

ph HORN ph

boehlerit

BOEHLERIT DREHEN

BOEHLERIT TURNING

2020/2021



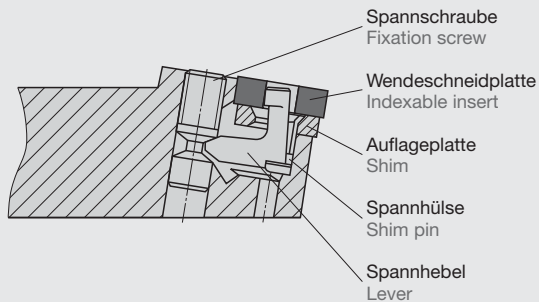
**DAS WERKZEUG
HORN TOOLS**

Drehen Turning

ph HORN ph

boehlerit



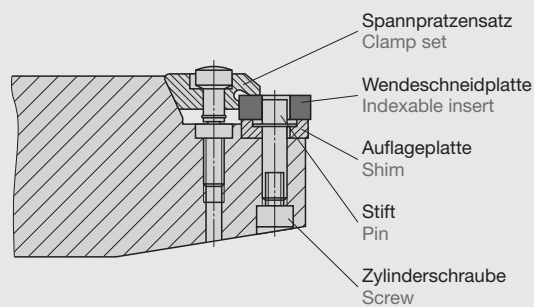


P-Hebelspannsystem

- Geeignet für alle Wendeschneidplatten nach DIN 4988
- Wenig Ersatzteile, keine losen Teile
- Ungehinderter Spanablauf, da kein störender Aufbau
- Einwandfreies Lösen der Schneidplatte durch Zwangsentspannen
- Schnelles, sicheres Spannen der Wendeschneidplatte

P-lever clamping system

- Suitable for all indexable inserts in compliance with DIN 4988
- Few spare parts, no loose parts
- Unimpeded chip removal as there is no troublesome build-up
- Perfect insert removal thanks to forced release mechanism
- Fast and secure clamping of indexable insert

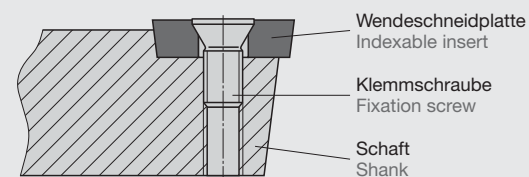


M bzw. D-Keilspannpratzensystem

- Schnelles, sicheres Spannen durch Keil- und Spannpratze
- Schneidplatte ist an Haupt- und Nebenschneide frei
- Vorteilhaft vor allem bei Kopierarbeiten
- Besonders ausgebildeter Spannkeil bringt optimalen Spanfluss

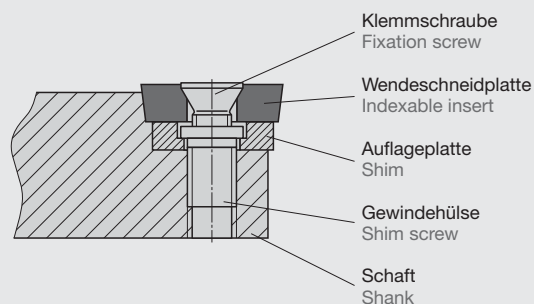
M- or D-wedge clamp system

- Fast and secure clamping using wedges and clamps
- Insert is free around the primary and secondary cutting edges
- Especially well-suited to copy machining
- Specially shaped clamping wedge provides ideal chip flow



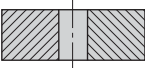
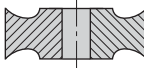
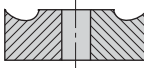
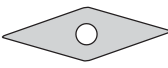
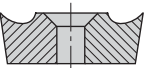
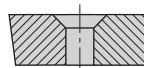
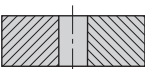
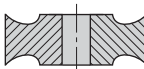
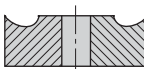
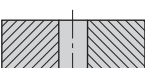
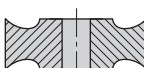
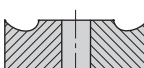
S-Schraubspannsystem

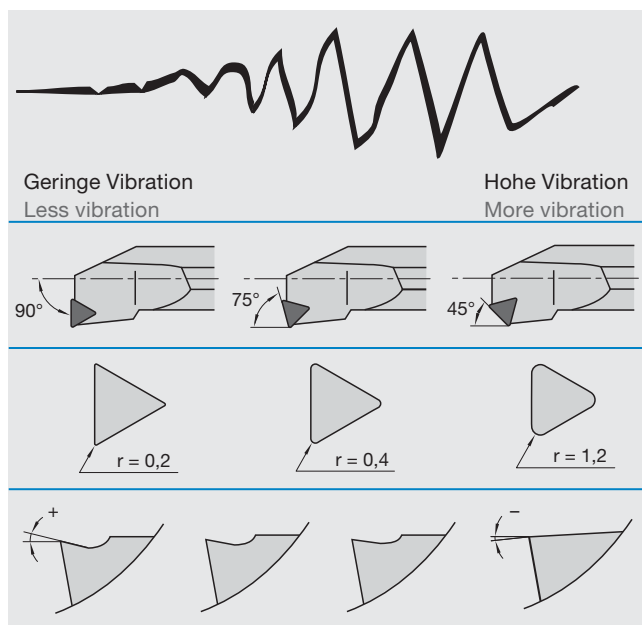
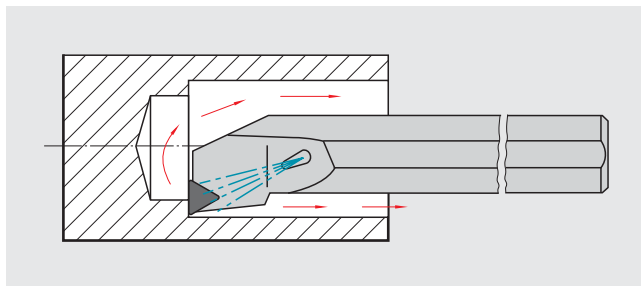
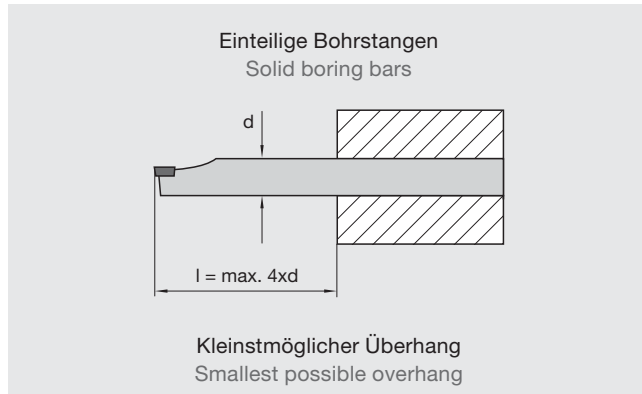
- Einfache und sichere Befestigung der Schneidplatte durch kegelige Positionierungsschraube
- Keine Beeinträchtigung des Spanablaufes
- Maximal 3 Ersatzteile



S-screw clamp system

- Simple and secure fixing of the indexable insert using a tapered positioning screw
- Flow of chips is not obstructed
- Maximum of 3 replacement parts

P-Klemmhalter P-type tool holders 	Bearbeitungsart Process type	Außen External	Innen Internal
	Schruppen Roughing	sehr gut very good	sehr gut very good
	Schlichten Finishing	gut good	gut good
	Plattenform Shape of the indexable insert	     	 
	Plattentyp Type of the indexable insert	  	
S-Klemmhalter S-type tool holders 	Bearbeitungsart Process type	Außen External	Innen Internal
	Schruppen Roughing	geeignet suitable	geeignet suitable
	Schlichten Finishing	sehr gut very good	sehr gut very good
	Plattenform Shape of the indexable insert	      	 
	Plattentyp Type of the indexable insert	 	
M-Klemmhalter M-type tool holders 	Bearbeitungsart Process type	Außen External	Innen Internal
	Schruppen Roughing	geeignet suitable	geeignet suitable
	Schlichten Finishing	gut good	sehr gut very good
	Plattenform Shape of the indexable insert	  	
	Plattentyp Type of the indexable insert	  	
D-Klemmhalter D-type tool holders 	Bearbeitungsart Process type	Außen External	Innen Internal
	Schruppen Roughing	geeignet suitable	geeignet suitable
	Schlichten Finishing	gut good	sehr gut very good
	Plattenform Shape of the indexable insert	  	
	Plattentyp Type of the indexable insert	  	



Allgemeine Empfehlungen

- Den größtmöglichen Schaftdurchmesser wählen.
- Kleinstmöglichen Überhang wählen.
- Korrekte und stabile Einspannung für die Bohrstange wählen.
- Kühlschmierstoff (oder Druckluft) können den Spantransport und die Oberflächengüte, besonders bei tiefen Bohrungen, verbessern.

General recommendations

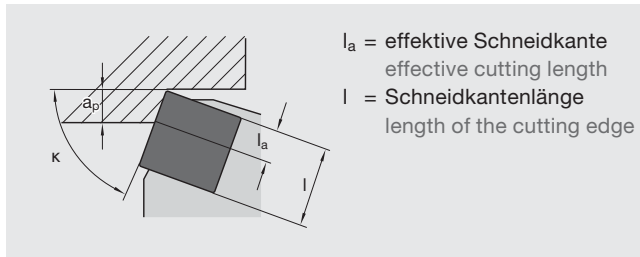
- Use the largest possible shank diameter.
- Use the smallest possible overhang.
- Use the correct, stable clamping method for the boring bar.
- Cooling lubricant (or compressed air) can improve chip transport and the surface quality, particularly with deep bores.

Faktoren, die bei der Wahl der Bohrstangen für vibrationsanfällige Bearbeitungen eine Rolle spielen

- Der Einstellwinkel sollte so nahe wie möglich an 90° und nicht unter 75° liegen.
- Kleinen Eckenradius wählen.
- Positive Halter (S-Klemmhalter) und Wendeschneidplatten wählen.
- Unbeschichtete Sorten haben in der Regel schärfere Schneidkanten und erzeugen daher geringere Schnittkräfte.

Factors to consider when selecting boring bars for work susceptible to vibration:

- The approach angle should be as close as possible to 90° and not be below 75°.
- Select a small corner radius.
- Use positive holders (S-clamp holder) and indexable inserts.
- Uncoated grades generally have sharper cutting edges and therefore generate less cutting force.



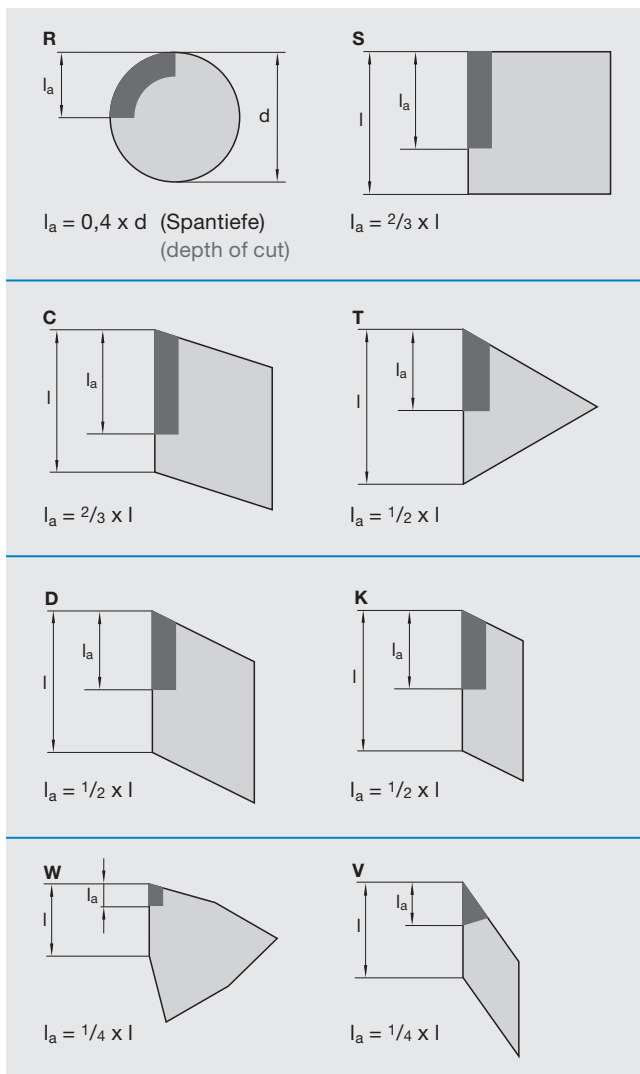
Spantiefe

- Bestimmen der größten Spantiefe a_p .
- Erforderliche effektive Schneidkantenlänge l_a bestimmen. Dabei sind der Anstellwinkel κ und die Spantiefe a_p zu berücksichtigen.
- Die kleinste erforderliche Schneidkantenlänge l_a kann aus der Tabelle links abgelesen werden.

Depth of cut

- Determine the largest depth of cut a_p .
- Determine the effective length of cutting edge (l_a) required. The setting angle (κ) and the depth of cut (a_p) should be taken into consideration.
- The smallest length of cutting edge (l_a) required can be found in the table to the left.

Anstell- winkel Angle of approach κ	Spantiefe (a_p) mm Depth of cut (a_p) mm											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	
	Erforderliche effektive Schneidkantenlänge (l_a) mm Required effective length of the cutting edge (l_a) mm											
90	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	
105 75	1,1	2,1	3,1	4,1	5,2	6,2	7,3	8,3	9,3	11	16	
120 60	1,2	2,3	3,5	4,7	5,8	7	8,2	9,3	11	12	18	
135 45	1,4	2,9	4,3	5,7	7,1	8,5	10	12	13	15	22	
150 30	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	30	
165 15	4	8	12	16	20	24	27	31	35	39	58	



Effektive Schneidkantenlänge

Der Spitzenwinkel einer Wendschneidplatte hat einen großen Einfluss auf die Schneidkantenstabilität. Jede Wendschneidplatte hat eine maximale effektive Schneidkantenlänge. Die in der Tabelle angeführten maximalen Werte sind für eine Bearbeitungssicherheit beim Schruppen ohne unterbrochenen Schnitt ausgelegt.

Falls die effektive Schneidkantenlänge niedriger als die Spantiefe ist, sollte eine größere Wendeplatte gewählt oder die Spantiefe reduziert werden.

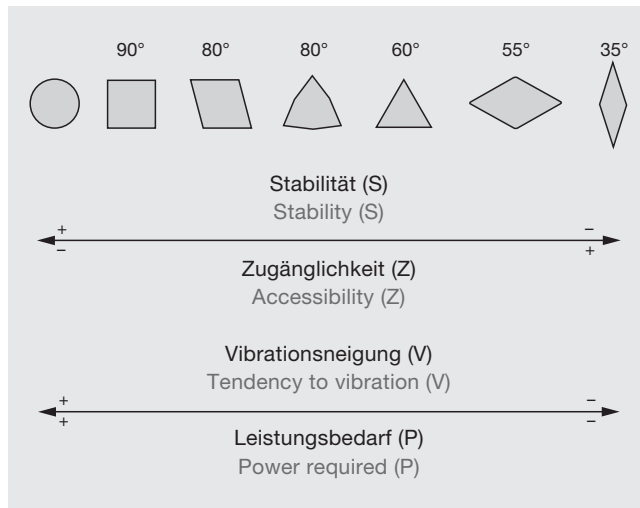
Für zusätzliche Sicherheit bei anspruchsvollen Zerspanaufgaben sollte eine größere und dickere Wendschneidplatte eingesetzt werden. Beim Drehen gegen eine Schulter kann sich die Spantiefe erheblich erhöhen. Damit es hier nicht zu Problemen kommt, sollte eine größere Wendschneidplatte verwendet oder eine zusätzliche Plandrehooperation durchgeführt werden.

The effective length of the cutting edge

The point angle of an indexable insert has a great influence on the stability of the cutting edges. Every indexable insert has a maximum effective cutting edge length. The maximum values given in the table are designed for working safety when rough cutting with a continuous cut.

If the effective length of the cutting edges is lower than the depth of cut, a larger indexable insert should be used or the depth of cut should be reduced.

For additional safety during difficult cutting jobs, a larger or thicker indexable insert should be used. When turning against a shoulder, the depth of cut can be increased considerably. So that no problems arise here, a larger indexable insert should be used or an additional face turning operation should be performed.



Wendeplattenform

Die Abbildung zeigt die gebräuchlichsten ISO-Plattenformen von der runden bis hin zur 35° Wendescheidplatte.

Die Pfeilskala zeigt, dass die Schneidkantenstabilität (S) mit größer werdendem Eckenwinkel zunimmt. Je kleiner der Eckenwinkel, umso besser ist die Zugänglichkeit (Z).

Die Pfeilskala zeigt, dass die Vibrationsneigung (V) links ansteigt, während der Leistungsbedarf (P) rechts niedriger ist.

Beim Drehen von Formen darf beim Einwärtskopieren der maximale Kopierwinkel nicht überschritten werden. Der Winkel zwischen der Nebenschneide und der erzeugten Werkstückform sollte mindestens 2° betragen.

Indexable insert shape

The diagram shows the most common indexable insert shapes from round tips right down to 35° indexable inserts.

The arrow on the scale shows that the stability of the cutting edge (S) grows with increasing point angle. Whereas the accessibility (Z) becomes improved by smaller point angles.

Tendency to vibration (V) and power requirement (P) rise with larger point angles.

When turning shapes the maximum copy angle must not be exceeded for inward copying. The angle between the secondary cutting edge and the workpiece shape produced should be at least 2°.

Eckenradius (r) mm Corner radius (r) mm	0,4	0,8	1,2	1,6	2,4
Max. empf. Vorschub (f_n) mm/U Recommended max. feed rate (f_n) mm/rev	0,25–0,35	0,4–0,7	0,5–1,0	0,7–1,3	1,0–1,8

Eckenradius und Vorschub

Der Eckenradius der Wendschneidplatte ist ein Schlüsselfaktor in Bezug auf:

- Stabilität beim Schrappen.
- Oberflächengüte beim Schlichten.

Schrappbearbeitung

- Größtmöglichen Eckenradius wählen, um eine möglichst stabile Schneidkante zu gewährleisten.
 - Ein großer Eckenradius erlaubt größere Vorschübe.
 - Bei Vibrationsgefahr kleineren Eckenradius wählen.
- Bei der Wahl des Vorschubs für die Schrappdrehbearbeitung dürfen die maximalen Vorschubwerte wie oben genannt auf keinen Fall überschritten werden. Als Grundregel gilt:

$$f_n \text{ Schrappen} = 0,5 \times \text{Eckenradius}$$

Maximaler Vorschub für verschiedene Eckenradien

Die bei der Schrappbearbeitung am häufigsten verwendeten Radien betragen 1,2 - 1,6 mm.

Die Tabelle basiert auf der max. empfohlenen Vorschubgeschwindigkeit von $\frac{2}{3}$ des Eckenradius.

Höhere Vorschübe sind möglich bei:

- Wendschneidplatten mit stabiler Schneidkante und Spitzenwinkel von min. 60°.
- Einseitigen Wendschneidplatten.
- Wendschneidplatten, die mit einem Anstellwinkel unter 90° eingesetzt werden.
- Bearbeitungen von gut zerspanbaren Werkstückstoffen mit mittleren Schnittgeschwindigkeiten.

Corner radius and feed

The corner radius of the indexable insert is a key factor with regard to:

- Stability during rough cutting.
- Surface quality during finishing.

Roughing

- Use the largest possible corner radius to ensure the greatest degree of stability for the cutting edge.
 - A large corner radius permits a greater feed rate.
 - Use a smaller corner radius if there is a risk of vibration.
- When selecting the feed rate for rough turning work, the maximum feed rates given above must not be exceeded in any circumstances. The basic rule is:

$$f_n \text{ Roughing} = 0,5 \times \text{Corner radius}$$

Maximum feed rate for various corner radii

The most frequently used radii for rough machining are between 1.2 - 1.6 mm.

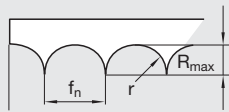
The table is based on the max. recommended feed rate of $\frac{2}{3}$ of the corner radius.

Greater feed rates are possible in the following cases:

- Indexable inserts have a stable cutting edge and a point angle of at least 60°.
- Single-sided indexable inserts.
- Indexable inserts which are used with a setting angle less than 90°.
- Working easily machineable workpiece materials at moderate cutting speeds.

Theoretische maximale Rautiefe ($R_{\max}$)

Theoretical maximum roughness height ($R_{\max}$)



$R_{\max}$ = Rautiefe
Roughness height
 r = Eckenradius (mm)
Corner radius (mm)
 f_n = Vorschub (mm/U)
Feed (mm/revolution)

$$R_{\max} = \frac{f_n^2}{8r} \cdot 1000 \text{ (}\mu\text{m)}$$

Vorschub Feed:

$$f_n = \sqrt{\frac{R_{\max} \times 8r}{1000}}$$

Die Oberflächengüte und Toleranzgenauigkeit wird wesentlich durch das Zusammenspiel von Vorschub und Eckenradius beeinflusst. Weitere Einflussgrößen sind die Stabilität der Aufspannung und der Maschine.

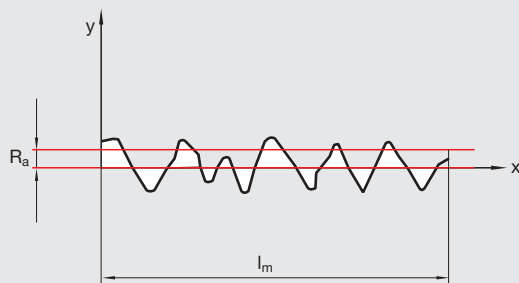
Allgemeine Empfehlung

- Die Oberflächengüte kann durch höhere Schnittgeschwindigkeiten und positive Spanwinkel noch verbessert werden.
- Bei Vibrationsgefahr kleineren Eckenradius wählen.
- Besonders gute Oberflächengüten werden mit unbeschichteten Hartmetallsorten (schärfere Schneidkanten als beschichtete Sorten) erzielt.

The surface quality and accuracy of the tolerance is greatly influenced by the interaction of the feed rate and corner radius. The stability of the clamping system and the machine are other decisive factors.

Mittenrauwert (R_a)

Mean roughness figure (R_a)



General recommendation

- The surface quality can be improved by using higher cutting speeds and positive rake angles.
- Use a smaller corner radius if there is a risk of vibration.
- Especially high quality surfaces can be achieved using uncoated hard metals (sharper cutting edges than coated grades).

$R_{\max}$	$R_a = \text{CLA} = \text{AA}$		RMS		Rauig- keitswert Value for roughness
μm	μm	μinch	μm	μinch	
1,6	0,30	11,8	0,33	13,1	
1,8	0,35	13,8	0,39	15,3	
2,0	0,40	15,7	0,44	17,4	N5
2,2	0,44	17,5	0,49	19,4	
2,4	0,49	19,2	0,54	21,3	
2,6	0,53	20,8	0,59	23,1	
2,8	0,58	22,7	0,64	25,2	
3,0	0,63	24,6	0,70	27,3	
3,5	0,71	27,8	0,79	30,9	
4,0	0,80	31,4	0,89	34,8	N6
4,5	0,90	35,2	1,00	39,1	
5,0	0,99	38,8	1,10	43,1	
6,0	1,20	47,2	1,30	52,4	
7,0	1,40	55,1	1,50	61,2	
8,0	1,60	63,0	1,80	70,0	N7
9,0	1,80	71,0	2,00	78,8	
10,0	2,00	97,0	2,20	87,7	
15,0	3,20	126,0	3,10	140,0	N8
20,0	4,40	173,0	4,90	192,0	
25,0	5,80	238,0	6,40	264,0	
27,0	6,30	247,0	7,00	274,0	N9
30,0	7,40	292,0	8,20	324,0	
35,0	8,80	346,0	9,80	384,0	
40,0	10,70	422,0	11,90	468,0	
45,0	12,50	485,0	13,90	538,0	N10

Vorgangsweise:

Umwandlungstabelle für die verschiedenen Messsysteme. Es lässt sich keine rechnerische Beziehung zwischen der Rautiefe $R_{\max}$ und dem Wert R_a herstellen.

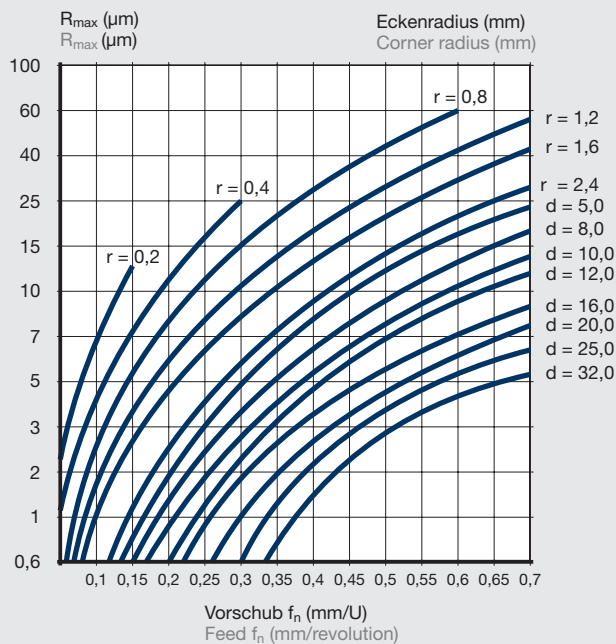
Aus der Umwandlungstabelle den in Frage kommenden $R_{\max}$ -Wert entnehmen. Danach aus dem Diagramm die richtige Kombination von Eckenradius und Vorschub ablesen.

Procedure:

Conversion table for various measurement systems. This cannot be used to calculate a mathematical relationship between the $R_{\max}$ roughness height and the figure for R_a .

Look up the appropriate $R_{\max}$ value in the conversion table. Then read off the correct combination of corner radius and feed rate.

Das Diagramm zeigt theoretische $R_{\max}$ -Werte für bestimmte Vorschub-/Eckenradius-Kombinationen.
The diagram shows theoretical $R_{\max}$ values for specific feed/corner radius combinations.



Berechnungseinheiten Units		
Kurzbezeichnung Code	Bezeichnung Description	Einheiten Unit
D _m	Bearbeitungsdurchmesser Machining diameter	mm
v _c	Schnittgeschwindigkeit Cutting speed	m/min
n	Anzahl Spindelumdrehungen No. of spindle revolutions	min ⁻¹ r.p.m.
T _c	Eingriffszeit Working time	min
Q	Zerspanungsvolumen Metal removal volume	cm ³ /min
l _m	Bearbeitungslänge Working length	mm
P _c	Netto-Antriebsleistung Net power consumption	kW
k _{c 0,4}	Spezifische Schnittkraft für Spandicke 0,4 mm Specific cutting force for chip thickness of 0.4 mm	N/mm ²
f _n	Vorschub pro Umdrehung Feed per revolution	mm/U mm/rev
κ _r	Anstellwinkel Approach angle	Grad degrees
R _{max}	Profiltiefe Profile depth	μm
r _ε	Schneidplattenradius Indexable insert corner radius	mm
a _p	Schnitttiefe Cutting depth	mm

Formeln Formulas		
	Schnittgeschwindigkeit (m/min) Cutting speed (m/min)	$v_c = \frac{D_m \cdot \pi \cdot n}{1000}$
	Anzahl Spindelumdrehungen (min ⁻¹) No. of spindle revolutions r.p.m.	$n = \frac{v_c \cdot 1000}{D_m \cdot \pi}$
	Zerspanungsvolumen (cm ³ /min) Metal removal volume (cm ³ /min)	$Q = v_c \cdot a_p \cdot f_n$
	Antriebsleistung (kW) Power consumption (kW)	$P_c = \frac{Q \cdot k_{c 0,4}}{60 \cdot 1000} \left[\frac{0,4}{f_n \cdot \sin \kappa_r} \right]^{0,29}$
	Eingriffszeit (min) Working time (min)	$T_c = \frac{l_m}{f_n \cdot n}$
	Profiltiefe (μm) Profile depth (μm)	$R_{max} = \frac{f_n^2}{r_\epsilon} \cdot 125$

Abhilfe Option	Problem Problem											
	Extremer Freiflächenverschleiß Wear of free areas	Extremer Kolkverschleiß Extreme crater wear	Aufbauschneidenbildung Formation of built-up edge	Schneidkantenausbrüche Chips in cutting edge	Kerbverschleiß Notch sensibility	Plattenbruch Broken indexable insert	Wärmerisse Heat cracks	Plastische Verformung Plastic deformation	Unterbrochener Schnitt Interrupted cut	Schlechte Werkstückoberfläche Poor workpiece surface	Band-Wirrspar (nicht angelaufen) Band/snarl chips (not coloured)	Zu enge Spanform (blau angelaufen) Chip shape too narrow (blueing)
HM-Verschleißfestigkeit T/C wear resistance	↑				↑			↑				
HM-Zähigkeit T/C roughness				↑		↑	↑		↑			
Schnittgeschwindigkeit Cutting speed	↓	↓	↑		↓			↓	↑	↑		
Vorschub Feed	↔	↓	↓					↓	↓	↓	↑	↓
Schnitttiefe Depth of cut					↔				↑		↔	↔
Spanwinkel Chip angle		↑	↑	↓		↓			↔			
Spanformgeometrie Chip breaker geometry				↔		↔					↔	↔
Zustand der Schneidkante Condition of cutting edge				↔					↔			
Platten-Eckenradius Corner radius						↑			↑	↑		
Anstellwinkel Approach angle				↓								
Stabilität Stability				↑								
Kühlung Cooling		↑	↑				↑	↑		↑		
↑ erhöhen, vergrößern increase ↓ vermindern, verkleinern reduce ↔ optimieren, kontrollieren optimize												

Werkstoffgruppe Material group	Werkstoff Material		Brinell Härte Brinell hardness HB	Schnittgeschwindigkeit Cutting speed v_c (m/min)		
				LCP15T		
				$f = \text{mm/U rev}$		
				0,4 – 0,8  	0,25 – 0,4  	0,05 – 0,25  
P	Unlegierter Stahl ¹⁾ Unalloyed steel ¹⁾	ca. 0,15 %C gegläht ≈ 0,15 %C annealed	125	140 – 200	230 – 300	290 – 360
		ca. 0,45 %C gegläht ≈ 0,45 %C annealed	190	110 – 180	180 – 260	250 – 320
		ca. 0,45 %C vergütet ≈ 0,45 %C hardened and temp.	250	90 – 180	110 – 180	140 – 210
		ca. 0,75 %C gegläht ≈ 0,75 %C annealed	270	120 – 180	170 – 240	230 – 300
		ca. 0,75 %C vergütet ≈ 0,75 %C hardened and temp.	300	130 – 150	80 – 150	140 – 210
	Niedrig legierter Stahl ¹⁾ Low-alloy steel ¹⁾	geglüht annealed	180	100 – 170	150 – 220	220 – 300
		vergütet hardened and temp.	275	100 – 150	110 – 180	140 – 210
		vergütet hardened and temp.	300	100 – 140	100 – 170	130 – 200
		vergütet hardened and temp.	350	100 – 140	80 – 150	110 – 180
	Hochlegierter Stahl und hochlegierter Werkzeugstahl ¹⁾ High-alloy steel and high alloy tool steel ¹⁾	geglüht annealed	200	100 – 180	80 – 220	180 – 260
		gehärtet und angelassen hardened and temp.	325	100 – 160	80 – 140	100 – 170
	Nichtrostender Stahl ¹⁾ Stainless steel ¹⁾	ferritisch/martensitisch gegläht ferritic/martensitic annealed	200	100 – 170	130 – 200	180 – 260
		martensitisch vergütet martensitic hardened and temp.	240	100 – 140	80 – 150	150 – 210
K	Grauguss Grey cast iron	perlitisches/ferritisches perlitic/ferritic	180	100 – 180	170 – 240	250 – 320
		perlitisches (martensitisch) perlitic (martensitic)	260	90 – 120	80 – 150	110 – 180
	Gusseisen mit Kugelgraphit Nodular graphite cast iron	ferritisches ferritic	160	100 – 150	110 – 180	140 – 210
		perlitisches perlitic	250	90 – 140	90 – 160	110 – 180
	Temperguss Malleable cast iron	ferritisches ferritic	130	90 – 140	120 – 190	150 – 210
		perlitisches perlitic	230	90 – 120	100 – 150	110 – 180

¹⁾ und Stahlguss
and cast steel



Trockenbearbeitung
Dry machining



Nassbearbeitung
Wet machining

Werkstoffgruppe Material group	Werkstoff Material		Brinell Härte Brinell hardness HB	Schnittgeschwindigkeit Cutting speed v_c (m/min)		
				LCP25T		
				$f = \text{mm/U rev}$		
				0,4 – 0,8	0,25 – 0,4	0,05 – 0,25
				 	 	 
P	Unlegierter Stahl ¹⁾ Unalloyed steel ¹⁾	ca. 0,15 %C gegläht ≈ 0,15 %C annealed	125	120 – 190	170 – 250	170 – 250
		ca. 0,45 %C gegläht ≈ 0,45 %C annealed	190	100 – 180	150 – 200	150 – 220
		ca. 0,45 %C vergütet ≈ 0,45 %C hardened and temp.	250	80 – 150	100 – 170	120 – 200
		ca. 0,75 %C gegläht ≈ 0,75 %C annealed	270	100 – 170	80 – 140	140 – 200
		ca. 0,75 %C vergütet ≈ 0,75 %C hardened and temp.	300	70 – 140	100 – 160	100 – 170
	Niedrig legierter Stahl ¹⁾ Low-alloy steel ¹⁾	geglüht annealed	180	90 – 160	140 – 200	140 – 200
		vergütet hardened and temp.	275	90 – 140	100 – 160	100 – 180
		vergütet hardened and temp.	300	85 – 130	100 – 150	100 – 170
		vergütet hardened and temp.	350	80 – 120	80 – 140	90 – 170
	Hochlegierter Stahl und hochlegierter Werkzeugstahl ¹⁾ High-alloy steel and high alloy tool steel ¹⁾	geglüht annealed	200	90 – 150	80 – 170	130 – 170
		gehärtet und angelassen hardened and temp.	325	50 – 110	70 – 130	80 – 130
M	Nichtrostender Stahl ¹⁾ Stainless steel ¹⁾	ferritisch/martensitisch gegläht ferritic/martensitic annealed	200	90 – 140	120 – 180	140 – 180
		martensitisch vergütet martensitic hardened and temp.	240	85 – 120	80 – 140	100 – 140
	Nichtrostender Stahl ¹⁾ Stainless steel ¹⁾	austenitisch ²⁾ , abgeschreckt austenitic ²⁾ , quenched	180	90 – 110	100 – 130	100 – 130

¹⁾ und Stahlguss
and cast steel

²⁾ und austenitische/ferritische
and austenitic/ferritic



Trockenbearbeitung
Dry machining



Nassbearbeitung
Wet machining

Werkstoffgruppe Material group	Werkstoff Material		Brinell Härte Brinell hardness HB	Schnittgeschwindigkeit Cutting speed v_c (m/min)		
				LC240F		
				$f = \text{mm/U rev}$		
				0,4 – 0,8	0,25 – 0,4	0,05 – 0,25
				 	 	 
P	Unlegierter Stahl ¹⁾ Unalloyed steel ¹⁾	ca. 0,15 %C gegläht ≈ 0,15 %C annealed	125	60 – 100	70 – 110	90 – 170
		ca. 0,45 %C gegläht ≈ 0,45 %C annealed	190	60 – 100	70 – 110	90 – 170
		ca. 0,45 %C vergütet ≈ 0,45 %C hardened and temp.	250	60 – 100	70 – 110	90 – 170
		ca. 0,75 %C gegläht ≈ 0,75 %C annealed	270	60 – 100	70 – 110	90 – 170
		ca. 0,75 %C vergütet ≈ 0,75 %C hardened and temp.	300	60 – 100	70 – 110	90 – 170
	Niedrig legierter Stahl ¹⁾ Low-alloy steel ¹⁾	geglüht annealed	180	60 – 100	70 – 110	90 – 170
		vergütet hardened and temp.	275	70 – 110	70 – 110	90 – 170
			300	60 – 100	70 – 110	90 – 170
			350	55 – 80	70 – 110	90 – 170
	Hochlegierter Stahl und hochlegierter Werkzeugstahl ¹⁾ High-alloy steel and high alloy tool steel ¹⁾	geglüht annealed	200	80 – 110	70 – 110	90 – 170
		gehärtet und angelassen hardened and temp.	325	60 – 90	70 – 110	90 – 170
	Nichtrostender Stahl ¹⁾ Stainless steel ¹⁾	ferritisch/martensitisch gegläht ferritic/martensitic annealed	200	90 – 130	70 – 110	90 – 170
		martensitisch vergütet martensitic hardened and temp.	240	70 – 110	70 – 110	90 – 170
M	Nichtrostender Stahl ¹⁾ Stainless steel ¹⁾	austenitisch ²⁾ , abgeschreckt austenitic ²⁾ , quenched	180	70 – 100	90 – 140	110 – 170

¹⁾ und Stahlguss
and cast steel

²⁾ und austenitische/ferritische
and austenitic/ferritic

 Trockenbearbeitung
Dry machining

 Nassbearbeitung
Wet machining

Werkstoffgruppe Material group	Werkstoff Material		Brinell Härte HB Brinell hardness HB	LCM20T									
				Negative Wendepplatten Negative indexable inserts					Positive Wendepplatten Positive indexable inserts				
				ISO-P-System					ISO-S-System				
				Geometrie Geometry	Eckenradius Corner radius	Empfohlene a_p (mm) Recommended a_p (mm)	Empfohlene f_n (mm/U) Recommended f_n (mm/rev)	Schnittgeschwindigkeit v_c (m/min) Cutting speed v_c (m/min)	Geometrie Geometry	Eckenradius Corner radius	Empfohlene a_p (mm) Recommended a_p (mm)	Empfohlene f_n (mm/U) Recommended f_n (mm/rev)	Schnittgeschwindigkeit v_c (m/min) Cutting speed v_c (m/min)
M	Ferritisch Ferritic	1.4000, 1.4002, 1.4003, 1.4006, 1.4016, 1.4104, 1.4113, 1.4313, 1.4742, 1.4762	180	MM	08	2	0,20	180 – 230	MM	04	1	0,15	180 – 230
					12	3	0,30	180 – 230		08	2	0,25	180 – 230
	Martensitisch Martensitic	1.4006, 1.4014, 1.4021, 1.4024, 1.4027, 1.4028, 1.4031, 1.4034, 1.4057, 1.4122, 1.4724	320	MM	08	2	0,20	180 – 230	MM	04	1	0,15	180 – 230
					12	3	0,30	180 – 230		08	2	0,25	180 – 230
	Austenitisch Austenitic	1.4300, 1.4301, 1.4303, 1.4305, 1.4306, 1.4308, 1.4310, 1.4311	180	MM	08	2	0,2	150 – 200	MM	04	1	0,15	150 – 200
					12	3	0,3	150 – 200		08	2	0,20	150 – 200
		1.4321, 1.4401, 1.4404, 1.4406, 1.4428, 1.4435, 1.4436, 1.4438, 1.4449 1.4571	180	MM	08	2	0,2	150 – 200	MM	04	1	0,15	150 – 200
					12	3	0,3	150 – 200		08	2	0,2	150 – 200

Die angegebenen Schnittdatenrichtwerte sind Empfehlungen für Anwendungen mit Kühlschmierstoff.

Bei Trockenbearbeitung reduzieren Sie die Schnittgeschwindigkeit v_c um ca. 20 %.

The above recommendations are given for wet machining. For dry machining the recommended values for the cutting speed have to be reduced by approx. 20 %.

Werkstoffgruppe Material group	BCM25T												
			Brinell Härte HB Brinell hardness HB	Negative Wendepplatten Negative indexable inserts ISO-P-System					Positive Wendepplatten Positive indexable inserts ISO-S-System				
				Geometrie Geometry	Eckenradius Corner radius	Empfohlene a_p (mm) Recommended a_p (mm)	Empfohlene f_n (mm/U) Recommended f_n (mm/rev)	Schnittgeschwindigkeit v_c (m/min) Cutting speed v_c (m/min)	Geometrie Geometry	Eckenradius Corner radius	Empfohlene a_p (mm) Recommended a_p (mm)	Empfohlene f_n (mm/U) Recommended f_n (mm/rev)	Schnittgeschwindigkeit v_c (m/min) Cutting speed v_c (m/min)
M	Ferritisch Ferritic	1.4000, 1.4002, 1.4003, 1.4006, 1.4016, 1.4104, 1.4113, 1.4313, 1.4742, 1.4762	180	MM	08	2	0,2	130 - 200	MM	04	1	0,15	130 - 200
					12	3	0,3	130 - 200		08	2	0,25	130 - 200
					16	3,5	0,3	130 - 200					
				BFMS	04	1	0,15	130 - 200					
					08	2,5	0,25	130 - 200					
					12	3	0,3	130 - 200					
				BMS	08	2	0,2	130 - 200					
					12	3	0,3	130 - 200					
	Martensitisch Martensitic	1.4006, 1.4014, 1.4021, 1.4024, 1.4027, 1.4028, 1.4031, 1.4034, 1.4057, 1.4122, 1.4724	320	MM	08	2	0,2	130 - 200	MM	04	1	0,15	130 - 200
					12	3	0,3	130 - 200		08	2	0,25	130 - 200
					16	3,5	0,3	130 - 200					
				BFMS	04	1	0,15	130 - 200					
					08	2,5	0,25	130 - 200					
					12	3	0,3	130 - 200					
				BMS	08	2	0,2	130 - 200					
					12	3	0,3	130 - 200					
	Austenitisch Austenitic	1.4300, 1.4301, 1.4303, 1.4305, 1.4306, 1.4308, 1.4310, 1.4311	180	MM	08	2	0,2	100 - 180	MM	04	1	0,15	100 - 180
					12	3	0,3	100 - 180		08	2	0,20	100 - 180
					16	3,5	0,3	100 - 180					
				BFMS	04	1	0,15	100 - 180					
					08	2,5	0,25	100 - 180					
					12	3	0,3	100 - 180					
				BMS	08	2	0,2	100 - 180					
					12	3	0,3	100 - 180					
		1.4321, 1.4401, 1.4404, 1.4406, 1.4428, 1.4435, 1.4436, 1.4438, 1.4449 1.4571	180	MM	08	2	0,2	100 - 180	MM	04	1	0,15	100 - 180
					12	3	0,3	100 - 180		08	2	0,2	100 - 180
					16	3,5	0,3	100 - 180					
				BFMS	04	1	0,15	100 - 180					
					08	2,5	0,25	100 - 180					
					12	3	0,3	100 - 180					
				BMS	08	2	0,2	100 - 180					
					12	3	0,3	100 - 180					

Die angegebenen Schnittdatenrichtwerte sind Empfehlungen für Anwendungen mit Kühlschmierstoff.

Bei Trockenbearbeitung reduzieren Sie die Schnittgeschwindigkeit v_c um ca. 20 %.

The above recommendations are given for wet machining. For dry machining the recommended values for the cutting speed have to be reduced by approx. 20 %.

Werkstoffgruppe Material group			Brinell Härte HB Brinell hardness HB	BCM40T									
				Negative Wendepplatten Negative indexable inserts					Positive Wendepplatten Positive indexable inserts				
				ISO-P-System					ISO-S-System				
				Geometrie Geometry	Eckenradius Corner radius	Empfohlene a_p (mm) Recommended a_p (mm)	Empfohlene f_n (mm/U) Recommended f_n (mm/rev)	Schnittgeschwindigkeit v_c (m/min) Cutting speed v_c (m/min)	Geometrie Geometry	Eckenradius Corner radius	Empfohlene a_p (mm) Recommended a_p (mm)	Empfohlene f_n (mm/U) Recommended f_n (mm/rev)	Schnittgeschwindigkeit v_c (m/min) Cutting speed v_c (m/min)
M	Ferritisch Ferritic	1.4000, 1.4002, 1.4003, 1.4006, 1.4016, 1.4104, 1.4113, 1.4313, 1.4742, 1.4762	180	MM	08	2	0,2	100 - 180					
					12	3	0,3	100 - 180					
					16	3,5	0,3	100 - 180					
				BMRS	12	4	0,45	100 - 180					
					16	5	0,5	100 - 180					
	Martensitisch Martensitic	1.4006, 1.4014, 1.4021, 1.4024, 1.4027, 1.4028, 1.4031, 1.4034, 1.4057, 1.4122, 1.4724	320	MM	08	2	0,2	100 - 180					
					12	3	0,3	100 - 180					
					16	3,5	0,3	100 - 180					
				BMRS	12	4	0,45	100 - 180					
					16	5	0,5	100 - 180					
	Austenitisch Austenitic	1.4300, 1.4301, 1.4303, 1.4305, 1.4306, 1.4308, 1.4310, 1.4311	180	MM	08	2	0,2	90 - 160					
					12	3	0,3	90 - 160					
					16	3,5	0,3	90 - 160					
				BMRS	12	4	0,45	80 - 160					
					16	5	0,5	80 - 160					
		1.4321, 1.4401, 1.4404, 1.4406, 1.4428, 1.4435, 1.4436, 1.4438, 1.4449 1.4571	180	MM	08	2	0,2	90 - 160					
					12	3	0,3	90 - 160					
					16	3,5	0,3	90 - 160					
				BMRS	12	4	0,45	80 - 160					
					16	5	0,5	80 - 160					

Die angegebenen Schnittdatenrichtwerte sind Empfehlungen für Anwendungen mit Kühlschmierstoff.

Bei Trockenbearbeitung reduzieren Sie die Schnittgeschwindigkeit v_c um ca. 20 %.

The above recommendations are given for wet machining. For dry machining the recommended values for the cutting speed have to be reduced by approx. 20 %.

Werkstoffgruppe Material group	Werkstoff Material		Brinell Härte HB Brinell hardness HB	LC435D																			
				Negative Wendepplatten Negative indexable inserts					Positive Wendepplatten Positive indexable inserts														
				ISO-P-System					ISO-S-System														
				Geometrie Geometry	Eckenradius Corner radius	Empfohlene a_p (mm) Recommended a_p (mm)	Empfohlene f_n (mm/U) Recommended f_n (mm/rev)	Schnittgeschwindigkeit v_c (m/min) Cutting speed v_c (m/min)	Geometrie Geometry	Eckenradius Corner radius	Empfohlene a_p (mm) Recommended a_p (mm)	Empfohlene f_n (mm/U) Recommended f_n (mm/rev)	Schnittgeschwindigkeit v_c (m/min) Cutting speed v_c (m/min)										
M	Ferritisch Ferritic	1.4000, 1.4002, 1.4003, 1.4006, 1.4016, 1.4104, 1.4113, 1.4313, 1.4742, 1.4762	180	BFMS	04	0,5	0,15	150 – 180															
					08	1	0,20	150 – 180															
					12	2	0,25	120 – 180															
				BMS	08	2	0,25	150 – 180	BSMS	04	0,4	0,15	120 – 180										
					12	3	0,30	150 – 180															
					16	4	0,35	120 – 180															
					BMRS	08	3	0,35						140 – 180									
						12	4	0,45						140 – 180									
						16	5	0,50						120 – 160									
			Martensitisch Martensitic	1.4006, 1.4014, 1.4021, 1.4024, 1.4027, 1.4028, 1.4031, 1.4034, 1.4057, 1.4122, 1.4724	320	BFMS	04	0,5	0,15	140 – 180													
							08	1	0,20	120 – 180													
							12	2	0,25	110 – 160													
		BMS				08	2	0,25	120 – 180	BSMS	04	0,4	0,15	140 – 180									
						12	3	0,30	110 – 160														
						16	4	0,35	100 – 140														
						BMRS	08	3	0,35						110 – 160								
							12	4	0,45						100 – 140								
							16	5	0,50						90 – 130								
	Austenitisch Austenitic	1.4300, 1.4301, 1.4303, 1.4305, 1.4306, 1.4308, 1.4310, 1.4311 1.4321, 1.4401, 1.4404, 1.4406, 1.4428, 1.4435, 1.4436, 1.4438, 1.4449 1.4571				180	BFMS	04	0,5	0,15	90 – 160												
								08	1	0,20	90 – 160												
								12	2	0,25	90 – 160												
				BMS	08		2	0,25	80 – 150	BSMS	04	0,4	0,15	120 – 150									
					12		3	0,30	80 – 150														
					16		4	0,35	80 – 150														
					BMRS		08	3	0,35						70 – 150								
							12	4	0,45						70 – 150								
							16	5	0,50						70 – 150								
					180		BFMS	04	0,5	0,15	90 – 160												
								08	1	0,20	90 – 160												
								12	2	0,25	90 – 160												
		BMS				08	2	0,25	80 – 150	BSMS	04						0,4	0,15	150 – 180				
						12	3	0,30	80 – 150														
						16	4	0,35	80 – 150														
		BMRS				08	3	0,35	70 – 150														
						12	4	0,45	70 – 150														
						16	5	0,50	70 – 150														

Die angegebenen Schnittdatenrichtwerte sind Empfehlungen für Anwendungen mit Kühlschmierstoff.

Bei Trockenbearbeitung reduzieren Sie die Schnittgeschwindigkeit v_c um ca. 20 %.

The above recommendations are given for wet machining. For dry machining the recommended values for the cutting speed have to be reduced by approx. 20 %.

Werkstoffgruppe Material group	Werkstoff Material		Brinell Härte Brinell hardness HB	Schnittgeschwindigkeit Cutting speed v_c (m/min)		
				BCK10T und BCK20T		
				$f = \text{mm/U rev}$		
				0,4–0,8	0,25–0,4	0,05–0,25
K	Grauguss Grey cast iron	perlitisches/ferritisch perlitic/ferritic	180	210 – 300	300 – 450	350 – 500
		perlitisches (martensitisch) perlitic (martensitic)	260	140 – 200	170 – 240	190 – 270
	Gusseisen mit Kugelgraphit Nodular graphite cast iron	ferritisch ferritic	160	150 – 210	180 – 260	210 – 300
		perlitisches perlitic	250	110 – 160	130 – 190	150 – 200
	Temperguss Malleable cast iron	ferritisch ferritic	130	200 – 280	220 – 300	240 – 330
		perlitisches perlitic	230	100 – 150	140 – 220	170 – 240

 Nassbearbeitung
Wet machining

Schnittwertempfehlungen für Drehen LCM45T
Turning data recommendations for LCM45T

Dreh-Bohr-Werkzeug Pentatec®
Turning-drilling-tool Pentatec®

Werkstoffgruppe Material group	Gliederung der Werkstoff-Hauptgruppen und Kennbuchstaben Main workpiece material groups and their characteristic letters			Brinell Härte Brinell hardness HB	Drehen und Bohren Turning and drilling v _c m/min	
	Werkstückstoff				LCM45T	
P	Unlegierter Stahl ¹⁾ Unalloyed steel ¹⁾	ca 0,15%C	geglüht annealed	125	120 - 250	Vorschubwerte Pentatec siehe Seite 144 - 145 Feed value Pentatec see page 144 - 145
		ca 0,45%C	geglüht annealed	190	100 - 200	
		ca 0,45%C	vergütet hardened and temp.	250	70 - 180	
		ca 0,75%C	geglüht annealed	270	70 - 180	
		ca 0,75%C	vergütet hardened and temp.	300	50 - 150	
	Niedrig legierter Stahl ¹⁾ Low-alloy steel ¹⁾	geglüht annealed		180	80 - 200	
		vergütet hardened and temp.		275	70 - 180	
		vergütet hardened and temp.		300	100 - 185	
		vergütet hardened and temp.		350	70 - 150	
	Hochlegierter Stahl und hochleg. Werkzeugstahl High-alloy steel and high-alloy tool steel ¹⁾	geglüht annealed		200	70 - 180	
		gehärtet und angelassen hardened and temp.		325	50 - 120	
		ferritisch / martensitisch geglüht ferritic / martensitic annealed		200	70 - 150	
		martensitisch vergütet martensitic hardened and temp.		240	70 - 120	
M	Nichtrostender Stahl ¹⁾ Stainless steel ¹⁾	austenitisch ²⁾ , abgeschreckt austenitic ²⁾ , quenched	180	50 - 150		

¹⁾ und Stahlguss

²⁾ und austenitische / ferritische

¹⁾ and cast steel

²⁾ and austenitic / ferritic

Werkstoffgruppe Material group	Werkstoff Material		Brinell Härte Brinell hardness HB	Schnittgeschwindigkeit Cutting speed v_c (m/min)		
				LC610T		
				$f = \text{mm/U rev}$		
				0,4 – 0,8 	0,25 – 0,4 	0,05 – 0,25 
M	Nichtrostender Stahl ¹⁾ Stainless steel ¹⁾	austenitisch ²⁾ , abgeschreckt austenitic ²⁾ , quenched				120 – 300
K	Grauguss Grey cast iron	perlitisch/ferritisch perlitic/ferritic	180			80 – 250
		perlitisch (martensitisch) perlitic (martensitic)	180			
	Gusseisen mit Kugelgraphit Nodular graphite cast iron	ferritisch ferritic	260			70 – 200
		perlitisch perlitic	160			
	Temperguss Malleable cast iron	ferritisch ferritic	250			80 – 220
		perlitisch perlitic	130			
N	Aluminium-Knetlegierungen Aluminium wrought alloys	nicht aushärtbar unhardenable	230	500 – 2000	600 – 2500	700 – 3000
		aushärtbar, ausgehärtet hardenable, hardened	60	200 – 1000	300 – 1500	400 – 2000
	Aluminium-Gusslegierungen Aluminium cast alloys	ca. 12 % Si. nicht aushärtbar ca. 12 % Si. unhardenable	100	400 – 800	500 – 1200	600 – 1500
		ca. 12 % Si. aushärtbar, ausgehärtet ca. 12 % Si. hardenable, hardened	75	300 – 600	400 – 900	500 – 1200
		> 12 % Si. nicht aushärtbar > 12 % Si. unhardenable	90	200 – 600	300 – 800	400 – 1000
	Kupfer und Kupferlegierungen (Bronze/Messing) Copper and copper alloys (Bronze/Brass)	Automatenlegierung Pb > 1 % Free cutting alloys Pb > 1 %	130	250 – 400	250 – 500	450 – 650
		Messing, Rotguss Brass, Red bronze	110	250 – 600	250 – 800	450 – 1000
		Bronze, bleifreies Kupfer und Elektrolytkupfer Bronze, non leaded copper and electrolytic copper	90 100	150 – 250	180 – 300	200 – 400
	Nichtmetallische Werkstoffe Nonmetallic materials	Duroplaste Duroplastics		60 – 70	80 – 100	90 – 120
		Faserverstärkte Kunststoffe Fibre reinforced plastics				
		Hartgummi Hard rubber				

¹⁾ und Stahlguss
and cast steel

²⁾ und austenitische/ferritische
and austenitic/ferritic



Nassbearbeitung
Wet machining

Werkstoffgruppe Material group	Werkstoff Material		Brinell Härte Brinell hardness HB	Schnittgeschwindigkeit Cutting speed
				v_c (m/min)
				LW610 und and LW611
				f = mm/U rev
				0,1–0,4
				
K	Grauguss Grey cast iron	perlitisch/ferritisch perlitic/ferritic	180	150 – 250
		perlitisch (martensitisch) perlitic (martensitic)	260	100 – 150
	Gusseisen mit Kugelgraphit Nodular graphite cast iron	ferritisch ferritic	160	130 – 180
		perlitisch perlitic	250	100 – 150
	Temperguss Malleable cast iron	ferritisch ferritic	130	120 – 180
		perlitisch perlitic	230	100 – 160
N	Aluminium-Knetlegierungen Aluminium wrought alloys	nicht aushärtbar unhardenable	60	400 – 2400
		aushärtbar, ausgehärtet hardenable, hardened	100	160 – 1600
	Aluminium-Gusslegierungen Aluminium cast alloys	ca. 12 % Si. nicht aushärtbar ca. 12 % Si. unhardenable	75	320 – 1200
		ca. 12 % Si. aushärtbar, ausgehärtet ca. 12 % Si. hardenable, hardened	90	240 – 950
		> 12 % Si. nicht aushärtbar > 12 % Si. unhardenable	130	160 – 800
		Kupfer und Kupferlegierungen (Bronze/Messing) Copper and copper alloys (Bronze/Brass)	Automatenlegierung Pb > 1 % Free cutting alloys Pb > 1 %	110
		Messing, Rotguss Brass, Red bronze	90	200 – 800
		Bronze, bleifreies Kupfer und Elektrolytkupfer Bronze, non leaded copper and electrolytic copper	100	120 – 320
	Nichtmetallische Werkstoffe Nonmetallic materials	Duroplaste Duroplastics		
		Faserverstärkte Kunststoffe Fibre reinforced plastics		
		Hartgummi Hard rubber		



Trockenbearbeitung
Dry machining



Nassbearbeitung
Wet machining

Werkstoffgruppe Material group	Werkstoff Material	Brinell Härte Brinell hardness HB	Schnittgeschwindigkeit Cutting speed v_c (m/min)	Vorschub Feed f mm/U rev
			LC415X	
				
P	Automatenstahl Machining steel	125 - 300	100 – 220	0,01 – 0,15
	Stahl Steel < 600 N/mm ²	180 - 380	100 – 180	0,01 – 0,20
	Stahl Steel < 800 N/mm ²	200 - 350	60 – 130	0,01 – 0,15
M	Nichtrostender Stahl Stainless steel	180 - 300	60 – 140	0,01 – 0,20
N	Aluminium Aluminium	30 - 130	200 – 800	0,01 – 0,30
	Bronze, Messing, Kupfer Bronze, Brass, Copper	100 - 500	100 – 500	0,01 – 0,30
S	Titan Titanium	180 - 400	40 – 90	0,01 – 0,15
		180 - 400	30 – 70	0,2 – 0,45

Schnittwertempfehlungen für Drehen LC415Z und BCS20T
Cutting data recommendations for LC415Z and BCS20T

Werkstoffgruppe Material group	Werkstoff Material		Brinell Härte Brinell hardness HB	Schnittgeschwindigkeit Cutting speed v_c (m/min)
				LC415Z / BCS20T
				$f = \text{mm/U rev}$ 0,15 - 0,5
				
M	Nichtrostender Stahl ¹⁾ Stainless steel ¹⁾	austenitisch ²⁾ , abgeschreckt austenitic ²⁾ , quenched	180	80 – 180
S	Warmfeste Legierungen Heat resistant alloys	Fe-Basis Fe-based	200	40 – 100
		ausgehärtet hardened	280	30 – 70
		Ni- oder Co-Basis Ni- or Co-based	250	50 – 85
		ausgehärtet hardened	350	20 – 50
		gegossen cast	320	30 – 50

Schnittwertempfehlungen für Drehen BCS10T
Cutting data recommendations for BCS10T

Werkstoffgruppe Material group	Werkstoff Material		Brinell Härte Brinell hardness HB	Schnittgeschwindigkeit Cutting speed v_c (m/min)
				BCS10T
				$f = \text{mm/U rev}$ 0,2 - 0,45
S	Warmfeste Legierungen Heat resistant alloys	Titan und Titan-Legierungen Titanium and titanium alloys	150 – 450	30 – 70

¹⁾ und Stahlguss
and cast steel

²⁾ und austenitische/ferritische
and austenitic/ferritic



Nassbearbeitung
Wet machining