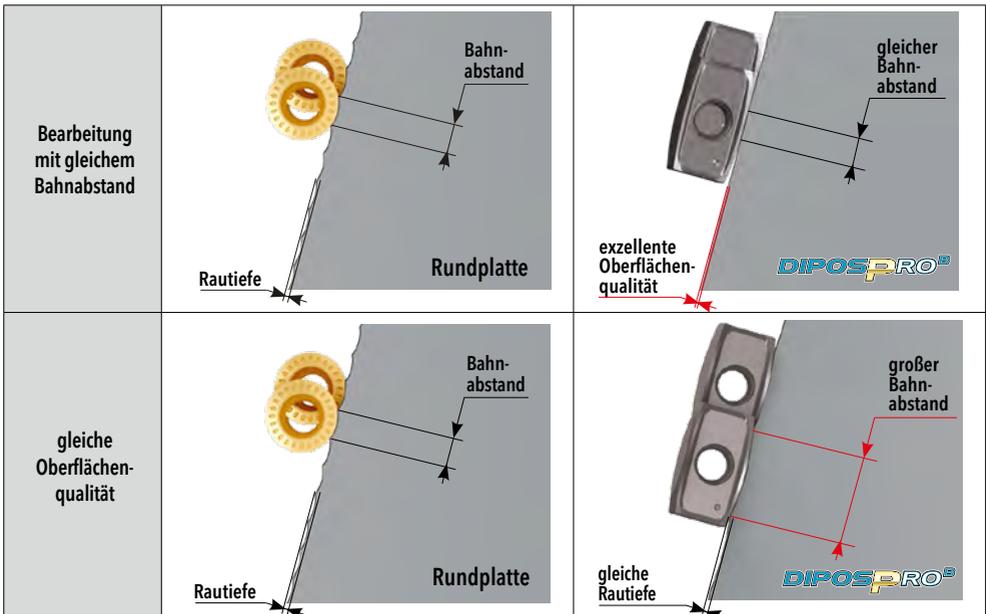


### Technische Merkmale

- Wirtschaftliche, 2-seitige Wendeschneidplatte mit 4 Schneiden
- Größerer Radius an der Schneidkante
- Bessere Oberflächenqualität bei gleichem Bahnabstand
- Größerer Bahnabstand bei gleicher Rautiefe

### Hinweis

Für den Einsatz von tonnenförmigen Wendeschneidplatten auf 5-Achs-Bearbeitungszentren ist eine CAM-Software erforderlich



# Gewindefräsen

## Geometrievergleich zwischen

### Gewindefräser und Gewindebohrer

- Gewindefräser haben keine fortlaufende Steigung (Spirale)
- Profilhähne sind hintereinander angeordnet
- Steigung wird über Kombination Werkzeug – Maschine hergestellt

### Vorteile von Gewindefräsern

- exakte Gewindetiefe
- kein Gewindeauslauf
- geringer Schnittdruck, schwererspannbare Werkstückstoffe, Prozessstabilität
- umschaltende Werkzeugspindel entfällt
- dünnwandige Bauteile herstellbar

### Berechnung des richtigen Gewindefräserdurchmessers

1. Überprüfung der max. zulässigen Profilverzerrung:

$$\Delta L = \frac{P^2 \times r}{8 \times \pi^2 \times C \times x(R-r) \times R}$$

2. Festlegung des max. möglichen Werkzeugdurchmessers  $D_c$ :

$$D_c = 2 \times \left[ \frac{\Delta L \times 8 \times \pi^2 \times C \times R^2}{\Delta L \times 8 \times \pi^2 \times C \times R \times P^2} \right]$$

3. Festlegung des minimalen Kernlochdurchmessers  $D_2$  anhand des vorgegebenen Werkzeugdurchmessers:

$$D_2 = 2 \times \left[ \frac{r}{2} + \frac{r^2}{4} + \frac{P^2 \times r}{8 \times \pi^2 \times C \times \Delta L} \right]$$

### Prozesssicherheit

- Geradheit der Gewinde garantiert
- keine Späneprobleme
- kein Herausrodieren von gebrochenen Werkzeugen notwendig

### Reduzierung der Nebenzeiten:

#### Ein Werkzeug für:

- verschiedene Gewindedurchmesser bei gleicher Steigung
- Sackloch- und Durchgangsbohrung
- Rechts- und Linksgewinde
- verschiedene Gewindetoleranzen (6G, 6H, ...)

max. zul. Profilverzerrung	$\Delta L$	=max. 0,02mm
Werkzeugdurchmesser	$D_c$	
Flankenwinkel	w	
$\tan \varphi = C$	C	
Steigung	P	
Kernlochdurchmesser	$D_2$	
$0,2 \times D_2$	R	
Profilhöhe	h	
$0,2 \times D_2 \times h$	r	

### Abschätzung

Beim Regelgewinde gilt als Anhaltswert des Gewindefräserdurchmessers max. 2/3 vom Bohrungsdurchmesser.

**Beispiel:** M20 Innengewinde

20 mm x 0,66 = 13,2 mm (Ø14 mm Gewindefräser)

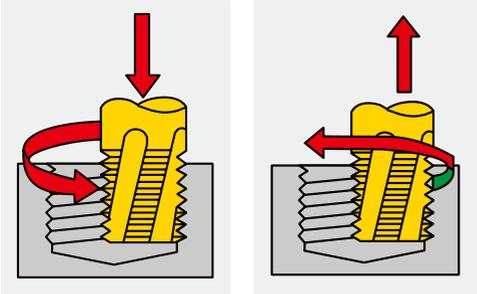
Beim Feingewinde muss der Faktor 0,75 als Anhaltswert angenommen werden.

**Beispiel:** M20x1,5 Innengewinde

20 mm x 0,75 = 15 mm (Ø15 mm Gewindefräser)

## Gewindeherstellung mit einem Werkzeug

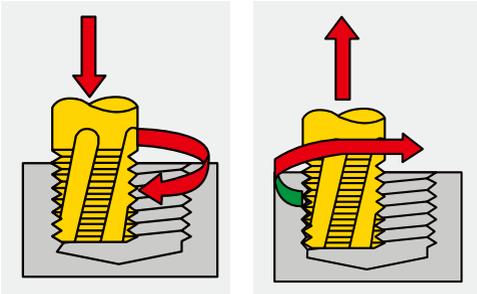
### Linksgewinde



von oben nach unten im Gleichlauf

von unten nach oben im Gegenlauf

### Rechtsgewinde



von oben nach unten im Gegenlauf

von unten nach oben im Gleichlauf

### Axiale und radiale Zustellungen während des Gewindefräsvorganges

Grundsätzlich sollte der Gewindefräsvorgang in einer Zustellung gefertigt werden (Produktivität). Bestimmte Parameter verlangen aber einen Gewindefräsvorgang mit mehreren Durchläufen.

#### Mehrere radiale Zustellungen bei:

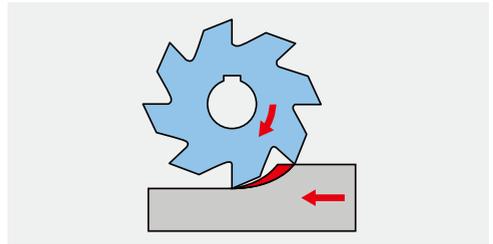
- hoher Auskragung des Werkzeuges (radiale Abdrängung)
- konischem Gewinde
- dünnwandigen Bauteilen
- gehärteten Werkstoffen
- schwer zerspanbaren Werkstoffen (Austenit, Inconel, Titan)

#### Mehrere axiale Zustellungen bei:

- langen Gewinden (Gewindetiefe höher als Schneidkantenlänge)
- zu großem Schnittdruck

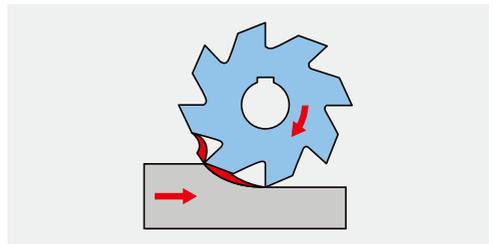
### Vorteile Gleichlaufräsen

- Gewindefräser gleich im Schnitt
- Schonung der Schneide gegen Ausbrüche und Freiflächenverschleiß



### Vorteile Gegenlaufräsen

- bei filigranen Bauteilen
- wenn Gewinde beim Gleichlaufräsen konisch wird
- bei kleinen Gewindefräser-Durchmessern

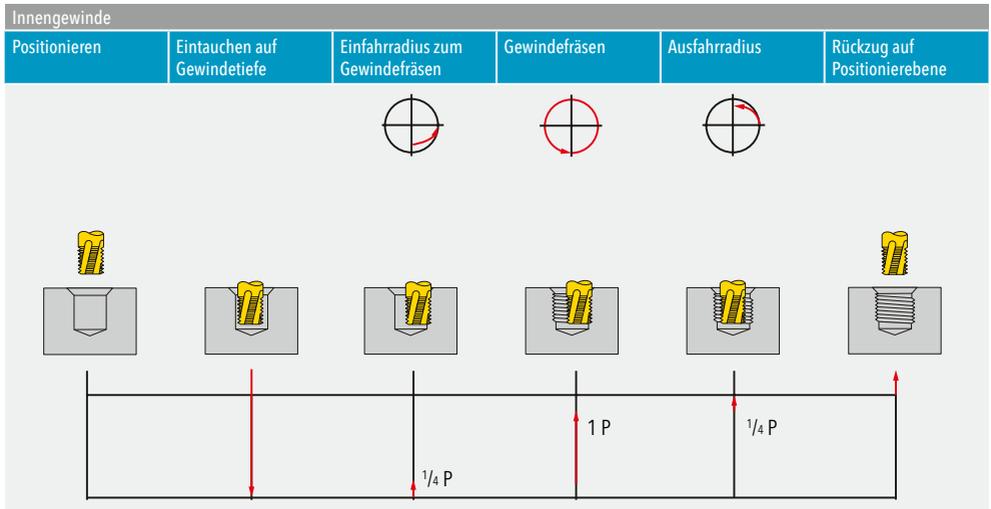


### Wichtige Formeln

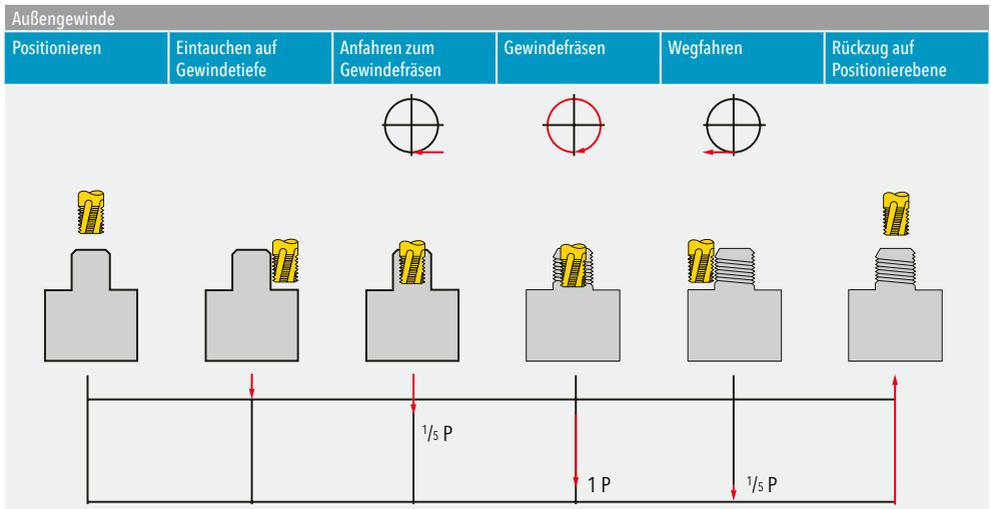
Größe	Einheit	Formel
Drehzahl:	min <sup>-1</sup>	$n = \frac{v_c \times 1000}{D \times \pi}$
Schnittgeschwindigkeit:	m/min	$v_c = \frac{D \times \pi \times n}{1000}$
Vorschubgeschwindigkeit:	mm/min	$v_f = f_z \times Z_{\text{eff}} \times n$
Vorschub pro Zahn:	mm	$f_z = \frac{v_f}{Z_{\text{eff}} \times n}$
Mittlere Spanndicke:	mm	$h_m = f_z \times \sqrt{a_f D}$
Hauptnutzungszeit	min	$t_h = \frac{L \times i}{V_f}$

# Gewindefräsen

## Gewindefräsvorgänge



**ANMERKUNG:** konisches Innengewinde wird wie oben gezeigt hergestellt, es wird nur die Bohrung konisch vorbearbeitet.



### Richtige Werkzeugspannung

Da die Zähne eines Gewindefräasers sehr filigran und empfindlich sind, ist bei der Gewindeherstellung unbedingt auf guten Rundlauf des Gewindefräasers zu achten.

### Geeignete Spannmittel sind:

- Schrumpfen
- Hydro-Dehnfutter
- Spannzangenfutter (Spannzangen mit besserem Rundlauf ( $5\mu\text{m}$ ) verwenden)  
Der Rundlauf sollte sich im Bereich von  $3 - 8\mu\text{m}$  befinden, um eine gute Standzeit zu erreichen.

Beim Gewindefräsen ist darauf zu achten, mit welchem Bahnvorschub gerechnet wird. Wie beim Bohrzirkularfräsen wird zwischen Konturbahn oder Mittelpunktsbahn unterschieden. Dies hängt von der Maschine bzw. deren Steuerung ab.

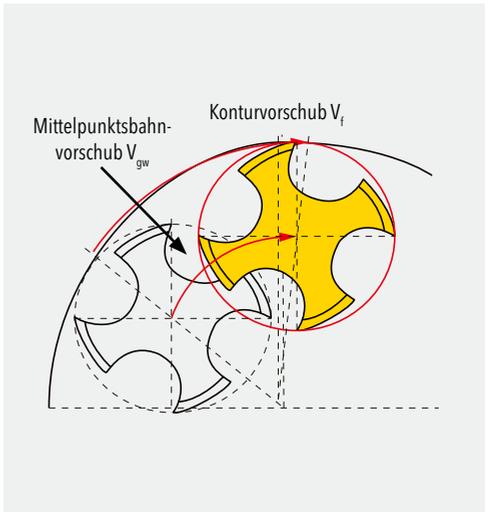
D	Gewindedurchmesser [mm]
d	Fräserdurchmesser [mm]
V <sub>f</sub>	Vorschubgeschwindigkeit [mm]
V <sub>an</sub>	Mittelpunktsbahnvorschub bei Anfahrt [mm/min]
V <sub>gw</sub>	Mittelpunktsbahnvorschub [mm/min]

Mittelpunktsbahnberechnung V<sub>gw</sub> :

$$V_{gw} = \frac{V_f(D-d)}{D}$$

Mittelpunktsbahnberechnung beim Einfahren V<sub>an</sub> :

$$V_{gw} = \frac{V_f(D-d)}{D+d}$$



Fehler	Ursache	Abhilfe
Werkzeugbruch	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vorschub zu hoch</li> <li>Stabilität der Maschine</li> <li>Spänestau</li> <li>Einschlüsse im Bauteil</li> <li>hoher Werkzeugverschleiß</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vorschub reduzieren</li> <li>Schnittgeschwindigkeit reduzieren</li> <li>Strategieänderung</li> <li>Vorschub anpassen</li> <li>früher Werkzeugwechsel</li> </ul>
Vibrationen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schnittgeschwindigkeit zu hoch</li> <li>Vorschub zu gering</li> <li>Stabilität der Maschine</li> <li>Auskragung zu groß (Gewindetiefe)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schnittgeschwindigkeit anpassen</li> <li>Vorschub erhöhen</li> <li>Schnittdaten anpassen</li> <li>Schnittgeschwindigkeit reduzieren</li> </ul>
schlechte Oberfläche	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schnittgeschwindigkeit zu hoch/gering</li> <li>Vorschub zu hoch/gering</li> <li>Schmierung falsch gewählt oder nicht vorhanden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schnittwerte anpassen</li> <li>Vorschub anpassen / neu berechnen</li> </ul>
Freiflächenverschleiß	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schnittgeschwindigkeit zu hoch</li> <li>Vorschub zu gering</li> <li>Rundlauffehler</li> <li>Schmierung falsch gewählt oder nicht vorhanden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schnittgeschwindigkeit reduzieren</li> <li>Vorschub erhöhen</li> <li>Rundlauf prüfen</li> <li>geeigneter Kühlschmierstoff</li> </ul>
Schneidkantenbruch	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vorschub zu hoch</li> <li>Stabilität der Maschine</li> <li>Spänestau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vorschub reduzieren</li> <li>Schnittdaten anpassen</li> <li>Kühlung bzw. Werkzeugtyp prüfen</li> </ul>
konisches Gewinde	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vorschub zu hoch</li> <li>Strategiefehler</li> <li>Stabilität der Werkzeugspannung</li> <li>Werkzeug zu schwach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vorschub reduzieren</li> <li>Strategie überprüfen</li> <li>geeignetes Spannmittel</li> <li>stabilstes Werkzeug wählen</li> </ul>

# Bohren

## QUADDRILL®

### Anwendung:

- Mittlere bis große Bohrungsdurchmesser
- Für kurze Bohrtiefen bis 5xD
- Bei mittlerer Toleranzanforderung
- Relativ flacher Bohrungsgrund
- Hohes Zeitspanvolumen
- Einfache Anpassung des Schneidstoffes
- Aufbohranwendung

### Durchmesserbereich:

#### QuadDrillPlus Wendeschneidplatten Vollbohrer:

- Durchmesserbereich 2xD: Ø 13-50 mm
- Durchmesserbereich 2,5xD: Ø 51-80 mm
- Durchmesserbereich 3xD: Ø 12,5-60 mm
- Durchmesserbereich 3,5xD: Ø 51-80 mm
- Durchmesserbereich 4xD: Ø 13-50 mm
- Durchmesserbereich 5xD: Ø 13-41 mm

#### QuadDrillPlus Senkfräser:

- Durchmesserbereich Weldon-Version: Ø 10-48 mm
- Durchmesserbereich Einschraub-Version: Ø 15-48 mm

#### QuadDrillPlus Bohr-Senkfräser:

- Durchmesserbereich Weldon-Version: Ø 16-40 mm

### Mögliche Durchmesser durch radiale Verstellung der Bohrer

#### 2xD / 3xD / 4xD

Bohrer-Ø	max. rad. Verstellung	max. Bohr-Ø
13	0,5	~14,0
14	0,5	~15,0
15	0,5	~16,0
16	0,5	~17,0
17	0,5	~18,0
18	0,5	~19,0
19	0,5	~20,0
20	0,5	~21,0
21	0,25	~21,5
22	0,5	~23,0
23	0,5	~24,0
24	0,5	~25,0
25	0,5	~26,0
26	0,25	~26,5
27	0,25	~27,5
28	0,5	~29,0
29	0,5	~30,0
30	0,5	~31,0
31	0,25	~31,5
32	0,25	~32,5
33	0,25	~33,5
34	0,5	~35,0
35	0,5	~36,0
36	0,5	~37,0
37	0,5	~38,0
38	0,5	~39,0
39	0,5	~40,0
40	0,25	~40,5
41	0,25	~41,5
42	0,5	~43,0
43	0,5	~44,0
44	0,5	~45,0
45	0,5	~46,0
46	0,5	~47,0
47	0,5	~48,0
48	0,25	~48,5
49	0,25	~49,5
50	0,25	~50,5

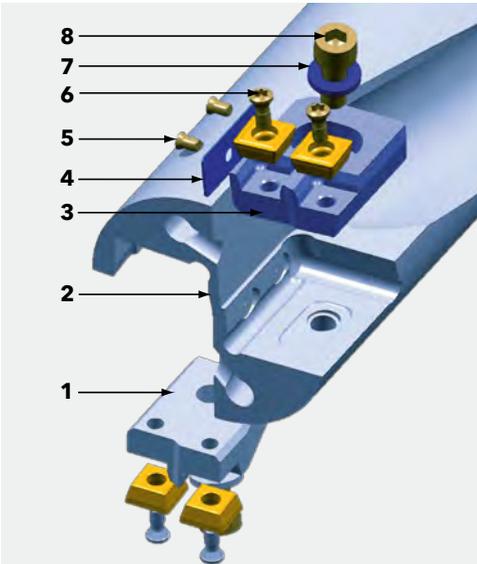
Wählen Sie den Bohrer so kurz wie möglich, für beste Leistung und höchste Produktivität.

## Kassettenvollbohrer:



Jeder Wendeschneidplatten-Kassettenvollbohrer deckt einen bestimmten Durchmesserbereich ab. Dieser kann durch das Hinzufügen und Austauschen von Abstimmplatten [4] verändert werden.

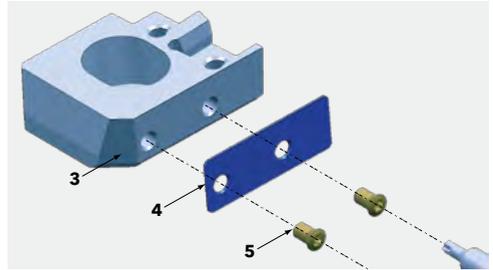
Diese Option ermöglicht es, dass mit einem Grundkörper [2] mehrere Durchmesser gebohrt werden können. Durch Verändern der Abstimmplattenstärke kann die Durchmesser-Genauigkeit noch verbessert werden.



Nr	Bauteil	Nr	Bauteil
1	Zentrumskassetten	5	Klemmschraube Abstimmplatte
2	Grundkörper	6	Spannschraube
3	Umfangskassetten	7	Unterlegscheibe
4	Abstimmplatte	8	Klemmschraube Kasette

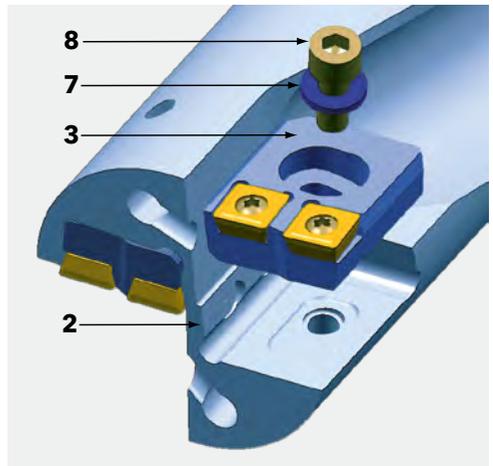
## Montage der Abstimmplatte:

- Richtige Abstimmplatte [4] ausmessen: 0,5 mm Plattenstärke = 1 mm größeren Durchmesser  
Hinweis: Kleinstmöglicher Bohrdurchmesser wird ohne Abstimmplatte erreicht!
- Abstimmplatte [4] richtig herum mit Klemmschraube [5] an Umfangskassette [3] anschrauben. Lochbild beachten!  
Achtung: Abstimmplatte darf nach Montage nicht überstehen!



## Montage der Kassetten:

- Kassetzensitz und Kassetten [3] reinigen.
- Kasette [3] in den Kassetzensitz legen und an die Anlage drücken.
- Kassettenklemmschraube [8] durch Unterlegscheibe [7] stecken, danach durch das Durchgangsloch der Kasette [3] in das Gewinde des Grundkörpers [2] ansetzen.
- Kassettenklemmschraube [8] entsprechend anziehen.



# Bohren

## QUADTWIST

Der QuadTwist-Bohrer verwendet eine 4-schneidige Wendeschneidplatte, die sowohl als Innen- und Außenschneide eingesetzt werden kann. Hierdurch ergibt sich eine effiziente Lagerhaltung und somit eine Kostenreduzierung.

Zudem ermöglicht das einzigartige Wendeplattendesign eine optimale Spankontrolle und eine Schnittkraftreduzierung. Die effizienten, verdrahten Spankammern und die verdrahlte innere Kühlmittelzufuhr ermöglichen nicht nur eine zuverlässige Spanabführung während der Bearbeitung, sondern auch sehr gute Bohroberflächen.

Optimal angeordnete Wendeschneidplatten sorgen für sehr gute Bearbeitungsergebnisse in Kohlenstoff- und legierten Stählen wie auch in schwierig zu zerspanenden Materialien, inklusive Stahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt und Baustahl.

Die QuadTwist-Produktlinie deckt den Durchmesserbereich von Ø12,0 bis Ø80,0 mm in den Längen 2xD, 3xD, 4xD und 5xD ab.

### Zur Verfügung stehen Werkzeuge:

- in 1 mm Abstufungen in den Längen 2xD, 3xD und 5xD
- in 0,5 mm Abstufungen von Ø12 bis Ø30 in der Länge 5xD

### Anwendungsmerkmale:

Die Ingersoll QuadTwist-Bohrserie verwendet eine wirtschaftliche, 4-schneidige Wendeschneidplatte, welche in der Qualität IN2505 bzw. IN2530 als Zentrums- wie auch als Umfangsschneide verwendet werden kann.

Beschichtung	Ansicht	Beschreibung
IN2530 (PVD)		<ul style="list-style-type: none"><li>• Zähes Hartmetall</li><li>• Bei unterbrochenen Schnitten und bei Ausbrüchen im Zentrum</li><li>• Für mittlere Schnittgeschwindigkeiten</li></ul>
IN2505 (PVD)		<ul style="list-style-type: none"><li>• Erste Wahl für allgemeine Anwendungen</li><li>• Multi-Layer Beschichtung</li><li>• Für mittlere bis hohe Schnittgeschwindigkeiten</li></ul>
IN2510 (PVD)		<ul style="list-style-type: none"><li>• Erhöhte Verschleißfestigkeit</li><li>• Optimale Bohrerergebnisse bei der Gussbearbeitung</li></ul>
IN6505 (CVD) (schwarze Fläche)		<ul style="list-style-type: none"><li>• Hoch verschleißfestes Feinstkornhartmetall</li><li>• für die Bearbeitung von Stahl</li><li>• Nur als Außenschneide einsetzbar</li><li>• Für hohe Schnittgeschwindigkeiten</li></ul>
IN10K (Hartmetall)		<ul style="list-style-type: none"><li>• Exzellente Zerspanung bei Aluminiumbearbeitung</li><li>• Scharfe Schneidkante</li><li>• Reduzierte Schnittkräfte bei hohen Schnittgeschwindigkeiten</li></ul>



### Wendeschneidplatten:

- Wirtschaftliche, 4-schneidige Wendeschneidplatte
- Gleiche Wendeschneidplatte für Zentrums- und Umfangsschneide



### Spankammern:

- Verdrahlte Kühlmittelzufuhr mit großer Spankammer
- Optimale Entspannung durch optimierte Spankammer



### Hinweise:

- Die angegebenen Daten sind Richtwerte, die von Ihrem Anwendungsfall abweichen können.
- Durch die Variation von Schnittgeschwindigkeit und Vorschub wird die optimale Spanform erzeugt.
- Informationen zu den Anzahlen der Schneiden ( $Z_{eff}$ ) können dem Katalog entnommen werden.
- Beim Bohreraustritt wird eine Scheibe hergestellt, die bei drehenden Werkstücken weggeschleudert werden kann.  
**Daher unbedingt Schutzvorkehrungen treffen!**
- Es wird empfohlen, vorab die benötigte Maschinenleistung zu berechnen und mit der tatsächlich zur Verfügung stehenden Antriebsleistung der Maschine abzugleichen.
- Bei Bohren mit  $L/D = 5$  den unteren Vorschubwert verwenden, ggf. beim Anbohren bis zu 50% des unteren Wertes gehen.
- Für ausreichende innere Kühlmittelzufuhr ist zu sorgen, um eine zuverlässige Entspannung zu gewährleisten

## Exzenterhülse

Exzenterhülse zum Verkleinern oder Vergrößern der Nennbohrdurchmesser.

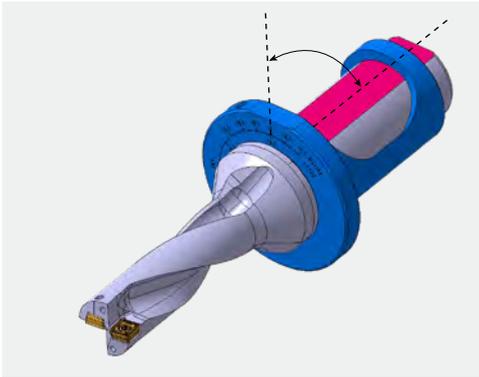
Die Hülse kann für Bearbeitungszentren, Drehmaschinen und sogar für ungenau ausgerichtete Drehzentren verwendet werden. Die Exzenterhülsen sind in vier verschiedenen Standards erhältlich: 20, 25, 32 und 40. Sie können auf Fräsmaschinen zur Vergrößerung des Nennbohrdurchmessers um max. +0,4 mm und Reduzierung des Durchmessers um -0,2 mm eingesetzt werden. Bei Verwendung auf Drehmaschinen kann eine maximale Vergrößerung um +0,2 mm erreicht werden.

Beachten Sie bei Verwendung auf einer Fräsmaschine die Skala „FRÄSEN“ an der Kopfseite der Exzenterhülse. Beachten Sie bei Verwendung auf einer Drehmaschine die Skala „DREHEN“.

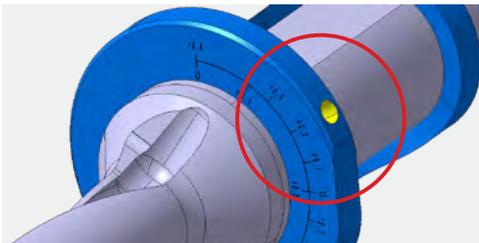
Bitte lesen Sie die Anweisungen sorgfältig durch, bevor Sie die Exzenterhülsen von Ingersoll verwenden.

## Einstellung

Stellen Sie bei der Ersteinstellung sicher, dass die Abflachung an der Exzenterhülse mit der Abflachung am Bohrschaft übereinstimmt. (Beide Flächen müssen parallel zueinander sein)

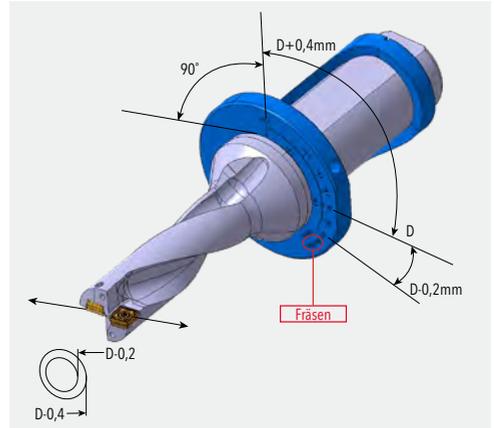


Um die Drehung der Hülse zu erleichtern, kann ein Metallstab oder ein Schraubenschlüssel in das Loch am Flansch der Exzenterhülse eingeführt werden. Lösen Sie die Adapter schraube, bevor Sie die Hülse einstellen.



## Verwendung auf Fräsmaschinen

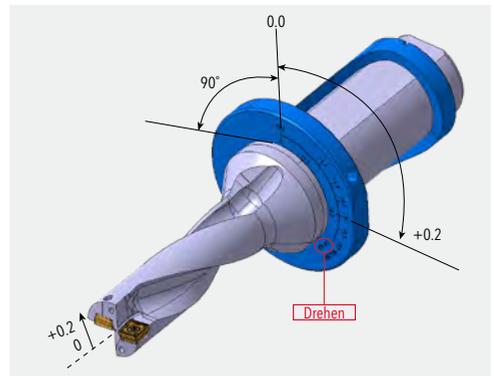
Bei einer Fräsmaschine kann die Hülse den Nenndurchmesser des Bohrers ändern, indem die Achse des Bohrers aus der Werkzeugspindel heraus verschoben wird.



Um den Durchmesser zu vergrößern, drehen Sie die Hülse im Uhrzeigersinn und um den Durchmesser zu verringern, gegen den Uhrzeigersinn.

## Verwendung auf Drehmaschinen

Auf der Drehmaschine kann die Bohrerachse mittels Exzenterhülse so ausgerichtet werden, dass sie mit der Spindelachse übereinstimmt.



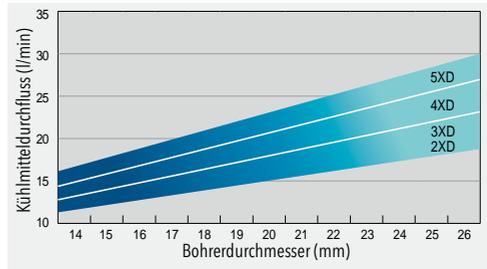
Die Exzenterhülse ermöglicht eine Ausrichtung der Achse des Bohrers zur Spindelachse in einem Bereich von 0,2 mm (drehen Sie die Hülse gegen den Uhrzeigersinn, um sie anzuheben).

# Bohren

## Mögliche Durchmesser durch radiale Verstellung der Bohrer

2xD / 3xD / 4xD		
Bohrer-Ø	max. rad. Verstellung	max. Bohr-Ø
12	+0,4	12,8
13	+0,3	13,6
14	+0,5	15,0
15	+0,4	15,8
16	+0,3	16,6
17	+0,5	18,0
18	+0,4	18,8
19	+0,3	19,6
20	+0,5	21,0
21	+0,4	21,8
22	+0,3	22,6
23	+0,5	24,0
24	+0,5	25,0
25	+0,4	25,8
26	+0,3	26,6
27	+0,5	28,0
28	+0,5	29,0
29	+0,5	30,0
30	+0,5	31,0
32	+0,5	33,0
31	+0,3	31,6
33	+0,5	34,0
34	+0,5	35,0
35	+0,5	36,0
36	+0,4	36,8
37	+0,5	38,0
38	+0,5	39,0
39	+0,5	40,0
40	+0,5	41,0
41	+0,5	42,0
42	+0,5	43,0
43	+0,5	44,0
44	+0,5	45,0
45	+0,5	46,0
46	+0,5	47,0
47	+0,5	48,0
48	+0,5	49,0
49	+0,5	50,0
50	+0,5	51,0

## Kühlmittel:



## Wichtig:

Immer ausreichend Kühlmittel über innere Kühlmittelzufuhr verwenden. Mindestens 8 – 10 Bar.

## Formeln

Größe	Einheit	Formel
Maschinen-Nennleistung:	kW	$Pa = \frac{v_c \times f \times D \times kc}{1000 \times 60 \times 4 \times \pi}$
Vorschubkraft:	N	$Ff = 0,7 \times \frac{D}{2} \times f \times kc$

Pa = Maschinenleistung in kW

kc = spezifische Schnittkraft in N/mm<sup>2</sup>

D = Durchmesser in mm

Vc = Schnittgeschwindigkeit in m/min

η = Maschinenwirkungsgrad 0,7 – 0,8

## Sicherheitshinweis:

Beim Bohraustritt aus dem Werkstück fällt eine Scheibe ab. Bei rotierenden Werkstücken besteht dadurch Unfallgefahr!

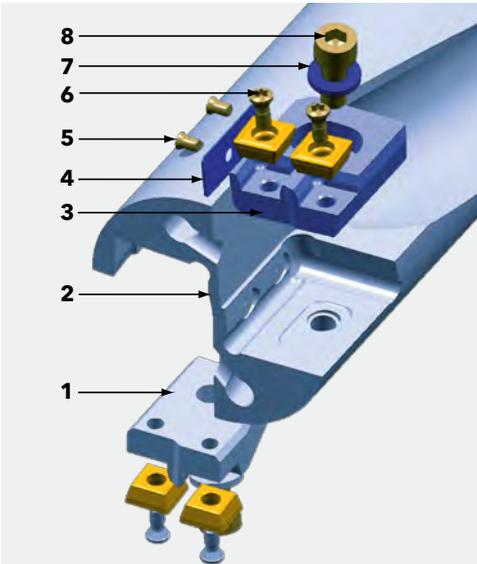
**Bitte entsprechende Sicherheitsmaßnahmen treffen!**

## Kassettenvollbohrer:



Jeder Wendeschneidplatten-Kassettenvollbohrer deckt einen bestimmten Durchmesserbereich ab. Dieser kann durch das Hinzufügen und Austauschen von Abstimmplatten [4] verändert werden.

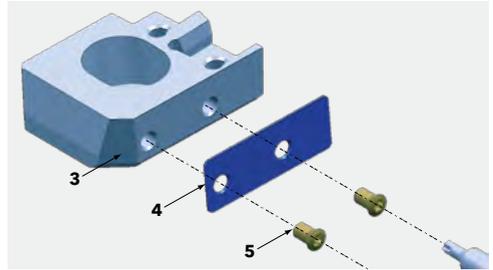
Diese Option ermöglicht es, dass mit einem Grundkörper [2] mehrere Durchmesser gebohrt werden können. Durch Verändern der Abstimmplattenstärke kann die Durchmesser-Genauigkeit noch verbessert werden.



Nr	Bauteil	Nr	Bauteil
1	Zentrumskassetten	5	Klemmschraube Abstimmplatte
2	Grundkörper	6	Spannschraube
3	Umfangskassetten	7	Unterlegscheibe
4	Abstimmplatte	8	Klemmschraube Kasette

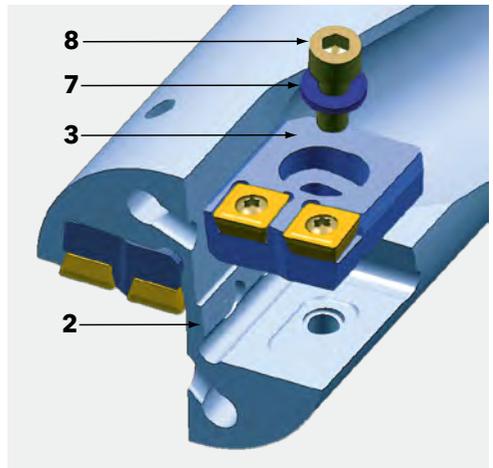
## Montage der Abstimmplatte:

- Richtige Abstimmplatte [4] ausmessen: 0,5 mm Plattenstärke = 1 mm größeren Durchmesser  
Hinweis: Kleinstmöglicher Bohrdurchmesser wird ohne Abstimmplatte erreicht!
- Abstimmplatte [4] richtig herum mit Klemmschraube [5] an Umfangskassette [3] anschrauben. Lochbild beachten!  
Achtung: Abstimmplatte darf nach Montage nicht überstehen!



## Montage der Kassetten:

- Kassetzensitz und Kassetten [3] reinigen.
- Kasette [3] in den Kassetzensitz legen und an die Anlage drücken.
- Kassettenklemmschraube [8] durch Unterlegscheibe [7] stecken, danach durch das Durchgangsloch der Kasette [3] in das Gewinde des Grundkörpers [2] ansetzen.
- Kassettenklemmschraube [8] entsprechend anziehen.



# Bohren

**GOLDTWIN** Modulares Bohrsystem

## Produktübersicht

Die modulare **GoldTwin**-Serie bietet hervorragende Ergebnisse und ausgezeichnete Bohrungsqualität für Bearbeitungen ab 26 mm Durchmesser. Zudem wird die Produktivität gesteigert, da das symmetrische Design die Werkzeugkosten senkt und gleichzeitig wird der Anwendungsbereich der **GoldTwin** Serie erweitert.

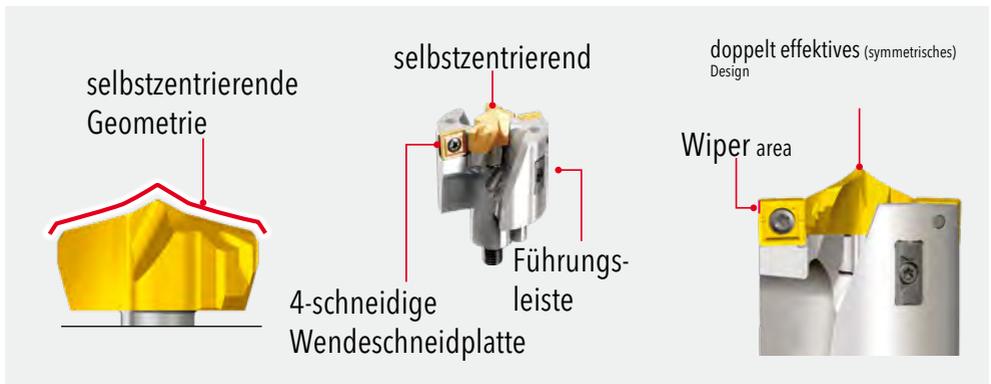
## Vorteile:

- Das einzigartige Design der Schneide verbessert die Selbstzentrierung und die Bohrungsgeradheit
- Wirtschaftliche, präzise, 4-schneidige Wiper-Wendeschneidplatte
- Hervorragende Oberflächenqualität durch Wendeschneidplatte mit Wiper-Schneide
- 2 effektive Schneiden für eine hohe Zerspanleistung
- Durchmesserbereich: Ø 26 mm – Ø 50 mm
- Verbesserte Bearbeitungsstabilität durch spezielle Führungsleisten
- Modulare Bohrkörperwechsel ermöglichen 3xD-, 5xD- und 7xD-Bearbeitung (7xD bis Ø 41 mm)

## Technische Merkmale

Durch Kombination eines der Bohrungstiefe entsprechenden modularen Halters mit einem modularen Bohrkopf wird eine Hochvorschubbearbeitung bei guter Qualität erreicht. Zudem werden die Werkzeugkosten gesenkt, da nur der modulare Kopf beim Wechseln des Werkzeugs ausgetauscht werden muss.

Im Zentrum des modularen Bohrkopfaufsatzes befindet sich ein neuer, einzigartig gestalteter Bohrkopf **TPCxxxxR01-C** mit Selbstzentrierfähigkeit, um eine höhere Geradheit der Bohrung zu erzielen. Darüber hinaus sorgen die äußeren Wendeschneidplatten mit Wipergeometrie (SPGX-WG) und die speziellen Führungsleisten für eine hervorragende Oberflächenqualität.



## Wechsel des modularen Bohrkopfaufsatzes

1. Entfernen Sie beide äußeren Wendeschneidplatten und dann den mittleren Bohrkopf. (Beim Spannen in umgekehrter Reihenfolge vorgehen)



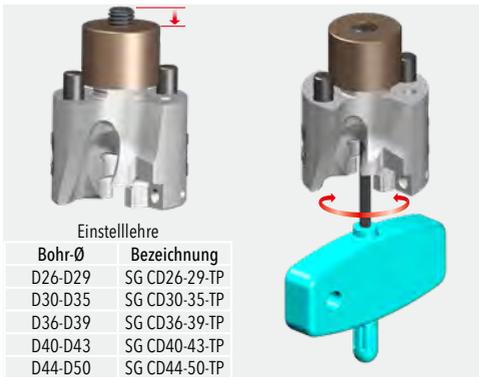
2. Drehen Sie die Schraube mit einem Schraubenschlüssel gegen den Uhrzeigersinn, um den modularen Kopf zu entfernen.



3. Setzen Sie die Einstelllehre auf die Unterseite des abgetrennten modularen Bohrkopfaufsatzes.



4. Drehen Sie die Schraube, bis sie bündig mit der Einstelllehre ist.



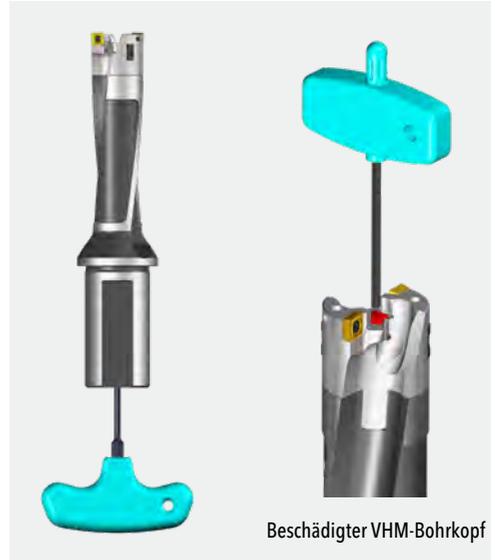
5. Entfernen Sie die Lehre vom eingestellten modularen Bohrkopfaufsatz und befestigen Sie ihn am Halter.



## Ausbau des modularen Bohrkopfaufsatzes

Wenn der modulare Kopf aufgrund einer Beschädigung des VHM-Bohrkopfes nicht gelöst werden kann, führen Sie den Schraubenschlüssel von unten in den Bohrerhalter ein. Drehen Sie ihn dann im Uhrzeigersinn, um den modularen Bohrkopfaufsatz auszubauen.

Demontageschlüssel und Griff sind im Lieferumfang des modularen Bohrergrundhalters enthalten.



# Bohren

## SPADETWIST

### Produktübersicht

Der SpadeTwist-Bohrer mit optimierter Schneidengeometrie und dem einmaligen, sehr stabilen Klemmsystem bietet höchste Produktivität bei hervorragender Leistung. Die einmalige Klemmtechnologie ermöglicht einen schnellen Wechsel des Bohrkopfes ohne vorher die Klemmschraube entfernen zu müssen. Somit kann die Werkzeugrüstzeit wie auch die Stillstandszeit der Maschine reduziert werden.

Die SpadeTwist Bohrerlinie ist als Standardwerkzeug in Längen-Durchmesserverhältnissen von 3xD, 5xD und 8xD im Durchmesserbereich 20,0 mm bis 41,0 mm in 0,5 mm Schritten erhältlich.



### Bohrkopf

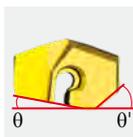
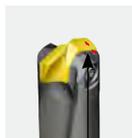
Durch die asymmetrisch ausgeführte Schnittstelle ist eine fehlerfreie Montage des Bohrkopfes gewährleistet und somit wird die Werkzeug- und Wechselgenauigkeit erhöht.



Großflächige Anlage



Standard-Drallwinkel



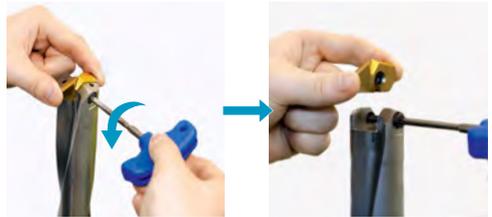
Asymmetrischer Plattensitz



Verdrehsicher

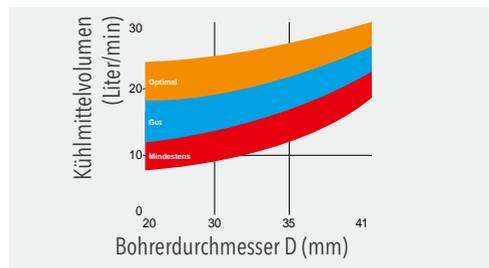
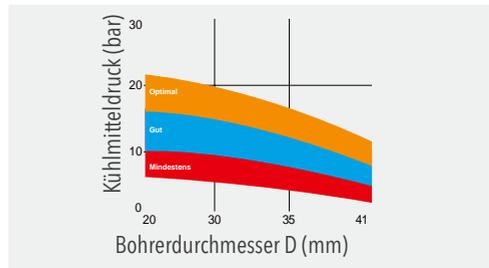
### Produktmerkmale:

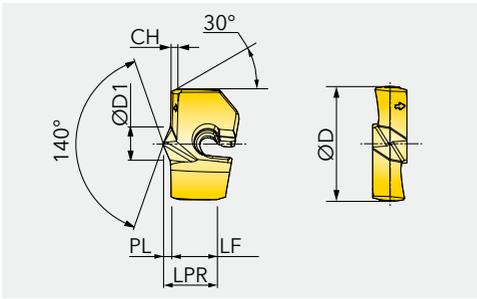
- Einzigartiges Schnellwechsel-Klemmsystem
- 2 effektive Schneidkanten für höchste Produktivität
- Selbstzentrierende Geometrie
- Leichter Kopfwechsel direkt an der Maschine
- Asymmetrischer Plattensitz für fehlerfreie Montage, hohe Genauigkeit
- Höhere Stabilität des einzigartigen Klemmsystems bedeutet höhere Produktivität
- Innere Kühlmittelzufuhr
- Durchmesserbereich: Ø 20,0 mm bis 41,0 mm in 0,5-mm-Schritten
- Längen-Durchmesser-Bereich des Werkzeugkörpers: 3xD, 5xD und 8xD
- Semi-Standard-Werkzeuge auf Anfrage



Zum Lösen die Klemmschraube 3- bis 5-mal gegen den Uhrzeigersinn drehen. Die Schraube muss nicht aus dem Körper entfernt werden.

### Empfehlung für Kühlmitteldruck und Kühlmittelvolumen





Bezeichnung	D	D1	LPR	PL	LF	CH	Bs
LPF2000R01	20	8,3	9,81	2,18	7,63	0,7	20
LPF2050R01	20,5	8,3	9,81	2,18	7,63	0,7	20
LPF2100R01	21	8,3	9,81	2,18	7,63	0,7	21
LPF2150R01	21,5	8,3	9,81	2,18	7,63	0,7	21
LPF2200R01	22	9	10,55	2,38	8,17	0,7	22
LPF2250R01	22,5	9	10,55	2,38	8,17	0,7	22
LPF2300R01	23	9	10,55	2,38	8,17	0,7	23
LPF2350R01	23,5	9	10,55	2,38	8,17	0,7	23
LPF2400R01	24	10	10,62	2,52	8,1	0,7	24
LPF2450R01	24,5	10	10,62	2,52	8,1	0,7	24
LPF2500R01	25	10	10,62	2,52	8,1	0,7	25
LPF2550R01	25,5	10	10,62	2,52	8,1	0,7	25
LPF2600R01	26	10,5	12,68	2,84	9,84	0,7	26
LPF2650R01	26,5	10,5	12,68	2,84	9,84	0,7	26
LPF2700R01	27	10,5	12,68	2,84	9,84	0,7	27
LPF2750R01	27,5	10,5	12,68	2,84	9,84	0,7	27
LPF2800R01	28	10,6	12,22	2,72	9,5	0,7	28
LPF2850R01	28,5	10,6	12,22	2,72	9,5	0,7	28
LPF2900R01	29	10,6	12,22	2,72	9,5	0,7	29
LPF2950R01	29,5	10,6	12,22	2,72	9,5	0,7	29
LPF3000R01	30	12,4	14,43	2,8	11,63	0,7	30
LPF3050R01	30,5	12,4	14,43	2,8	11,63	0,7	30
LPF3100R01	31	12,4	14,43	2,8	11,63	0,7	31
LPF3150R01	31,5	12,4	14,43	2,8	11,63	0,7	31
LPF3200R01	32	13,6	14,72	3,13	11,59	0,7	32
LPF3250R01	32,5	13,6	14,72	3,13	11,59	0,7	32
LPF3300R01	33	13,6	14,72	3,13	11,59	0,7	33
LPF3350R01	33,5	13,6	14,72	3,13	11,59	0,7	33
LPF3400R01	34	13,6	14,72	3,13	11,59	0,7	34
LPF3450R01	34,5	13,6	14,72	3,13	11,59	0,7	34
LPF3500R01	35	14,6	16,51	3,31	13,2	0,7	35
LPF3550R01	35,5	14,6	16,51	3,31	13,2	0,7	35
LPF3600R01	36	14,6	16,51	3,31	13,2	0,7	36
LPF3650R01	36,5	14,6	16,51	3,31	13,2	0,7	36
LPF3700R01	37	14,6	16,51	3,31	13,2	0,7	37
LPF3750R01	37,5	14,6	16,51	3,31	13,2	0,7	37
LPF3800R01	38	15,9	16,81	3,49	13,32	0,7	38
LPF3850R01	38,5	15,9	16,81	3,49	13,32	0,7	38
LPF3900R01	39	15,9	16,81	3,49	13,32	0,7	39
LPF3950R01	39,5	15,9	16,81	3,49	13,32	0,7	39
LPF4000R01	40	15,9	16,81	3,49	13,32	0,7	40
LPF4050R01	40,5	15,9	16,81	3,49	13,32	0,7	40
LPF4100R01	41	15,9	16,81	3,49	13,32	0,7	40

# Bohren

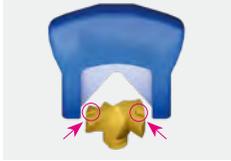
## Montage der Bohrköpfe



1. Sitz säubern und ölen.



2. Wechselkopf in Sitz montieren



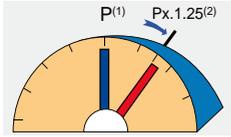
3. Schlüssel in Nuten am Bohrkopf setzen



3. Bohrkopf durch drehen im Uhrzeigersinn montieren

## Verschleissarten

Leistungsbegrenzung

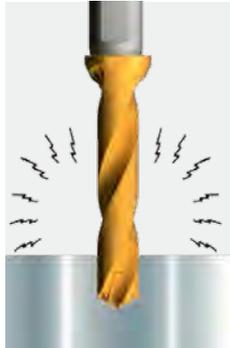
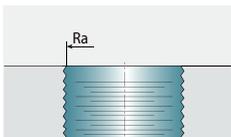


(1) neuer Bohrkopf  
(2) verschlissener Bohrkopf

Verschleißbegrenzung

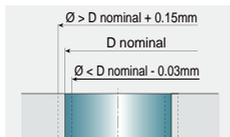


Oberflächenverschlechterung



Vibrationen oder Lärm erhöhen sich dramatisch

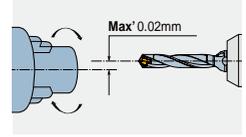
Durchmesseränderung



## Max. Rundlauffehler

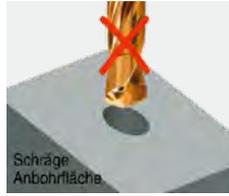


Rundlauf rotierend



Rundlauf stehend

## Bohrer Begrenzung



Schräge Anbohrfläche



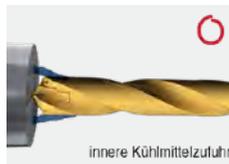
Querbohrung



Unterbrochener Schnitt

## Kühlmittelempfehlung

Drehmaschinen



innere Kühlmittelzufuhr

Bearbeitungszentren



Innere Kühlmittelzufuhr



äußere Kühlmittelzufuhr (bis zu 2xD)



äußere Kühlmittelzufuhr (Bis zu 2xD)



Trockenbearbeitung



Trockenbearbeitung

**Allgemeine Informationen**

Die Ingersoll Gold-Twist Produktlinie ist die nächste Generation des Wechselkopf-Bohrsystems. Die neue Ausführung ist eine Standard-Produktlinie mit einem Durchmesserbereich von Ø 6,0 mm bis Ø 25,9 mm in 0,1 mm Abstufungen und einem verfügbaren Längen/Durchmesser (L/D)-Verhältnis von 1,5xD, 3xD, 5xD und 8xD. Das L/D-Verhältnis von 12xD ist im Durchmesserbereich von Ø 8 mm bis Ø 25,9 mm verfügbar. Darüber hinaus ist der Durchmesserbereich von 4,0 mm bis 5,9 mm im L/D-Verhältnis 3xD und 5xD erhältlich.

**Produktbeschreibung**

Die präzisen Bohrkörper haben eine verbesserte Schnittstelle mit einem innovativen Klemmsystem, welches auch nach einer vielfachen Anzahl von Kopfwechseln eine zuverlässige Klemmung gewährleistet. Diese Bohrkörper bieten zusätzlich verdrehte Kühlmittelbohrungen, polierte Spankammern und eine PVD-Beschichtung, die für eine leichte Entspannung steht und eine verlängerte Körperstandzeit bietet. Jeder Körper kann einen Durchmesserbereich zw. 0,5 mm - 1 mm, abhängig vom Durchmesser, abdecken.

Die VHM-Wechselköpfe werden in der Qualität IN2505 angeboten, welche eine PVD-Beschichtung in exzellenter Ausführung, eine verbesserte Verschleißfestigkeit und verlängerte Standzeit in einer großen Anzahl von Anwendungen bietet. Zur Verfügung stehen Schneidengeometrien für die allgemeine Stahlbearbeitung (TPA), für die Gussbearbeitung (TKA) und für die Bearbeitung von rostfreien Stählen (TMA).

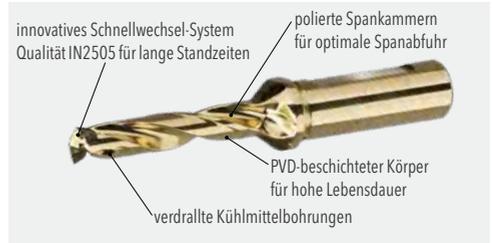
**Anwendungsmerkmale**

Die Ingersoll Gold-Twist Bohrlinie liefert hervorragende Ergebnisse in Anwendungen mit höheren Schnittgeschwindigkeiten und bietet ein einmaliges, stabiles und schnell zu wechselndes Klemmsystem. Das Ergebnis ist ein Produkt für Ihre Bohranwendung, welches Kosteneffizienz und eine hohe Produktivität verbindet.

**Produktmerkmale:**

- Die präzisen Bohrkörper besitzen ein innovatives Klemmsystem, welches eine hervorragende Stabilität besitzt und eine zuverlässige Klemmung garantiert.
- Das System zeichnet sich durch einfache Handhabung aus.
- Die Bohrkörper besitzen verdrehte Kühlmittelbohrungen, polierte Spankammern und eine PVD-Beschichtung, die eine gute Entspannung garantiert sowie längere Körperstandzeiten.
- Jeder Bohrkörper deckt einen Durchmesserbereich zwischen 0,5 mm bis 1,0 mm ab, abhängig von seinem Durchmesser.
- Die VHM-Wechselköpfe werden in 0,1 mm-Abstufungen in P-, M- und K-Geometrien in der Qualität IN2505 angeboten, die eine PVD-Beschichtung in exzellenter Ausführung ist. Sie steht für hohe Verschleißfestigkeit und längere Standzeiten bei vielen Anwendungen.

**Technische Informationen:**



Ein Bohrkörper deckt einen Durchmesserbereich zwischen 0,5 - 1 mm ab, abhängig von seinem Durchmesser

**Vorteile:**

- Hoch Produktiv
- Höchste Wirtschaftlichkeit
- Innovatives Bohrkopfklemmsystem
- Verdrehte und polierte Spankammern
- Verdrehte Kühlmittelbohrungen
- Exzellente Entspannung

**Hinweise und Tipps:**

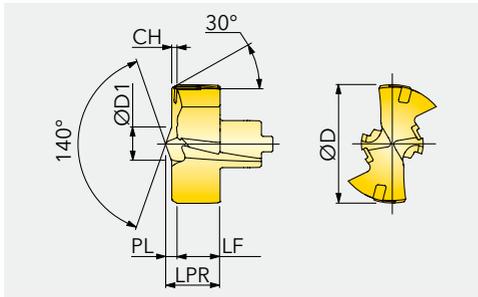
- Beim Bohraustritt wird eine Scheibe hergestellt, die bei drehenden Werkstücken weggeschleudert werden kann. **Bitte unbedingt Schutzvorkehrungen treffen!**
- Bei Durchgangsbohrungen ist darauf zu achten, dass beim Austritt des Bohrers der Bohrkopf geführt wird
- Bei Bohrern mit L/D = 8 und 12 den unteren Vorschubwert verwenden, ggf. beim Anbohren auf bis zu 50% des unteren Wertes gehen
- Bei Bohrern mit L/D = 8 und 12 bei Bedarf eine Pilotbohrung verwenden

**Anwendungsbereich Bohrköpfe:**

Bohrkopf	Ansicht	Geometrie für
TPA_R01		allgemeine Stahlbearbeitung
TMA_R01		rostfreie Stahlbearbeitung
TKA_R01		Gussbearbeitung
TPF_R01		ebener Bohrungsgrund
TPC_R01		selbstzentrierende Bohrgeometrie
TNA_R01		Aluminiumbearbeitung

# Bohren

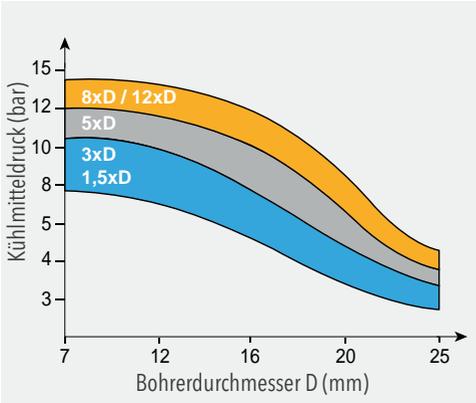
## Abmessung Bohrkopf für ebenen Bohrungsgrund



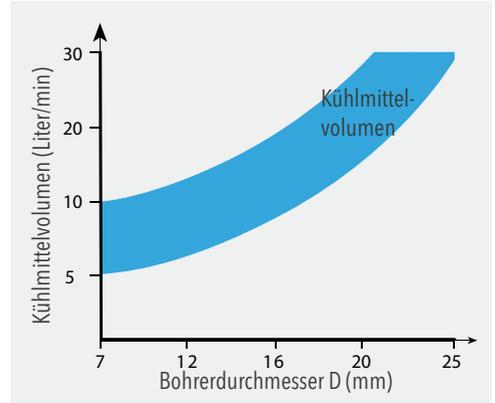
Bezeichnung	D	D1	LPR	t	PL	LF	CH	Bs
TPF0700R01	7,0	2,13	3,6	3,3	0,68	2,90	0,4	7
TPF0750R01	7,5	2,13	3,6	3,3	0,68	2,90	0,4	7
TPF0800R01	8,0	2,25	4,4	4,0	1,09	3,30	0,7	8
TPF0850R01	8,5	2,25	4,4	4,0	1,09	3,30	0,7	8
TPF0900R01	9,0	2,29	4,6	4,2	1,11	3,50	0,7	9
TPF0950R01	9,5	2,29	4,6	4,2	1,11	3,50	0,7	9
TPF1000R01	10,0	2,44	4,9	4,4	1,17	3,70	0,7	10
TPF1050R01	10,5	2,44	4,9	4,4	1,17	3,70	0,7	10
TPF1100R01	11,0	3,09	5,1	4,5	1,25	3,80	0,7	11
TPF1150R01	11,5	3,09	5,1	4,5	1,25	3,80	0,7	11
TPF1200R01	12,0	2,95	5,4	4,8	1,26	4,10	0,7	12
TPF1250R01	12,5	2,95	5,4	4,8	1,26	4,10	0,7	12
TPF1300R01	13,0	3,04	5,7	5,1	1,30	4,40	0,7	13
TPF1350R01	13,5	3,04	5,7	5,1	1,30	4,40	0,7	13
TPF1400R01	14,0	3,30	6,1	5,5	1,31	4,80	0,7	14
TPF1450R01	14,5	3,30	6,1	5,5	1,31	4,80	0,7	14
TPF1500R01	15,0	3,54	6,6	5,9	1,35	5,23	0,7	15
TPF1550R01	15,5	3,54	6,6	5,9	1,35	5,23	0,7	15
TPF1600R01	16,0	3,74	7,0	6,3	1,39	5,60	0,7	16
TPF1650R01	16,5	3,74	7,0	6,3	1,39	5,60	0,7	16
TPF1700R01	17,0	3,75	7,3	6,6	1,40	5,90	0,7	17
TPF1750R01	17,5	3,75	7,3	6,6	1,40	5,90	0,7	17
TPF1800R01	18,0	3,85	7,6	6,9	1,42	6,18	0,7	18
TPF1850R01	18,5	3,85	7,6	6,9	1,42	6,18	0,7	18
TPF1900R01	19,0	3,86	7,9	7,2	1,44	6,50	0,7	19
TPF1950R01	19,5	3,86	7,9	7,2	1,44	6,50	0,7	19
TPF2000R01	20,0	6,76	9,3	8,2	1,77	7,50	0,7	20
TPF2050R01	20,5	6,76	9,3	8,2	1,77	7,50	0,7	20
TPF2100R01	21,0	6,98	9,7	8,6	1,79	7,90	0,7	21
TPF2150R01	21,5	6,98	9,7	8,6	1,79	7,90	0,7	21
TPF2200R01	22,0	7,42	10,0	8,9	1,81	8,20	0,7	22
TPF2250R01	22,5	7,42	10,0	8,9	1,81	8,20	0,7	22
TPF2300R01	23,0	7,60	10,4	9,3	1,83	8,60	0,7	23
TPF2350R01	23,5	7,60	10,4	9,3	1,83	8,60	0,7	23
TPF2400R01	24,0	8,13	10,9	9,7	1,86	9,00	0,7	24
TPF2450R01	24,5	8,13	10,9	9,7	1,86	9,00	0,7	24
TPF2500R01	25,0	8,16	11,3	10,1	1,89	9,40	0,7	25
TPF2550R01	25,5	8,16	11,3	10,1	1,89	9,40	0,7	25

## Kühlmittelführung

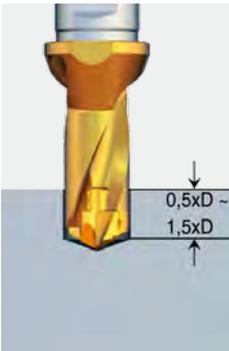
Empfohlener Kühlmitteldruck (bar)



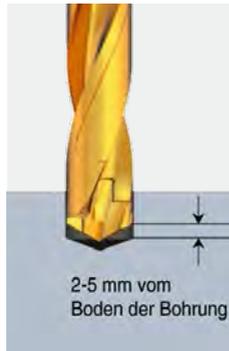
Empfohlenes Kühlmittelvolumen (Liter/min)



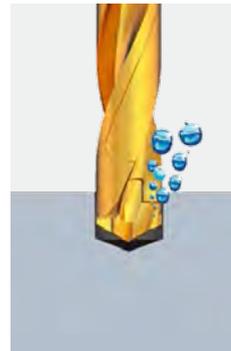
## Empfohlene Vorgehensweise bei langen Bohrern wie 8xD und 12xD



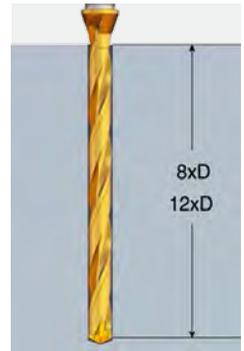
1. Bei Verwendung längerer Bohrer wie 8xD und 12xD wird empfohlen eine Pilotbohrung von 0,5xD bis 1,5xD zu bohren



2. Einfahren in die Pilotbohrung bis 2 mm vor Grund mit reduzierter Schnittgeschwindigkeit



3. Innere Kühlmittelzufuhr 2 bis 3 Sek. vor dem Bohrvorgang einschalten, benötigte Drehzahl und Vorschub einstellen



4. Kontinuierliches Bohren bei empfohlenen Schnittwerten

# Bohren

## **GOLDTWIST** Gewinde-Kernlochbohrer

### Produktbeschreibung

Die Gewindekernlochbohrer mit integrierter Fasstufe sind eine Ergänzung unserer Ingersoll GoldTwist Produktlinie. Die Werkzeuge können zur Herstellung von 45° angefassten Durchgangs- und Sacklochbohrungen sowie zur Herstellung von Bohrungen mit einer 45° Senkung eingesetzt werden.

Die Werkzeuge zeichnen sich durch das bewährte GoldTwist Wechselkopfsystem und den austauschbaren Fas-Wendeschneidplatten aus.

Die Gewidekernlochbohrer sind für die metrischen Gewindegrößen M8 bis M24 verwendbar.



### Vorteile

Durch die Kombination des Kernlochbohrers und der Fasstufe können 2 Bearbeitungsschritte zusammengefasst werden und somit eine wirtschaftlichere Bearbeitung durchgeführt werden.

Es entfallen zudem das Nachschleifen und die höheren Lagerhaltungskosten, die bei Verwendung von VHM-Bohrern entstehen.

### Anwendungsbereich

Bohren mit 45° Fase:

Sacklochbohrung



Durchgangsbohrung



Bohren mit 45° Senkung

Sacklochbohrung



Durchgangsbohrung



## **GOLDTWIST** Wechselkopfbohrer 4 - 5,9 mm

### Produktbeschreibung

Die Wechselbohrköpfe der neuen GoldTwist-Produkte, die im Durchmesserbereich von 4 bis 5,9 mm in Abstufungen von 0,1 mm erhältlich sind, machen zusätzliche Rüstzeiten überflüssig und sind produktiver als die derzeit gängigen Vollhartmetallbohrer.

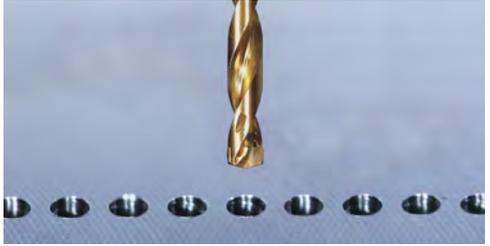
Diese Eigenschaften machen die neue GoldTwist-Serie zur innovativen Lösung für die Bearbeitung von Bohrungen mit kleinem Durchmesser.

### Vorteile

- Wechselkopfbohrer für kleine Bohrdurchmesser
- 4 - 5,9 mm Bohrkopfdurchmesser in 0,1 mm Schritten
- Verfügbar in 2 Haltergrößen: 3xD und 5xD

### Montage des Bohrkopfes

Für einen einfachen Wechsel der kleinen **GoldTwist**-Artikel ist der Bohrkopf schon im Spanschlüssel montiert und eine Bedienungsanleitung liegt bei.



- Hervorragende Bearbeitungsleistung und hohe Produktivität
- Keine zusätzliche Rüstzeiten und keine Nachjustierung des Bohrkopfes erforderlich



- 1** Sitz des Bohrkopfes mit Druckluft ausblasen.



- 2** Wenn möglich etwas Öl in den Sitz geben.



- 3** Bohrkopf im Spanschlüssel prüfen.



- 4** Spanschlüssel mit Bohrkopf in den Bohrkopfsitz einsetzen und im Uhrzeigersinn festziehen.

# Bohren

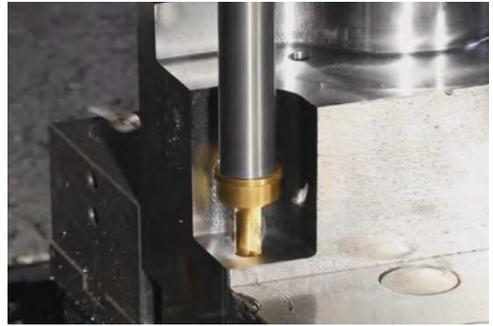
## WINTWIST Modulare Bohrerlinie

### Produktbeschreibung

Ingersoll bietet mit der modularen **WinTwist**-Serie, die die Wechselbohrköpfe der **GoldTwist**-Serie verwendet, ein neues System mit geringer Baugröße.

Die modulare **WinTwist**-Serie ist mit einer Vielzahl von **TopON** Aufnahmen erhältlich und ermöglicht ein leichtes Einrichten. Dies bietet die Flexibilität, die für Mehrspindler und Langdrehmaschinen erforderlich ist.

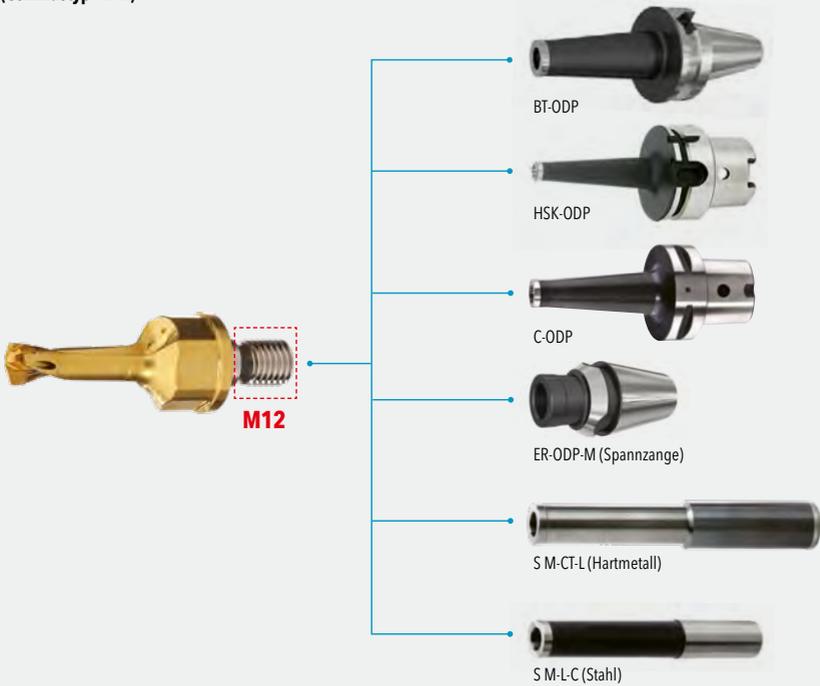
Die Einschraubbindung der **WinTwist** Serie ist mit vielen Aufnahmen kompatibel, darunter HSK-Aufnahmen, C-Adapter, ER-Spannzangen und Weldon-Schäfte.



### Vorteile

- Vielseitiger Anwendungsbereich, da die WinTwist Einschraubbohrer flexibel in vielen Aufnahmen verwendet werden können
- Erhältlich mit TopON Haltern für seitliche Klemmung
- Kürzere Werkzeugwechsel- und Rüstzeiten durch modulare Ausführung mit Wechselbohrköpfen
- Durch kürzere Werkzeuglängen bestens geeignet für Mehrspindler und Langdrehmaschinen
- Durch vorhandene GoldTwist-Bohrköpfe passend für alle Bearbeitungen und Materialien
- Mit innerer Kühlmittelzufuhr

## ÜBERSICHT DER AUFNAHMEN (Gewindetyp: M12)



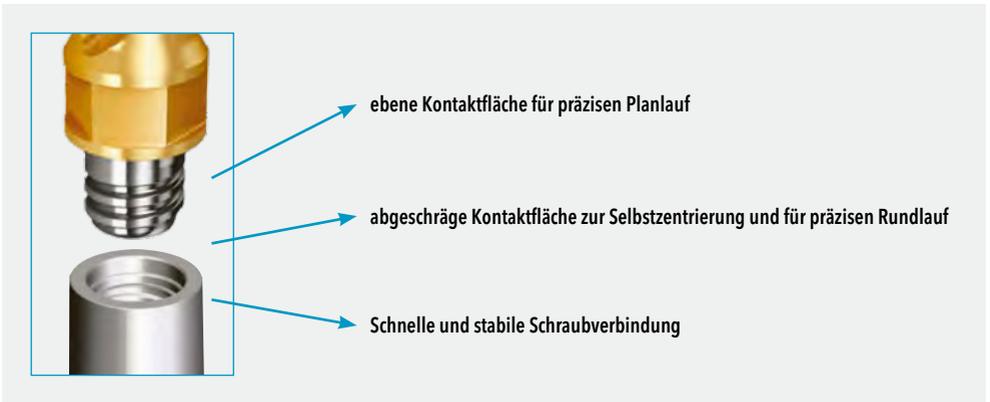
Die **WinTwist**-Serie von Ingersoll wurde erweitert durch Wechselkopfbohrer mit **ChipSurfer** Anbindung.

Um die Produktivität der modularen **WinTwist**-Serie mit Wechselbohrköpfen zu steigern, wurden sie mit einer **ChipSurfer**-Anbindung ausgestattet – für leichtere Klemmung und kürzere Rüstzeiten.

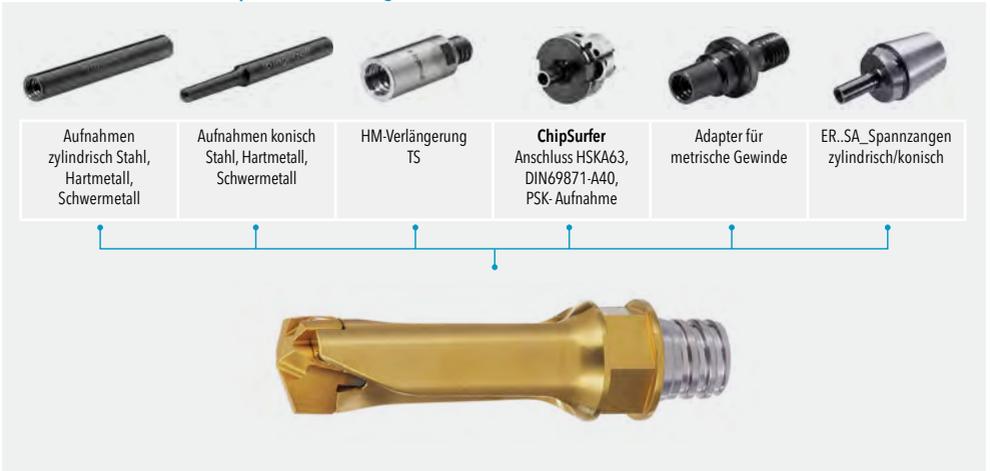


**Technische Merkmale & Vorteile**

- Modulare Wechselkopfbohrer für **GoldTwist** Bohrköpfe
- Modularer Aufbau mit Wechselbohrköpfen für kürzere Werkzeugwechsel- und Rüstzeiten
- Kürzere Werkzeuglängen erleichtern den Einsatz auf Mehrspindel- und Langdrehmaschinen
- Kompatibel mit vorhandenen **GoldTwist** Bohrköpfen: **TPA/TPC/TPM/TPK/TPN/TPF**
- Erhältlich mit innerer Kühlmittelzufuhr



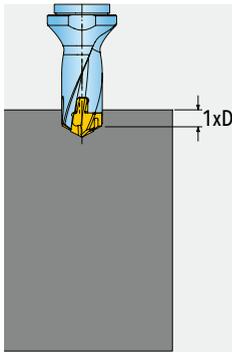
**Passende Aufnahmen mit ChipSurfer-Anbindung**



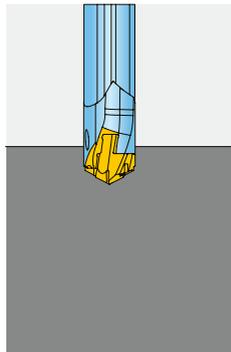
# Bohren

## Empfohlene Vorgehensweise Bohren auf dem BAZ oder Drehzentrum bis 400mm Bohrtiefe

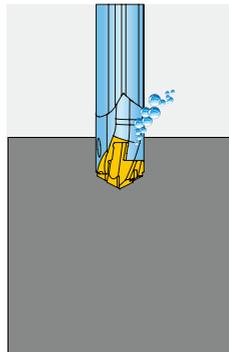
Bei Bohrtiefen > 400mm bis 800mm zuerst mit einem 400mm Bohrer nach empfohlener Vorgehensweise Punkt 1.) bis 4.) Bohren, danach mit dem Bohrer für bis zu 800mm Bohrtiefe nach empfohlener Vorgehensweise ab Punkt 2.) Bohren.



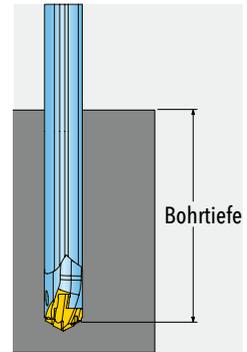
1. Pilotbohrung  $1xD$  mit GoldTwist Bohrer herstellen



2. Einfahren in die Pilotbohrung bis ca. 2 mm vor Grund mit niedrigem Vorschub und niedriger Drehzahl ( $n=50$  U/min)



3. Innere Kühlmittelzufuhr 2 bis 3 Sek. vor dem Bohrvorgang einschalten, benötigte Drehzahl und Vorschub einstellen



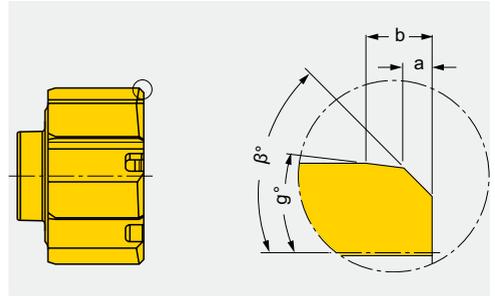
4. Kontinuierliches Bohren bei empfohlenen Schnittwerten

# Reibahlen



## Anschnittgeometrie-/Parametererkennung

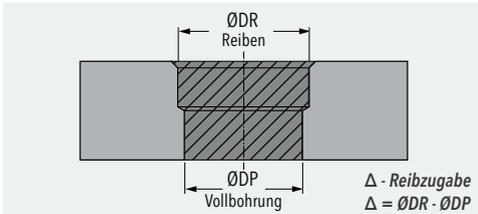
Anschnittkennung/ Parameter	$\beta^\circ$	a [mm]	$g^\circ$	b [mm]
A	45°	0,5	-	-
B	25°	1,07	-	-
C	45°	0,5	8°	0,75
D	30°	0,5	4°	1,85
E	45°	0,2	-	-
F	90°	-	-	-
G	75°	0,15	-	-
X	Sonderausführung (ohne Bezeichnung)			



Bei der Auswahl einer Reibahle ist es wichtig eine Anschnittgeometrie zu wählen, die die Reibzugabe berücksichtigt.

### Zusatzsorten (auf Anfrage):

- **IN60C:** Cermet bestückt zum Reiben in folgenden Werkstoffen empfohlen:  
unlegierter Stahl, niedriglegierter Stahl, Automatenstahl sowie Gusseisen mit Kugelgraphit
- **IN91D (PKD):** Zum Hochgeschwindigkeitsreiben von Aluminium (Sonderanwendungen) empfohlen
- **IN3305 (DLC-Beschichtung):** Zum Reiben in folgenden Werkstoffen empfohlen:  
Aluminiumguss und -knetlegierungen, Messing, Bronzen sowie anderen Nichteisenwerkstoffe



Loch $\varnothing$	11,5-13,5	13,5-16	16-32	
Material				
Stahl und Gusseisen	0,10 - 0,20	0,10 - 0,30	0,10 - 0,30	mm / $\varnothing$
Aluminium und Messing	0,15 - 0,25	0,20 - 0,30	0,20 - 0,40	mm / $\varnothing$

### Ausführung

#### Grundausführung

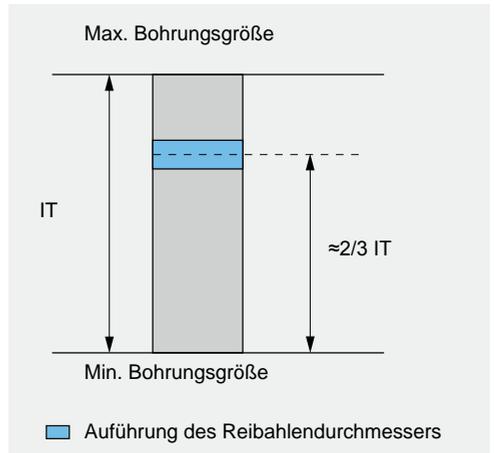
Durchmesserbereich:  $\varnothing 11,5$  bis  $\varnothing 32,0$  mm  
 Verfügbare Durchmesser: volle Millimetergröße  
 Genauigkeit: Bohrungstoleranz H7  
 Werkstoffsorten: IN05S und IN2005  
 Verfügbare Grundhalter: 3xD, 5xD und 8xD  
 Grundhaltermaterial: Stahl

#### Sonderausführung

Durchmesserbereich:  $\varnothing 11,5$  bis  $\varnothing 32,0$  mm  
 Durchmessergröße: auf Anfrage  
 Genauigkeit: ISO IT6 und höher  
 Werkstoffsorten: IN05S, IN2005, IN91D, IN3305 und IN60D

Verfügbare Grundhalter: auf Anfrage

Grundhaltermaterial: Stahl, Hartmetall, Schwermetall

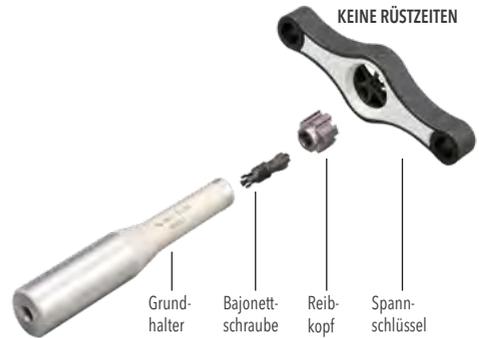


Ausführung des Kopfdurchmessers & Fertigungskonzepts

# Reibahlen

## Technische Vorteile:

- Hohe Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe (für gesteigerte Produktivität)
- Hohe Rundlaufgenauigkeit (Rundlauffehler max. 3 µm)
- Keine Rüstzeiten
- Ein einziger Schaft kann für eine Vielzahl von Durchmessern sowie mit verschiedenen Arten von Schneiden und Werkstoffsorten verwendet werden
- Hohe Wiederholgenauigkeit (max. 3 µm)
- Widerstandsfähig durch die Kombination aus Vollhartmetallkopf und flexiblem Stahlschaft
- kein Risiko des Verlusts von Spannelemente, die evtl. während der Indexierung herausfallen könnten
- Für nahezu Trockenbearbeitung (Minimalmengenschmierung) geeignet
- Die innere Kühlmittelzufuhr wird optimal auf die Schneiden gerichtet, wodurch eine äußerst effiziente Schmierung des Kopfes sowie eine sehr lange Standzeit des Werkzeugs gewährleistet wird



## Inbetriebnahme

1. Aufnahmebohrung des Grundhalters reinigen (Abb. 1).
2. Kegel des neuen Reibkopfs reinigen.
3. Spanschraube in den Grundhalter einsetzen und 2-3 Umdrehungen im Uhrzeigersinn drehen (Abb. 2).
4. Reibkopf auf die Schraube aufsetzen. **Achtung!** XT8 und XT9 können nur in einer Lage auf die Schraube montiert werden (Kopf drehen bis die korrekte Lage erreicht ist) (Abb. 3).
5. Kopf manuell drehen bis er fest in der Aufnahmebohrung sitzt.
6. Spanschlüssel mit einer Hand festhalten und Kopf bis zum Anschlag festziehen. Zum Aufbringen des erforderlichen Drehmoments hat jede BN-Größe einen eigenen Spanschlüssel (Abb. 4) (Der Grundhalter soll in einem Adapter gespannt werden).
7. Sicherstellen, dass die Anlageflächen des Halters und des Reibkopfes voll anliegen! (Abb. 5).



## Achtung:

Zerspanwerkzeuge können während der Montage abbrechen. Um Verletzungen zu vermeiden, ist eine persönliche Schutzausrüstung, wie zum Beispiel Schutzhandschuhe, Schutzmaske und Schutzbrille dabei zu tragen.

## Kopfwechsel

1. Reibkopf durch Drehen mit dem Spanschlüssel gegen den Uhrzeigersinn lösen, bis sich der Kopf frei dreht. Reibkopf vom Werkzeug demontieren. Die Spanschraube soll im Inneren bleiben! Aufnahmebohrung des Grundhalters reinigen (Abb. 1)
2. Kegel des neuen Reibkopfs reinigen.
3. Reibkopf auf die Schraube aufsetzen. **Achtung!** XT8 und XT9 können nur in einer Lage auf die Schraube montiert werden (Kopf drehen bis die korrekte Lage erreicht ist) (Abb. 3).
4. Reibkopf mit der Hand im Uhrzeigersinn drehen. Zu Beginn dreht der Kopf ohne Schraube, soll aber nach einer 1/6-Umdrehung in das Gewinde eingreifen.
5. Weiterdrehen bis der Kopf fest in der Aufnahmebohrung sitzt. Sollte die Schraube mit dem Reibkopf von Anfang an mitdrehen, Reibkopf entfernen und Schraube um eine weitere Umdrehung aufdrehen.
6. Spanschlüssel mit einer Hand festhalten und Kopf bis zum Anschlag festziehen. Zum Aufbringen des erforderlichen Drehmoments hat jede XT-Größe einen eigenen Spanschlüssel (Abb. 4). (Der Grundhalter soll in einem Adapter gespannt sein).
7. Sicherstellen, dass die Anlageflächen des Halters und des Reibkopfes voll anliegen! (Abb. 5).

## Anwendungen

### Durchgangsbohrung

#### Drallrichtung links

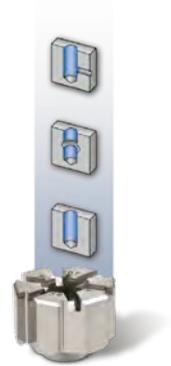
Die Linksdrallung ist speziell für das Durchgangsreiben konstruiert. Durch diese Bauart werden die Späne sofort nach der Entstehung nach vorne geschoben.



### Sackbohrung (Grundbohrung)

#### Geradegenutet

Der Kühlmittelfluss hilft bei der Spanabfuhr. Er leitet die gerade gebildeten Späne nach hinten. Die Späne laufen durch die geraden Nuten und werden aus der Bohrung rausgeworfen, ohne die Reibahle und Oberfläche der Bohrung zu beschädigen.



Köpfe mit geraden Nuten werden auch zum Reiben von Durchgangsbohrungen bei kurzspanenden Werkstoffen (Gusseisen) eingesetzt.

## Fehlerbehebung

Fehler	Ursache	Behebung
Bohrung ist zu groß 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reibahle oder Vorbohrung nicht zentriert</li> <li>• Reibahle zu groß</li> <li>• Kühl-/Schmierfehler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pendelhalter einsetzen oder Vorbohrung korrigieren</li> <li>• Größe der Reibahle prüfen, ggf. korrigieren</li> <li>• Schmiermittel wechseln und Kühlmitteldruck erhöhen</li> </ul>
Bohrung ist zu klein 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reibahle ist verschlissen</li> <li>• Reibzugabe zu gering</li> <li>• Kühl-/Schmierfehler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reibahle austauschen</li> <li>• Reibzugabe erhöhen</li> <li>• Schmiermittel wechseln und Kühlmitteldruck erhöhen</li> </ul>
Kegelige Bohrung (unten breiter) 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitte der Vorbohrung und der Reibahle falsch ausgerichtet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neuausrichten oder Pendelhalter einsetzen</li> </ul>
Kegelige Bohrung (breiter am Eingang) 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitte der Vorbohrung und der Reibahle falsch ausgerichtet</li> <li>• Material zwischen der Reibahle und der Bohrung im oberen Teil der Bohrung eingeklemmt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neuausrichten oder Pendelhalter einsetzen</li> <li>• Werkzeug axial befestigen</li> </ul>
Schlechte Oberflächenqualität 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reibahle ist verschlissen</li> <li>• Mitte der Vorbohrung und der Reibahle falsch ausgerichtet</li> <li>• Probleme bei der Spanabfuhr</li> <li>• Falsche Bearbeitungsparameter</li> <li>• Gratbildung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeug austauschen</li> <li>• Neuausrichten oder Pendelhalter einsetzen</li> <li>• Kühlmitteldruck erhöhen</li> <li>• Bearbeitungsparameter ändern</li> <li>• Bearbeitungsparameter ändern bzw. Kühlmittelzufuhr erhöhen</li> </ul>

# Reibahlen

## **QWIKREAM<sup>5</sup>** Wechselkopfreibahlen Ø8-12 mm

**QwikReam<sup>5</sup>** – die äußerst produktive Wechselkopfreibahlenserie für Ø8-12 mm Bohrungen.

Da die Industrie Reibwerkzeuge mit größerem Durchmesserbereich fordert und sich unsere **QwikReam** Reibahlen mit austauschbarem Reibkopf äußerst erfolgreich im Markt bewährt haben, stellt Ingersoll nun die neue **QwikReam<sup>5</sup>** Serie vor.

Die neue Serie von Wechselkopfreibahlen ist für die Bearbeitung kleiner Durchmesser von 8 bis 12 mm ausgelegt.

Kürzeste Rüst- und Stillstandzeiten als wesentliche Vorteile der **QwikReam<sup>5</sup>** Reibahlen sind auch der bedienerfreundlichen, charakteristischen Klemmung mittels Schlüssel geschuldet.

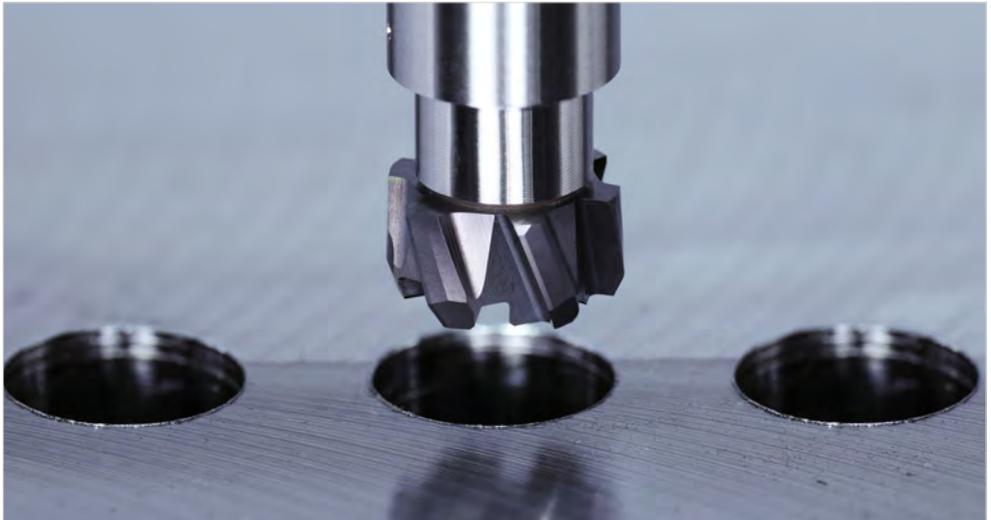
Die Serie besteht aus Grundhaltern in den Längen **3xD** und **5xD** sowie Reibköpfen für Bohrungen mit Toleranzen H7 im Bereich **8-12 mm**.

Reibköpfe in mittleren Größen können auf Kundenwunsch geliefert werden.



### Technische Merkmale & Vorteile

- Bedienerfreundliches, effektives Spannsystem - keine Rüstzeiten und minimale Maschinenstillstandszeiten
- Höhere Schneidkantenanzahl ( $z = 6$ ) für höhere Produktivität im Vergleich zu Vollreibahlen
- Gerade und helixförmige Reibköpfe passend für unterschiedliche Bohrungstypen (XSA: Sackloch, XLB: Durchgangsbohrung)
- Hervorragende Bohrungsgenauigkeit und erstklassige Oberflächenqualität (H7-Toleranz möglich)
- Direkte Kühlmittelzufuhr zu jeder Schneide
- Größenbereich: Ø8-12 mm Reibköpfe (in 1 mm Schritten), 3xD und 5xD Grundhalter



Serien der Wechselkopfreibahnen

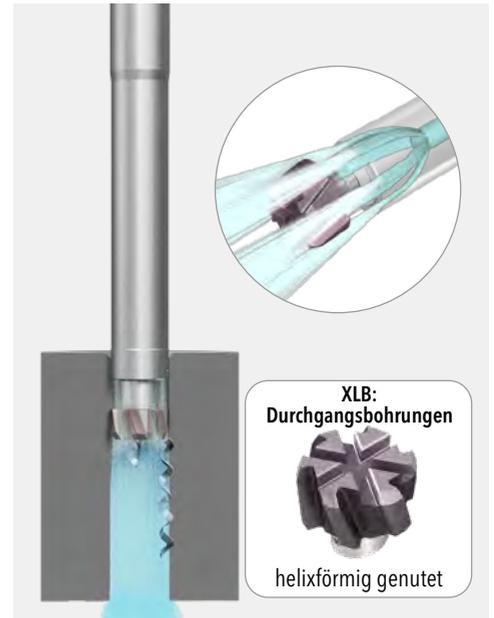
<b>QWIKREAM<sup>S</sup></b> Ø8-12 mm		<b>QWIKREAM</b> Ø11,5-32 mm	
 <p><b>XSA...R71</b> für Sacklochbohrungen</p>	 <p><b>XLB...R71</b> für Durchgangsbohrungen</p>	 <p><b>XSA...R71</b> für Sacklochbohrungen</p>	 <p><b>XLB...R71</b> für Durchgangsbohrungen</p>

2 Reibkopfausführungen und Kühlmittelzufuhr

- Für Sacklochbohrungen (XSA)



- Für Durchgangsbohrungen (XLB)



# Reibahlen

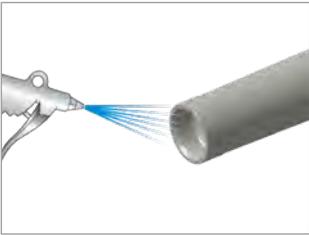
**QWIKREAM<sup>®</sup>** Wechselkopfreibahlen Ø8-12 mm

## Einzelteile

### Montage des Reibkopfes



### Montage des Reibkopfes



1.) Sitz des Reibkopfes vor Montage reinigen.

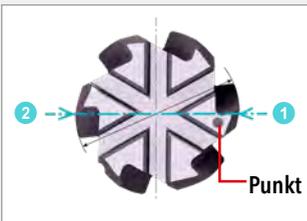


2.) Setzen Sie den Reibkopf auf den Grundhalter.



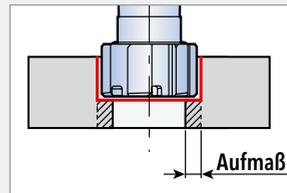
3.) Zugehörigen Klemmschlüssel im Uhrzeigersinn drehen, um den Reibkopf festzuziehen.

## Prüfung des Reibahledurchmessers



An der Außenkante messen, die mit einem Punkt gekennzeichnet ist ① und an der gegenüberliegenden Außenkante ②.

## Empfohlenes Reibaufmaß



Material	Durchmesser	
	< Ø10	Ø10-12
Stahl & Guss	0,07-0,10	0,07-0,15
Aluminium & Messing	0,07-0,10	0,10-0,15

\* Basierend auf Durchmesser

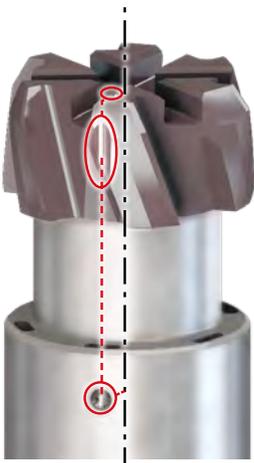
Beispiel:  
bei Ø9,85-9,93 mm Reibbearbeitung in Guss wird eine Vorbohrung empfohlen für Ø10H7.

## Montage des Reibkopfes

### Achtung:

Um einen reibungslosen Kühlmittelfluss zu erzielen, muss der Markierungspunkt an der Schneide des Reibkopfes wie folgt ausgerichtet werden.

richtig



Markierungspunkte an Reibkopf und Halter müssen genau übereinander liegen

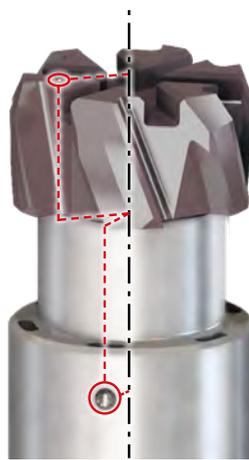


Die Kühlmittelbohrungen sind leicht sichtbar zwischen den Schneiden



reibungsloser Kühlmittelfluss

falsch



Markierungspunkte an Reibkopf und Halter sind nicht zueinander ausgerichtet



Die Kühlmittelbohrungen sind durch die Schneiden verdeckt



gestörter Kühlmittelfluss

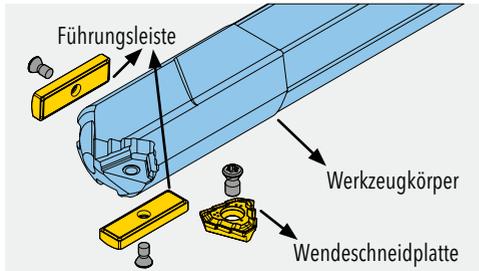
# Tieflochbohrer

**DEEPTRIO**

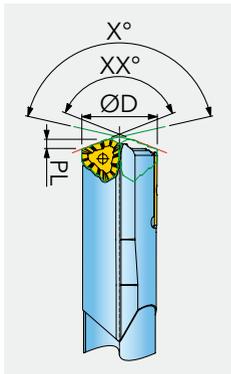
## Produktübersicht

Der DeepTrio Tieflochbohrer ist im Durchmesserbereich  $\varnothing$  10 mm bis  $\varnothing$  32 mm in den Längen 10xD, 15xD und 25xD erhältlich.

Die Wendeschneidplatte hat bis zu 3 Schneidkanten, mit einer Spanbrecher- und Wipergeometrie. Sie werden in der bewährten verschleißfesten Qualität IN2005 ausgeführt. Die Werkzeuge werden über austauschbare Führungsleisten optimal geführt und besitzen innere Kühlmittelzufuhr.



## Spitzenwinkel



ØD	X°	XX°	PL	WSP	ØD	X°	XX°	PL	WSP
12	154°	135°	1,8	LPHT060204R	19,5	154°	137°	3	TPHT090305R
12,5	154°	135°	1,8	LPHT060204R	20	155°	137°	3	TPHT090305R
13	154°	135°	1,8	LPHT060204R	21	154°	139°	3,2	TPHT100305R
13,5	154°	135°	1,8	LPHT060204R	22	154°	140°	3,4	TPHT110405R
14	154°	137°	2	TPHT070304R	23	154°	140°	3,4	TPHT110405R
14,5	154°	137°	2	TPHT070304R	24	154°	140°	3,4	TPHT110405R
15	154°	137°	2	TPHT070304R	25	154°	140°	3,4	TPHT110405R
16	155°	140°	2,2	TPHT080305R	26	154°	140°	3,4	TPHT110405R
16,5	155°	140°	2,2	TPHT080305R	27	154°	141°	3,6	TPHT120405R
17	154°	138°	2,2	TPHT080305R	28	154°	141°	3,6	TPHT120405R
17,5	154°	138°	2,2	TPHT080305R	29	154°	141°	4,6	TPHT130408R
18	154°	138°	2,2	TPHT080305R	30	154°	141°	4,6	TPHT130408R
18,5	154°	137°	3	TPHT090305R	31	154°	141°	4,6	TPHT130408R
19	154°	137°	3	TPHT090305R	32	154°	141°	4,6	TPHT130408R

## Produktübersicht

Der neue Abstimmplattensatz für DeepTrio Tiefbohrer von Ingersoll ermöglicht eine schnelle und einfache Anpassung des Bohrerdurchmessers und verringert den Lagerbestand an Sonderprodukten.

Mit diesem Abstimmplattensatz kann der Durchmesserbereich von 10 - 28 mm der GT DeepTrio Tieflochbohrer um 0,01 - 0,1 mm exakt eingestellt werden. Die Abstimmplatten werden unter den Führungsleisten der GT DeepTrio Tieflochbohrer montiert.

## Merkmale & Vorteile

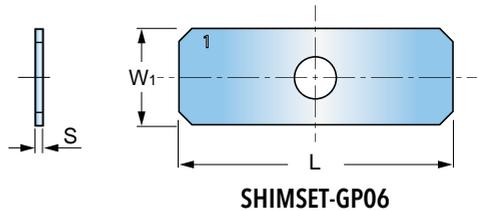
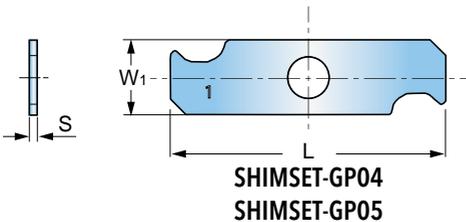
- Die Abstimmplatten können bei der Durchmessereinstellung der GT DeepTrio Tieflochbohrer verwendet werden (Durchmesserbereich 10 - 28 mm).
- Einfache und schnelle Durchmessereinstellung in Abstufungen von 0,01 - 0,1 mm
- 2 Sets von Abstimmplatten reichen aus, um den möglichen Einstellbereich abzudecken.
- Präzise Bohrerdurchmesserbearbeitung ist möglich, ähnlich wie bei der Verwendung von HSS Tieflochbohrern oder gelöteten Tieflochbohrern.

## DEEPTRIO Abstimmplatten

Auf den Abstimmplatten befinden sich Nummern: **1 - 5**.

Diese Nummern bezeichnen die Stärke der Abstimmplatten z.B.:

- 1 = 0,01 mm,      2 = 0,02 mm,      3 = 0,03 mm**  
**4 = 0,04 mm,      5 = 0,05 mm**



Artikel-Nr.	Bezeichnung	Breite W1 (mm)	Länge L (mm)	Stärke S (mm)	passende Führungsleiste (Größe)
6783757	SHIMSET-GP04	4	16	0,01 - 0,05	PAD-GP04
6783010	SHIMSET-GP05	5	18	0,01 - 0,05	PAD-GP05
6783011	SHIMSET-GP06	6	20	0,01 - 0,05	PAD-GP06

Jedes Abstimmplattenset besteht aus 5 Abstimmplatten in unterschiedlicher Stärke: 0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,04 / 0,05 mm

Die Abstimmplatten werden nur als Set verkauft und sind nicht einzeln erhältlich.

# Tieflochbohrer

## DEEPTRIO Abstimmplatten

### Montageanleitung

#### Schritt 1

Messen Sie den Durchmesser zwischen der Führungsleiste und der Wendschneidplatte mit einer Mikrometer oder einem Messschieber. Sie können auch den Durchmesser der Bohrung nach der eigentlichen Bearbeitung messen.



#### Schritt 2

In der nachfolgenden Kombinationstabelle sind die Kombinationsmöglichkeiten aufgezeigt, um die erforderlichen Durchmesser zu erhalten.

Der tatsächliche Bohrdurchmesser ist in der Regel geringfügig (20-30  $\mu\text{m}$ ) größer als der in **Schritt 1** gemessene Bohrerdurchmesser.



#### Schritt 3

Entfernen Sie die Führungsleisten um die Abstimmplatten zu montieren.

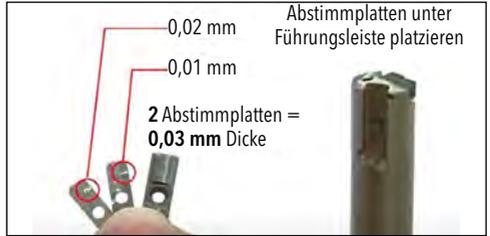


## DEEPTRIO Abstimmplatten

### Montageanleitung

#### Schritt 4

Legen Sie die Abstimmplatten unter die Führungsleiste und befestigen Sie diese am Bohrhalter.



#### Schritt 5

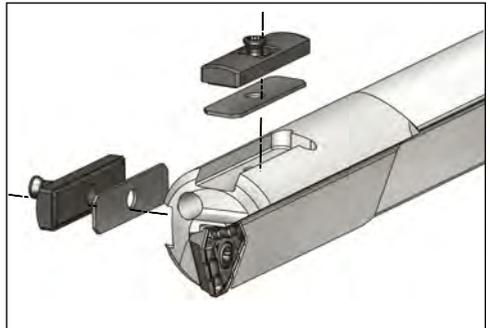
Bitte nun den korrekten Bohrerdurchmesser prüfen.



Tatsächlicher Bohrungsdurchmesser: 16,03 - 16,04 mm

#### Schritt 6

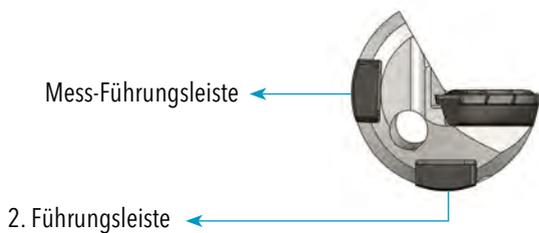
Nach der Bohrbearbeitung bitte prüfen, ob der gewünschte Bohrungsdurchmesser erzielt wurde.



# Tieflochbohrer

## DEEPTRIO Kombinationsmöglichkeiten der Abstimmplatten

Durchmessereinstellung (mm)	Abstimmplatte(n) für Mess-Führungsleiste	Abstimmplatte(n) für 2. Führungsleiste	Anzahl der benötigten Abstimmplattensets
+0,01	0,01	-	1
+0,02	0,02	0,01	1
+0,03	0,03	0,01 + 0,02	1
+0,04	0,04	0,01 + 0,03	1
+0,05	0,05	0,02 + 0,03	1
+0,06	0,01 + 0,05	0,02 + 0,04	1
+0,07	0,02 + 0,05	0,03 + 0,04	1
+0,08	0,03 + 0,05	0,04 + 0,04	2
+0,09	0,04 + 0,05	0,04 + 0,05	2
+0,10	0,05 + 0,05	0,04 + 0,04 + 0,02	2



# Tieflochbohrer Führungsleisten

**DEEPTRIO**

## Neue Führungsleisten mit doppelter Fase

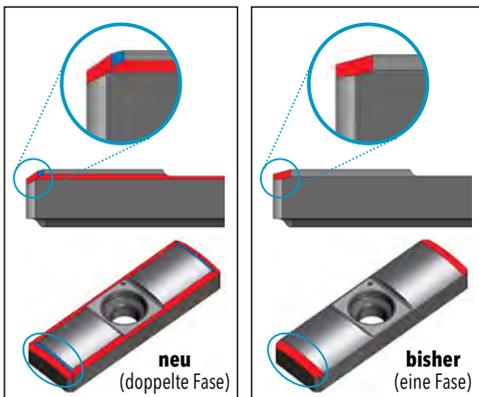
Die **DeepTrio** Führungsleisten von Ingersoll wurden umgestellt auf Ausführungen mit doppelter Fase. Durch die neue Ausführung der Führungsleisten mit doppelter Fase werden plötzlich auftretende Beschädigungen minimiert und eine stabilere Bearbeitung ermöglicht.

Die Führungsleisten mit Doppelfasen werden in der Qualität IN2005 für hervorragende Verschleißfestigkeit oder in der Qualität IN2030 für hervorragende Zähigkeit angeboten.

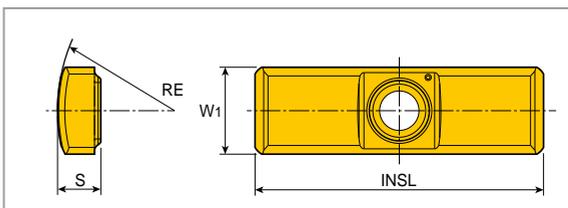
Auch einige Schrauben werden durch neue ersetzt.

### Merkmale der Führungsleisten

- Führungsleiste mit doppelter Fase
  - Zuverlässigere Führung
  - Schutz vor Beschädigung der Führungsleiste
  - Verbesserte Standzeit



### Führungsleiste mit doppelter Fase PAD-DC



Bezeichnung	Maße (mm)				Schraube	Qualität	
	W1	S	INSL	RE		IN2005	IN2030
PAD-GP04-16-055-DC	4	2.0	16	5.5	TS 20043I/HG-P	●	●
PAD-GP05-18-060-DC	5	2.5	18	6.0	SM22-046-00	●	●
PAD-GP05-18-075-DC	5	2.5	18	7.5	SM22-046-00	●	●
PAD-GP06-20-085-DC	6	3.0	20	8.5	SM22-046-00	●	●
PAD-GP06-20-100-DC	6	3.0	20	10.0	SM22-046-00	●	●
PAD-GP06-20-120-DC	6	3.0	20	12.0	SM22-046-00	●	●
PAD-GP07-20-120-DC	7	3.5	20	12.0	CSTB3S	●	●

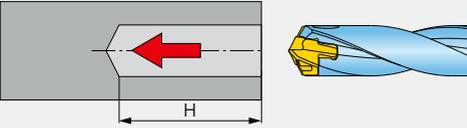
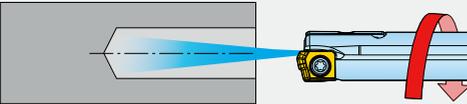
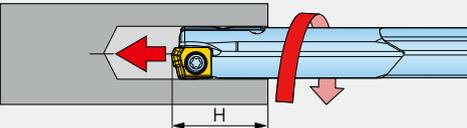
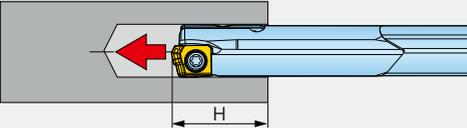
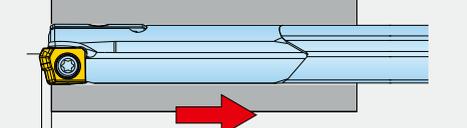
●: Standardartikel

# Tieflochbohrer

**DEEPTRIO** Tieflochbohren bis 25 x D

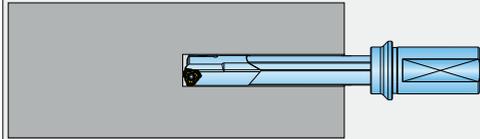
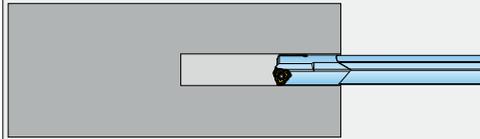
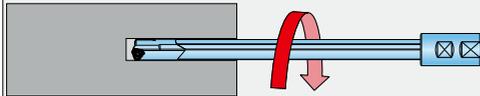
## Vorgehensweise beim Bohren auf Bearbeitungs- und Drehzentren

Um mit den **DeepTrio** Tieflochbohrer von Ingersoll die maximale Werkzeugleistung zu erzielen, gehen Sie wie im Folgenden beschrieben vor.

	<p>1. Pilotbohrung bohren Bohrungstoleranz: + 0,01 mm / +0,05 mm Bohrungstiefe: H = 25 mm <b>HINWEIS:</b> H = 45 mm bei Verwendung von GTADP-Bohrern ("cross-hole type") <b>GoldTwist</b> oder <b>SpadeTwist</b> Bohrer für die Pilotbohrung verwenden</p>
	<p>2. Bohrer langsam in die Pilotbohrung einfahren (H = 5 mm) 3. Kühlmittel einschalten Drehzahl: n = 50 - 100 1/min Vorschub: vf = 100 - 300 mm/min <b>HINWEIS:</b> Werkzeug nicht mit hoher Drehzahl laufen lassen, bevor die Pilotbohrung führt!</p>
	<p>4. Bohrer bei Tiefe H = 20 mm stoppen <b>HINWEIS:</b> Bei H = 40 mm stoppen, wenn GTADP Version zum Einsatz kommt. 5. Nenn Drehzahl starten</p>
	<p>6. Vorschub starten Am Anfang H = 20 - 30 mm (H = 40 - 50 mm bei GTADP-Bohrern) 80% des programmierten Vorschubs verwenden Bei Bohrtiefe &gt; 30 mm (&gt; 50 mm bei GTADP-Bohrer) auf 100 % des Vorschubs gehen.</p>
	<p>7 Bei Durchgangsbohrung Kontinuierliches Bohren, bis der Bohrerkopf 5 mm aus dem Werkstück herauschaut <b>HINWEIS:</b> Bei langspanenden Materialien wie z.B. Baustahl, den Vorschub reduzieren. 8. Drehzahl reduzieren (n = 50 1/min) und Kühlmittel abschalten 9. Bohrer herausfahren und Bearbeitung beenden.</p>

**Vorgehensweise beim Bohren auf Bearbeitungszentren und horizontalen Bohrwerken**

Bei der Verwendung eines überlangen **DeepTrio** Tieflochbohrers (länger als 25 xD) auf konventionellen Bearbeitungszentren oder horizontalen Bohrwerken ohne Bohrer Support oder Führungsbuchse um das Werkzeug entlang seiner gesamten Länge abzustützen, befolgen Sie die nachfolgend beschriebene Vorgehensweise, um zu verhindern, dass der Bohrer während der Bearbeitung "auspeitscht".

	<p>1. Pilotbohrung bohren Bohrungstoleranz: + 0,01 mm / +0,05 mm Bohrungstiefe: H = 25 mm <b>GoldTwist</b> oder <b>SpadeTwist</b> Bohrer für die Pilotbohrung verwenden</p>
	<p>2. Verwenden Sie zuerst einen Bohrer bis 25 x D um so tief wie möglich zu bohren <b>HINWEIS:</b> vorgehen wie bei "Tieflochbohren bis 25 x D" beschrieben</p>
	<p>3. Starten Sie mit niedriger Drehzahl (<math>n = 50 - 100 \text{ }^1/\text{min}</math>) und niedrigem Vorschub (<math>v_f = 100 - 300 \text{ mm/min}</math>) um in die 25 x D-Bohrung einzufahren.</p>
	<p>4. Wenn das Werkzeug eingefahren ist, erhöhen Sie die Drehzahl und den Vorschub auf die errechneten Werte.</p>
	<p>7 Auf die benötigte Tiefe bohren. 8. Drehzahl reduzieren (<math>n = 50 \text{ }^1/\text{min}</math>) und Kühlmittel abschalten 9. Bohrer herausfahren und Bearbeitung beenden.</p>

**WICHTIGER HINWEIS**

Überspringen Sie auf keinen Fall Punkt 2!

Sollten Sie diesen Punkt überspringen, kann dies bei dem Werkzeug dazu führen, dass es während der Bearbeitung zum auslenken kommt und als Folge daraus zum Werkzeugbruch und möglicherweise zu Verletzungen

# Tieflochbohrer

## DEEPTRIO Vorsichtsmaßnahmen beim Bohren durch Querbohrungen

### Empfohlene Vorgehensweise beim Bohren durch Querbohrungen

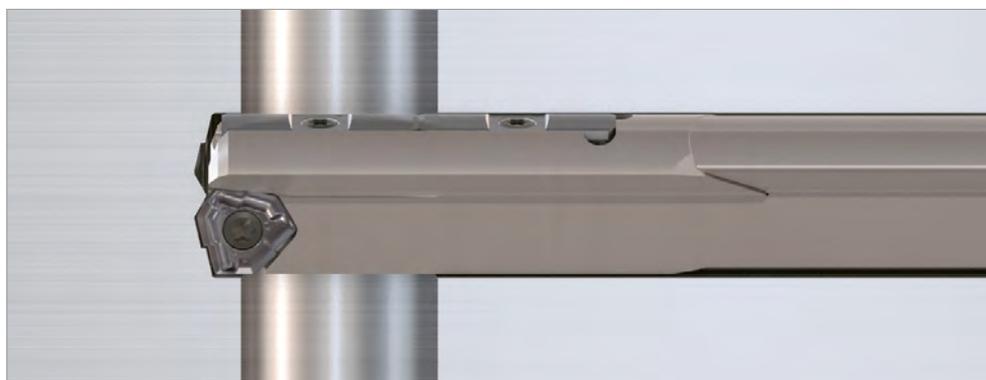
Wenn Sie bei der Verwendung **DeepTrio** Tieflochbohrers eine Bohrung queren müssen, empfehlen wir die Verwendung eines GTADP-Bohrers mit doppelten Führungsleisten.

Beim Eintritt des Bohrers in die Querbohrung reduzieren Sie den Vorschub auf  $f_u = 0,03 - 0,05 \text{ mm / U}$  bis die Bohrung durchquert ist. Nach Durchqueren der Bohrung kann der Vorschub wieder erhöht werden.

Wenn Sie die gewünschte Bohrtiefe erreicht haben, fahren die den Tieflochbohrer mit niedriger Drehzahl und niedrigem Vorschub aus der Bohrung heraus.

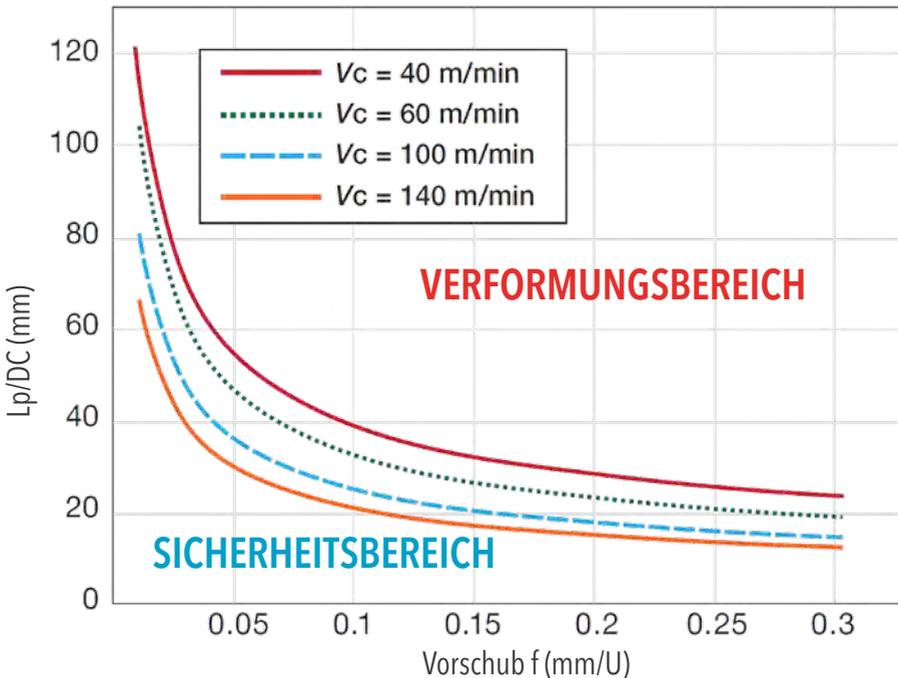
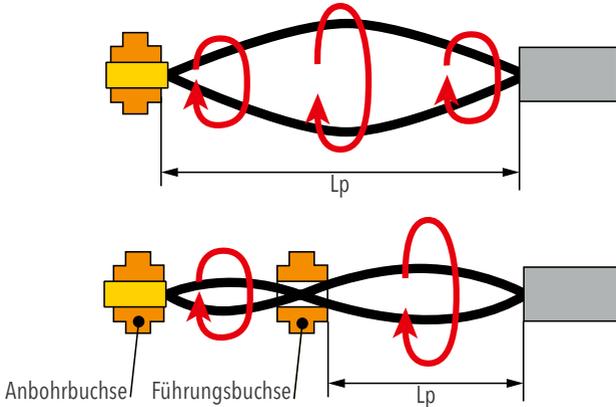
Sollten Sie den Tieflochbohrer schnell und ohne Drehzahl zurückfahren, können die Wendeschneidplatten und/oder die Führungsleisten durch Kontakt mit Graten im Bereich der Querbohrung beschädigt werden.

### DeepTrio Design für Querbohrungen



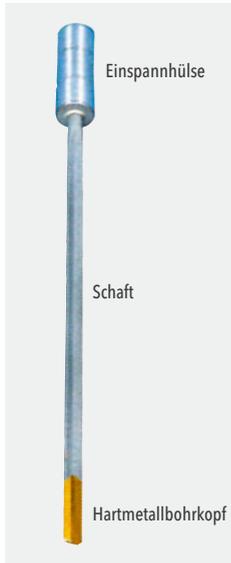
**Maßnahmen gegen "Auslenken"**

Jeder Tieflochbohrer neigt unter bestimmten Umständen zum "Auslenken". Dieses Phänomen ist vollständig abhängig von Werkzeuglänge und Schnittgeschwindigkeit. Wenn die Parameter in der Verformungsbereich liegen, wie in der Grafik dargestellt, sollten Sie eine Änderung der Schnittgeschwindigkeit oder die Verwendung eines Supports mit Führungsbuchse in Betracht ziehen.



# Tieflochbohrer

## Einlippen-Tieflochbohrer



Durchmesserbereich:  $\varnothing 2,5 - \varnothing 40\text{mm}$   
Länge: 150 - 3000mm

### Anwendung:

- Für tiefe Bohrungen bis zu 50xD
- Bohrungstoleranzen von IT7 bis IT9 werden erzielt
- Exzellente Bohrungsgeradheit und Konzentrität
- Reduzierte Positionsabweichung
- Oberflächenqualität von Ra 0,4 bis 1,6 sind erreichbar
- Kann eine Nachbearbeitung der Bohrung mit Reibahlen überflüssig machen

### Einspannhülse

Stahl-Einspannhülse für die Klemmung des Tieflochbohrers in der Maschine

### Schaft

Ausgestattet mit "V" Spann- und innerer Kühlmittelzufuhr. Der Schaft besteht aus gehärtetem Stahl für höchste Verdrehfestigkeit und optimale Zufuhr des Kühlmittels und Spanabfuhr.

### Hartmetallbohrkopf

Erhältlich in 4 unterschiedlichen Standardgeometrien, mit 8 verschiedenen Stützleisten-ausführungen und 4 Beschichtungsoptionen für eine Vielzahl von Bearbeitungen

## Vollhartmetall-Tieflochbohrer



Durchmesserbereich:  $\varnothing 1,4 - \varnothing 16\text{mm}$   
Länge: 40 x Bohrungsdurchmesser bis 200mm Spann-länge

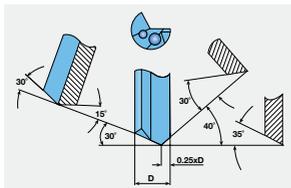
### Hartmetallschaft und Hartmetallbohrkopf

Hier werden Bohrkopf und Schaft aus einem Stück Vollhartmetall hergestellt. Die Spann- hülse kann aus Stahl oder Hartmetall bestehen.

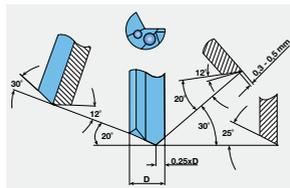
Dieser Hartmetall-Tieflochbohrer eignet sich bestens für den Einsatz in konventionellen Bearbeitungszentren und Drehmaschinen. Die Bohrer bieten höchste Steifigkeit bei optimaler Kühlmittelzufuhr. Als Resultat können bis zu 100% höhere Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe erzielt werden.

## Winkelanschliff

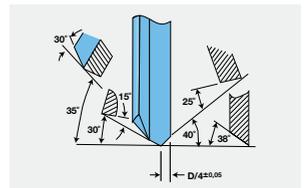
Abhängig von den erforderlichen Toleranzen, Schnittleistungen und der gewünschten Spanform werden folgende Standard-Schleifwinkel empfohlen.



Standardanschliffwinkel für Durchmesser kleiner als 4,0 mm

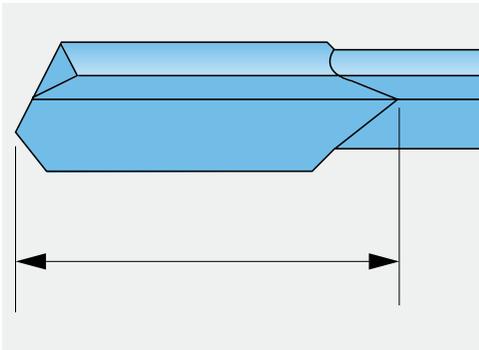


Standardanschliffwinkel für Durchmesser größer als 4,0 mm



Optionaler Anschliff für schwererspanbares Material

## Standardlänge des HM-Köpfes



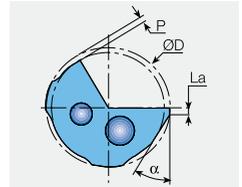
Ø-Bereich	Kopflänge
2,50-3,80	20
3,80-4,05	23
4,05-5,05	25
5,05-6,55	30
6,55-11,05	35
11,05-18,35	40
18,35-21,35	45
21,35-23,35	50
23,35-26,35	55
26,35-32,00	65

Nachsleifbare Länge = Längen-Ø

## Umfangsformen - Lage der Stützleiste

Die Zerspanleistung und Oberflächengüte der Bohrung sind abhängig von der geometrischen Form des Bohrkopfes. Die Lage der Stützleisten, sowie der Anschliff müssen an das Werkstückmaterial angepasst sein. Die Umfangsform mit Lage der Stützleisten wird bei der Herstellung des Werkzeugs festgelegt. Ein Nachschleifen kann unter Umständen die Schnittgeometrie verändern, aber die Umfangsform bleibt bestehen.

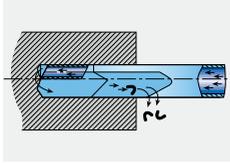
Alle Parameter des Querschnittsprofils wie  $P$ ,  $La$  und  $\alpha$  müssen exakt an die Eigenschaften des Werkstücks angepasst sein.



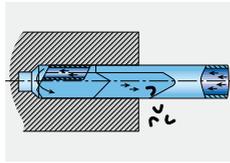
Universelle G-Form	Standard A-Form	Standard B-Form	Standard C-Form
Für alle Materialgruppen geeignet. Gut geeignet für schrumpffähiges Material. Für beste Bohrtoleranzen und Geradheit.	Für Gusseisen und Aluminiumlegierungen. Für Querbohrungen und schräge Ein- und Austrittsbohrungen. Große Abstände der Stützleisten für beste Schmierung.	Für Gusseisen und Aluminiumlegierungen. Garantiert beste Bohrungstoleranzen. Exzellente Oberflächengüte.	Mit verstärktem Rückenkegel für Material, das zum Schrumpfen neigt (einige Legierungen und rostfreie Stähle). Für Querbohrungen sowie schräge Ein- und Austrittsbohrungen. Nicht empfohlen für höchste Geradheit.
Standard D-Form	Standard E-Form	Standard H-Form	Standard I-Form
Nur für Gusseisen-Material (mit Beschichtung). Bestens geeignet für Grauguss.	Allgemeine Anwendung für alle Materialien. Gebräuchlich für Kurbelwellen und sonstige geschmiedete Materialien.	Für alle Nicht-Eisen Materialien. Für Gusseisen bei Bohrungsdurchmesser größer als 5 mm. Einsetzbar für Holz und Kunststoff mit verstärktem Rückenkegel.	Für Aluminium und Messing für höchste Oberflächenqualitäten. Einsetzbar für Querbohrungen und bei unterbrochenem Schnitt.

# Tieflochbohrer

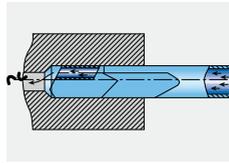
## Anwendungen



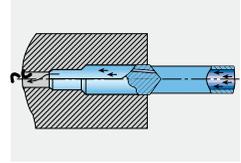
Tieflochbohren im Sackloch bei Abfuhr der Späne und des Kühlmittels über die Spanntulpe.



Gestufte Tieflochbohrung im Sackloch bei Abfuhr der Späne und des Kühlmittels über die Spanntulpe.



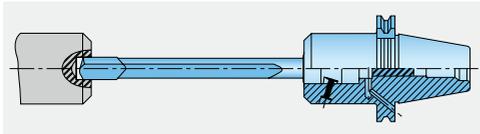
Tieflochbohren im Durchgangsloch bei Abfuhr der Späne und des Kühlmittels an der Bohrspitze.



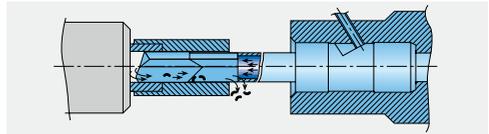
Gestufte Tieflochbohrung im Durchgangsloch bei Abfuhr der Späne und des Kühlmittels an der Bohrspitze.

## Tieflochbohrer auf Bearbeitungszentren

- Tieflochbohrer im Stillstand bzw. mit niedriger Drehzahl ( $n < 50$  U/min) in die Pilotbohrung einführen
- Kühlmittel einstellen
- Nenndrehzahl einstellen
- Bohren bis Bohrtiefe erreicht ist, bei Sacklochbohrung leicht abheben (1-2 mm)
- Drehzahl stoppen bzw. niedrige Drehzahl ( $n < 50$  U/min) einstellen
- Ausfahren



Zentrier-/Führungsbohrung zum Tieflochbohren auf Bearbeitungszentren



Führungshülse zur Stabilisierung des Tieflochbohrers in Bearbeitungszentren

## Kühlmitteldruck und Kühlmittelvolumen:

Das richtige Kühlmittel

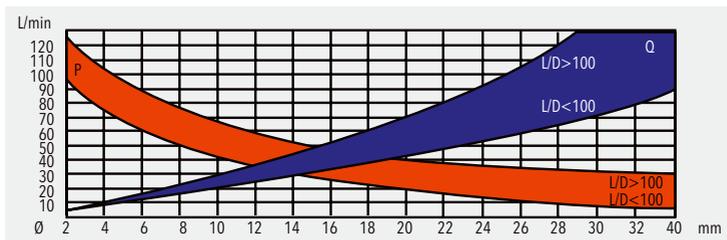
Wenn möglich, ist Öl der Bohremulsion vorzuziehen

## Reines Öl

- Bei den meisten konventionellen Tieflochbohrmaschinen wird Öl verwendet
- Bietet beste Schmierung, bessere Standzeit und Oberflächengüte
- Keine Probleme wegen der richtigen Konzentration und kein Verdunsten

## Bohremulsion

- Verwendung auf den meisten Bearbeitungszentren



Schlecht < 8%  
Akzeptabel 10–12%  
Gut 12–15%



## Ingersoll Cutting Tools

Marketing- & Technologie-Standorte

### Deutschland

Ingersoll Werkzeuge GmbH

### Hauptsitz:

Kalteiche-Ring 21-25  
35708 Haiger, Germany  
Telefon: +49 2773 742-0  
Telefax: +49 2773 742-812  
E-Mail: [info@ingersoll-imc.de](mailto:info@ingersoll-imc.de)  
Internet: [www.ingersoll-imc.de](http://www.ingersoll-imc.de)

### Niederlassung Süd:

Florianstraße 13-17  
71665 Vaihingen-Horrheim, Germany  
Telefon: +49 7042 8316-0  
Telefax: +49 7042 8316-26  
E-Mail: [horrheim@ingersoll-imc.de](mailto:horrheim@ingersoll-imc.de)



[www.ingersoll-imc.de](http://www.ingersoll-imc.de)

