

Selection of cutting data for turning with ceramic tools

Wahl der Schnittdaten für Drehen mit Keramikwerkzeuge

Val av skärdata för svarvning med keramiska verktyg

Recommendations

Application of ceramics implies that the cutting speed can be essentially increased compared with tungsten carbide. However the ceramic cutting material must be applied in ways which are different from tungsten carbide, in accordance with the following;

- Ceramics are basically used for materials with favourable swarf removal properties as for example grey cast iron.
- The foremost application is within mass production but also very hard workpieces are suitable.
- Rigid machining conditions are a vital requirement as far as the machine, the tool, the clamping and shape of the workpieces are concerned.
- Applicable speed range is very wide (flat Taylor graph) and is in most cases limited upwards by the machine and the workpiece. Consequently the lifetime is, compared to carbide, to a much lesser extent dependent on the cutting speed. An economical lifetime corresponds to approximately 5 - 10 min.

Empfehlungen

Der Einsatz von Keramikschneiden ermöglicht es, die Schnittgeschwindigkeit im Vergleich zum Hartmetall zu erhöhen. Jedoch müssen Keramikschneiden auf eine wesentlich andere Art und Weise als Hartmetall zum Einsatz gebracht werden, in Übereinstimmung mit folgendem;

- Keramik wird bevorzugt für Material mit guten spanabhebenden Eigenschaften, wie Grauguss, verwendet.
- Vorwiegend sollten solche Schneiden bei Massenfertigung oder bei Bearbeitung von sehr harten Werkstücken Verwendung finden.
- Starre Aufspannung des Werkstücks und Werkzeugs, sowie starre Maschine sind unbedingte Voraussetzung.
- Der anwendbare Geschwindigkeitsbereich ist sehr gross (flache Neigung bei der Taylorkurve) und wird nach oben in den meisten Fällen von der Stabilität der Maschine und der starre Aufspannmöglichkeit des Werkstückes begrenzt. Das Lebensdauer der Schneide ist somit in geringerem Masse, im Vergleich mit Hartmetall, von der Schnittgeschwindigkeit abhängig. Eine wirtschaftliche Werkzeugstandzeit von etwa 5 - 10 Min. sollte erreicht werden.

Rekommendationer

Tillämpning av keramiska skärmaterial innebär att skärhastigheten väsentligt kan höjas i jämförelse med hårdmetall. Dock måste det keramiska skärmaterialet behandlas på ett sätt som klart skiljer sig ifrån hårdmetallen enligt följande;

- Keramik används företrädesvis för material med goda spänåvskiljande egenskaper, såsom grått gjutjärn.
- Främsta tillämpningen finns inom massproduktion, men även mycket hårdar arbetsstycken är lämpliga.
- Stabila bearbetningsförhållanden är ett uttalat krav vad beträffar maskin, verktyg, fastspänning och arbetsstyckets form.
- Tillämpligt hastighetsområde är mycket stort (flack lutning hos Taylorkurvan) och begränsas uppåt i de flesta fall av stabilitet hos maskin och arbetsstykke. Utslitningstiden är således i mycket mindre grad, än för hårdmetall, beroende av skärhastigheten. En ekonomisk utslitningstid motsvarar ca 5 - 10 min.

Machining procedure

The machining procedure must be adapted to the ceramic cutting material:

- Entrance and exit of the cutting edge in the material should be facilitated by a chamfering operation or reduction of the feed. To avoid notch wear, the direction of feed should be selected 90° in relation to the chamfer.

Bearbeitungsmethode

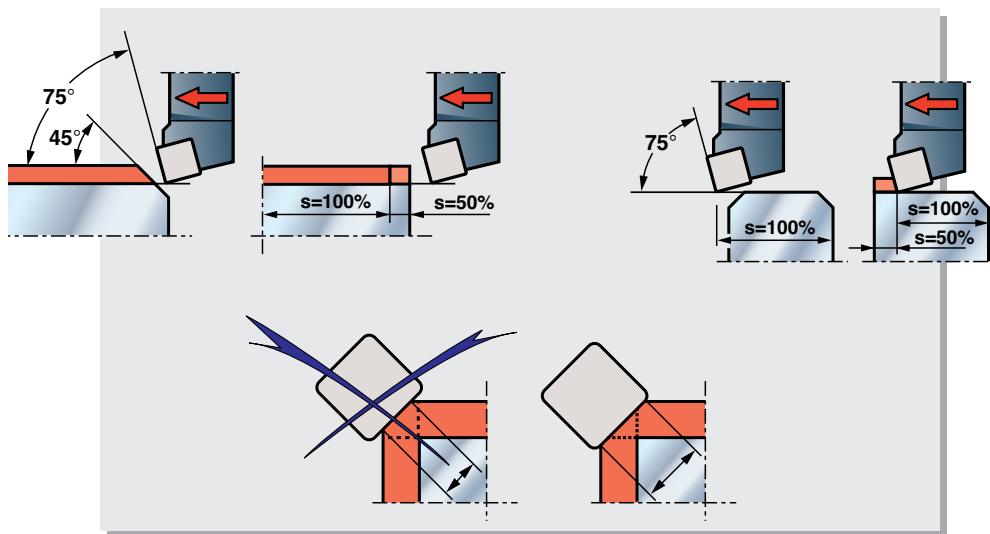
Die bearbeitungsmethode muss dem keramischen Schneidmaterial angepasst werden:

- Der Ein- und Austritt der Schneidkanten sollte durch ein Abfasen oder eine Vorschubreduzierung erleichtert werden. Um Kerbverschleiss zu vermeiden so soll die Vorschubrichtung 90° gegen die Fase gewählt werden.

Bearbetningsmetodik

Bearbetningsmetodiken måste anpassas till det keramiska skärmaterialet:

- Underlättar skäreggens in- och utträde i materialet genom en färsning eller matningsreduktion. För att undvika strålörsplintning, så skall matningsriktningen väljas 90° mot fasen.



- By finishing machining a surface finish of $1 \mu\text{m}$ can be achieved and interrupted cutting is possible.
- In comparison with carbide the cutting speed is generally selected three times higher and the feed approximately the same.
- When roughing if possible an insert with height 07 and a tool holder in good condition should be used.

- Beim Schlichten kann eine Oberflächengüte von $1 \mu\text{m}$ erreicht werden und unterbrochenem Schnitt gemacht werden.
- Im Vergleich mit Hartmetall sollte die Schnittgeschwindigkeit allgemein dreimal so hoch gewählt werden und der Vorschub ungefähr gleich.
- Beim Schruppen sollte eine Schneide mit Höhe 07 und ein stabiler Werkzeughalter in gutem Zustand verwendet werden.

- Vid finbearbetning kan en ytfinitet av $1 \mu\text{m}$ uppnås och intermittenta skär göras.
- I jämförelse med hårdmetall gäller generellt att skärhastigheten väljs ca 3 ggr så hög och matningen ungefär lika.
- Vid grovbearbetning bör man använda skär med 07 höjd och en verktygshållare i god kondition.

Notch wear

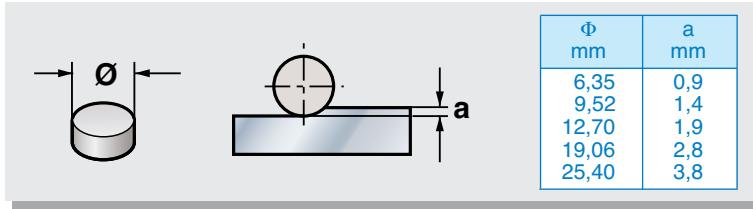
To minimize notch wear the following rules should be followed:

- If possible use round inserts and as large approach angle as possible.
- Size of insert is selected in relation to the cutting depth in accordance with what is stated below.

Kerbverschleiss

Um den Kerbverschleiss zu minimieren, sollten nachstehenden Regeln befolgt werden:

- Wenn möglich verwenden Sie runde Wendeplatten und den grösstmöglichen Eingriffswinkel.
- Die Grösse der Schneide wird in Bezug auf die Schnittiefe und in Einklang mit dem, das nachstehend aufgeführt wird, ausgesucht.



B

- Let the insert follow a programmed curve when entering into the workpiece. This also eliminates the need of prechamfering.

- Lassen Sie die Schneide beim eintritt in das Werkstück einer programmierten Kurve folgen. Das macht auch das Anfassen unnötig.

Strälförslitning

För att minimera strälförslitningen så skall följande regler tillämpas:

- Använd om möjligt runda skär och så stor ställvinkel som möjligt.
- Skärets storlek skall väljas i relation till skärdjupet i överensstämmelse med nedanstående.

- The turning operation is made with several passes with different cutting depths, or preferably by varying the depth of cut during each pass (ramping).

The cutting depth should never be selected smaller than 0.25 mm, since chipping of the cutting edge might occur.

- Die Drehoperation kann mit mehreren Schnitten mit verschiedenen Schnittiefen durchgeführt werden, oder bevorzugtweise durch kontinuierliches ändern der Schnittiefe während jedes Schnittes („schräger Vorschub“).

Die Schnittiefe sollte nie kleiner gewählt werden als 0.25 mm, denn sonst kann die Schneide ausbrechen.

- Genomför svarvningen med flera passeringar med olika skärdjup, eller fördelatligast med varierande skärdjup under varje passering ("ramping").

Skärdjupet bör aldrig understiga 0,25 mm, eftersom en risk för urlässning då kan föreligga.

Turning to a 90° shoulder

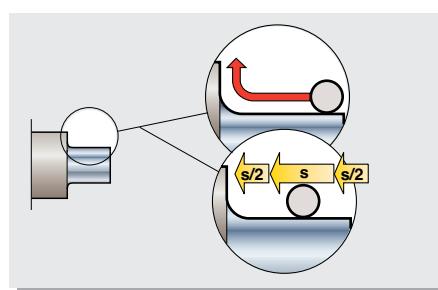
To avoid obstructed swarf flow and insert breakage the feed should be reduced by 50 % whilst approaching the shoulder. Round inserts should be fed along a radial curve with a radius approximately 1 mm larger than the insert radius.

Drehen bis zu einer 90° Schulter

Um den erschweren Spanfluss und beschädigung der Schneide zu vermeiden sollte der Vorschub beim 50 % reduziert werden, wenn an eine Schulter herangedreht wird. Runde Schneiden sollten über eine radiale Kurve geführt werden, mit einer Radius, ca 1 mm grösser als der Schneidenradius.

Svarvning mot 90° skuldra

För att undvika spänstockning och skärbrott bör matningen halveras strax före ingången mot skuldran. Runda skär bör följa en radiell bana med en kurvradius ca 1 mm större än skärets radie.



Cutting geometry

Optimization is made by choosing the highest possible feed and cutting depth, by selecting the largest possible:

- Nose angle of the insert.

Schneidengeometrie

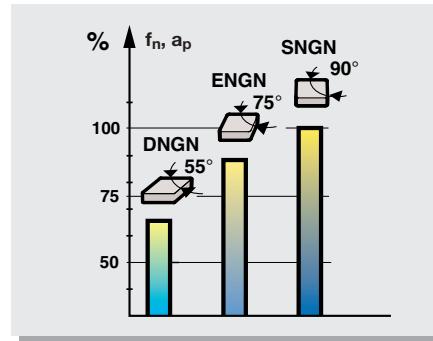
Optimierung wird erreicht durch Vorschub und Schnittiefe maximieren, durch die Wahl des grösstmöglichen:

- Spitzenwinkel der Schneide.

Skärgeometri

Optimering åstadkommes genom att maximaera matning och skärdjup, genom att välja största möjliga.

- Spetsvinkel på skäret.



Feed, mm/rev

f_n = Vorschub, mm/U

Matning, mm/varv

Cutting depth, mm

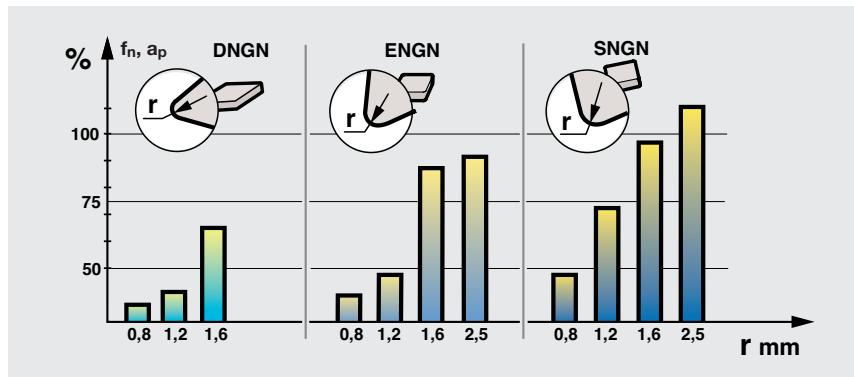
a_p = Schnittiefe, mm

Skärdjup, mm

- Corner radius of the insert.

Eckradius der Schneide.

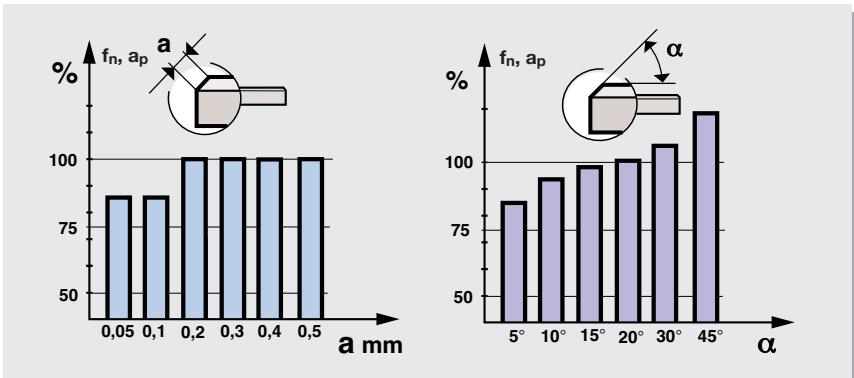
- Hörradie på skäret.



- Width and inclination of the protective chamfer of the cutting edge.

Breite und Neigungswinkel der Schutzfase auf der Schneidkante.

- Bredd och lutningsvinkel hos skyddsfasen på skäreggen.



The protective chamfer shall when machining steel and grey cast iron be smaller than the chosen feed. For machining of hard materials the protective chamfer should be larger than the chosen feed.

Bei Bearbeitung von Stahl und Gusseisenen sollte die Schutzfase kleiner als der gewählte Vorschub sein. Bei der Bearbeitung von harten Werkstoffen sollte die Schutzfase größer als der gewählte Vorschub sein.

Skyddsfasen skall vid bearbetning i stål och grått gjutjärn vara mindre än det valda matningsvärdet. För bearbetning i hårdare material skall skyddsfasen vara större än det valda matningsvärdet.

Cutting data for turning Schnittdaten für Drehen Skärdata för svarvning

ISO P

All types of steels, cast steels and long chipping cast irons except austenitic/duplex stainless steels

Stähle, Stahlguss und langspanender Guss aller Arten ohne austenitische/duplexe rostfreie Stähle

Alla typer av stål, gjutstål och långspänande gjutjärn utom austenitiska/duplexa rostfria stål

B * MIRCONA no.-Nr.-nr.	Material	Werkstoff	Material	Brinell hardness Brinell Härte Hårdhet Brinell	Specific cutting force Spez. Schnittkraft Specifik skärkraft	1)			1)			1)			1)								
						ALC 400 P10/M10/K10			ALC 345 P15/M20/K20			ALC 245 P25			ALC 145 P30/M30								
						f_n mm/rev									–								
						0,1	0,25	0,5	1,0	0,25	0,5	1,0	0,25	0,5	1,0	0,25	0,5	1,0	1,5				
1.1	Carbon steel	0,2 %C 0,45 %C 0,83 %C	Unlegierter Stahl	0,2 %C 0,45 %C 0,83 %C	Kolstål	0,2 %C 0,45 %C 0,83 %C	000–150 000–190 000–250	2060 2160 2260	360 315 300	340 295 280	260 250 235	230 215 180	330 285 270	255 240 225	200 185 150	300 250 225	235 210 195	170 155 150	270 230 205	210 190 170	160 140 125	130 125 90	
1.4	Alloy steel	Legierter Stahl	Legerat stål	Legerat stål	000–200 200–250 250–325 325–375 375–425	2060 2450 2700 2850 2940	340 295 250 210 175	320 275 230 190 155	250 220 185 145 115	200 180 130 120 105	310 265 220 180 145	240 210 175 135 105	170 150 100 90 75	225 210 165 145 85	210 180 120 100 75	140 120 80 60 40	200 180 155 125 90	270 170 155 125 90	130 115 80 55 45				
1.9					135–175 175–225 2260 2700 375–425	2260	390 295 230	310 275 210	240 230 160	210 200 160	300 265 200	215 220 160	150 180 140	270 265 220 190 150	220 210 170 140 110	140 120 100 90 70	230 220 150 140 110	180 165 150 140 110	120 100 85 60 55				
1.10					175–225 2700 375–425	2700	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
1.11					2700 375–425	2940	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—					
1.12					375–425	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—					
1.13	Cast steel	Carbon Alloedyed	Stahlguß	Unlegiert Legiert	Gjutstål	Kol Legerat	000–150 150–200 200–250 250–300	1770 1960 2160 2350	250 190 160 130	230 170 140 100	190 130 125 80	160 160 110 —	220 130 115 100	180 115 90 70	130 115 90 —	170 115 105 80	150 125 115 70	100 80 70 —	160 130 110 70	125 100 90 60	100 85 70 55		

ISO M

All types of austenitic/duplex stainless steels

Austenitische/duplexe rostfreie Stähle aller Arten

Alla typer av austenitiskt/duplexrt rostfritt stål

* MIRCONA no.-Nr.-nr.	Material	Werkstoff	Material	Brinell hardness Brinell Härte Hårdhet Brinell	Specific cutting force Spez. Schnittkraft Specifik skärkraft	1)			1)			1)			1)								
						ALC 400 P10/M10/K10			ALC 345 P15/M20/K20			ALC 145 P30/M30			–								
						f_n mm/rev									–								
						0,1	0,25	0,5	1,0	0,25	0,5	1,0	0,25	0,5	1,0	0,25	0,5	1,0					
2.1	Austenitic Aust. hardened Duplex aust./ferr.	Austenitisch Aust. gehärtet Duplex aust./ferr.	Austenitiskt Aust. hårdat Duplex aust./ferr.	135–200 300–330 230–270	2550 3550 2800	245 120 170	225 100 150	190 — 130	150 — —	230 120 170	200 100 150	180 — —	210 100 160	190 80 140	175 60 120	145 — 100	—	—	—				
2.2																							
2.3																							

ISO K

All types of short-chipping cast iron

Kurzspanender Guss aller Arten

Alla typer av kortspänande gjutjärn

* MIRCONA no.-Nr.-nr.	Material	Werkstoff	Material	Brinell hardness Brinell Härte Hårdhet Brinell	Specific cutting force Spez. Schnittkraft Specifik skärkraft	1)			1)			1)			1)								
						ALC 400 P10/M10/K10			f _n mm/rev			–			–								
						f_n mm/rev									–								
						0,1	0,25	0,5	1,0	0,25	0,5	1,0	0,25	0,5	1,0	0,25	0,5	1,0					
3.1	Malleable iron short-chipping (ferr.) long-chipping (perl.)	Temperguß kurzspanend (ferr.) langspanend (perl.)	Aducergods kortspänande (ferr.) långspänande (perl.)	110-145 200-250	1080 980	300 325	245 260	185 195	200 260	190 160	175 140	145 120	145 100	145 100	145 100	145 100	145 100	145 100					
3.3	Cast iron, low tensile, grey	Niedrig leg. Grauguß	Låghållfast grått gjutjärn	180	1080	350	230	160	180	100	80	60	—	—	—	—	—	—					
3.4	Cast iron, high tensile, grey, alloy	Leg. Grauguß, hohe Fest.	Höghållfast legerat grått gjutjärn	250	1470	260	175	105	250	1470	260	175	105	105	105	105	105	105	105				
3.5	Nodular SG iron ferritic perlitic	Kugelgraphit-guß	ferritisch perlitisch	Nodulärt gjutjärn, segjärn ferritisk perlitiskt	160 250	1080 1770	205 195	165 160	160 1770	195 160	110 110												

● Coated grades ● Beschichtete Sorten ● Belagda sorter.

CVD
TiN/TiCN/
Al₂O₃/TiN+

PVD
TiAlN

CVD
TiN/TiCN/
Al₂O₃

● Uncoated grades
● Unbeschichtete Sorten
● Obelagda sorter

2)
Cermet

● Ceramic grades ● Keramiksorten
● Keramiska sorter.

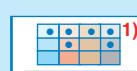
Al₂O₃

Si₃N₄

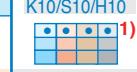
Al₂O₃ + TiC

Si₃N₄ + TiN

CVD = Chemical Vapour Deposition
PVD = Physical Vapour Depositon



CEB 250 P10/
K10/S10/H10



CEB 225 P05/
K05/S10/H05

 ALC 135 P35/M30/S30	 TNP 220 P20/M20/S15	 TNP 140 P40/M25/S25	 2) CER 510 P10/M10	 S6 P40	 CEW 075 (P05/K05)
f _n mm/U				f _n mm/varv	
0,25 0,5 1,0 1,5				0,1 0,25 0,4	

V _c m/Min												V _c m/min													
–												–													
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	250	200	140	110	360	340	260	160	125	90	75	65	50	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	210	170	130	105	320	295	250	125	105	75	65	45	40	35
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	185	150	105	70	310	275	240	115	90	65	45	40	35	30
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	180	150	110	75	350	310	250	115	90	65	45	40	35	30
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	170	135	95	60	305	275	220	100	85	55	40	35	30	25
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	135	105	65	40	260	225	180	85	65	40	35	30	25	20
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	105	70	50	35	210	190	140	65	50	30	25	20	15	10
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	70	60	30	25	180	–	–	50	40	25	–	–	–	–
250	230	220	210	230	180	120	80	210	160	100	60	–	–	–	–	120	100	90	70	55	40	–	–	–	–
200	180	170	160	255	210	165	140	240	195	145	120	295	270	220	40	115	90	80	65	55	40	–	–	–	–
180	150	110	90	190	150	120	110	175	130	105	90	240	200	170	–	115	95	65	55	50	45	–	–	–	–
25	20	–	–	50	40	–	–	40	30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	135	105	80	65	255	235	195	80	70	50	40	35	30	25
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	105	90	65	40	200	180	135	65	50	40	35	30	25	15
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	90	80	50	35	170	140	120	55	45	35	30	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	50	40	–	–	–	–	–	40	–	–	–	–	–	–

f_n = Feed, mm/rev

f_n = Vorschub, mm/U

f_n = Matning, mm/varv

Page:

1) Seite: B205

Sida:

V_c = Cutting speed, m/min

V_c = Schnittgeschwindigkeit, m/Min

V_c = Skärhastighet, m/min

* Material cross reference, page:

* Werkstoff Querverweis, Seite:

* Korsreferens för material, sid:

G1-G4

Selection of cutting geometry and feed, page:

Wahl der Schneidengeometrie und Vorschub, Seite:

Val av skärgeometri och matning, sid:

B27-B39

Selection of carbide grade, page:

Wahl der Hartmetallsorte, Seite:

Val av hårdmetallsort, sid:

B168-B171

Selection of ceramic grade:

Wahl der Keramiksorte:

Val av keramiksort:

B186-B188

Recommendations, page:

Empfehlungen, Seite:

Rekommendationer, sid:

B196-B199



**Contd. Cutting data for turning
Forts. Schnittdaten für Drehen
Forts. Skärdata för svarvning**

ISO N

All types of non-ferrous metals and non-metallic materials
NE-Metalle aller Arten und nicht metallische Materialien
Alla typer av icke-järnmetaller och icke metalliska material

MIRCONA * Nr/N·m	Material	Werkstoff	Material	Brinell hardness Brinell Härte Hårdhet Brinell	Specific cutting force Spez. Schnittkraft Specifik skärkraft K_c 0,4 N/mm ²	1)			
						TNP 400 N25			
						f_n mm/rev			
						0,25	0,5	1,0	
						V_c m/min		–	
5.1 5.2	Magnesium	Magnesium	Magnesium	40-60 HRb 60-90 HRb		–	–	–	
5.3 5.4	Electrolytic copper Free cutting copper Pb > 1%	Elektrolytkupfer Automatkupfer Pb > 1%	Elektrolytisk koppar Friskärande koppar Pb > 1%	50-85 90	1080 700	600 1200	500 800	300 400	
5.5 5.6 5.7 5.8	Bronze-brass-alloys: lead alloy brass, red brass phosphor-bronze	Bronze-Messing-Legierungen: Bleileg. Automatenqualität Messing, Rotguss Phosphorbronze	Brons/Mässinglegeringar: blylegeringar mässing, rödgods fosforbrons	120-200 80-150 60-110 85-110	690 740 1720	250 1000 1000 800	230 700 700 600	180 350 350 300	
5.9 5.10 5.11	Aluminium alloys: non-heat-treatable heat-treatable	Aluminiumlegierungen: Nicht wärmebehandlungsfähig Wärmebehandlungsfähig	Aluminiumlegeringar: icke värmeförståndbara värmeförståndbara	150-200 30-80 80-120	490 690	600 3200 2200	550 1700 1600	480 600 700	
5.12 5.13	Aluminium alloys (cast): non-heat-treatable heat-treatable	Aluminiumgusslegierungen: Nicht wärmebehandlungsfähig Wärmebehandlungsfähig	Gjutna aluminiumlegeringar: icke värmeförståndbara värmeförståndbara	100 125	740 880	2000 1200	1200 800	700 450	
5.14 5.15 5.16 5.17 5.18 5.19	Hard rubber, ebonite Polyamid (nylon) Polyacetal (delrin) Teflon PVC Akrylglass (plexiglas)	Hartgummi, Ebonite Polyamid (Nylon) Polyacetal (Delrin) Teflon PVC Akrylglass (Plexiglas)	Hårt gummi, ebonit Polyamid (nylon) Polyacetal (delrin) Teflon PVC Akrylglass (plexiglas)			320 250 700 100 200 80	150 200 500 60 160 50	100 150 350 40 100 40	

ISO H

Hard materials; all types of hardened steels and cast iron
Harte Materialien; gehärtete Stähle und guss aller Arten
Hårda material; alla typer av härdade stål och gjutjärn

MIRCONA * Nr/N·m	Material	Werkstoff	Material	Brinell hardness Brinell Härte Hårdhet Brinell	Specific cutting force Spez. Schnittkraft Specifik skärkraft K_c 0,4 N/mm ²	1)											
						CEB 250 P10/ K10/S10/H10											
						FG 25 K20/S20/N25/H15											
						f_n mm/rev	f_n mm/U										
						0,1	0,3	0,6									
						0,1	0,25	0,4									
						0,1	0,25	0,4									
						0,2	0,4	0,6									
						V_c m/min											
						V_c m/min											
6.1 6.2	Chilled cast iron	Kokillenhartguss	Kokillhärdat gjujärn	400-600 HRc 50-62	3000 4000	45	20	10	150	130	100	100	80	60	100	80	60
6.3 6.4	Hardened steel	Gehärtete Stahl	Härdat stål	HRc 45 60	3500 4700	45	30	25	200	170	150	60	45	30	60	45	30

● Coated grades ● Beschichtete Sorten ● Belagda sorter.

 CVD
TiN/TiCN/
Al₂O₃/TiN+

 PVD
TiAlN

 CVD
TiN/TiCN/
Al₂O₃

CVD = Chemical Vapour Deposition
PVD = Physical Vapour Depositon

● Uncoated grades
● Unbeschichtete Sorten
● Obelagda sorter

 Cermet

● Ceramic grades ● Keramiksorten
● Keramiska sorter.

 Al₂O₃

 Si₃N₄

 Al₂O₃ + TiC

 Si₃N₄ + TiN

	1)	1)	1)
	FG10 S15/N10	FG15 N15	FG 25 K20/S20/N25/H15
<i>f_n</i> mm/U	<i>f_n</i> mm/varv		
	0,25 0,5 1,0	0,25 0,5 1,0	0,25 0,5 1,0
<i>V_c</i> m/Min	<i>V_c</i> m/min		
	— — —	— — —	— — —
400	300 200	300 250	180
800	500 250	600 400	200
220	200 140	200 180	120
800	500 250	600 400	200
800	500 250	600 400	200
600	400 200	400 300	150
500	450 400	500 400	350
3000	1500 400	2500 1800	300
2000	1400 500	1500 1000	400
1800	1000 500	1500 900	400
1000	600 250	800 500	200
250	150 100	200 150	80
180	150 120	150 120	100
550	300 250	500 400	200
60	40 20	40 20	10
160	140 80	140 120	60
40	30 20	30 20	10

f_n = Feed, mm/rev

f_n = Vorschub, mm/U

f_n = Matning, mm/varv

V_c = Cutting speed, m/min

V_c = Schnittgeschwindigkeit, m/Min

V_c = Skärhastighet, m/min

Page:

1) Seite: **B205**

Sida:

G1-G4

* Material cross reference, page:

* Werkstoff Querverweis, Seite:

* Korsreferens för material, sid:

Selection of cutting geometry and feed, page:

Wahl der Schneidengeometrie und Vorschub, Seite:

Val av skärgeometri och matning, sid:

B27-B39

Selection of carbide grade, page:

Wahl der Hartmetallsorte, Seite:

Val av hårdmetallsort, sid:

B168-B171

Selection of ceramic grade:

Wahl der Keramiksorte:

Val av keramiksort:

B186-B188

Recommendations, page:

Empfehlungen, Seite:

Rekommendationer, sid:

B196-B199

B

**Contd. Cutting data for turning
Forts. Schnittdaten für Drehen
Forts. Skärdata för svarvning**

ISO S		All types of heat-resistant Ni-, Co-, Fe-, and Ti-alloys Warmfeste Ni-, Co-, Fe-, und Ti-Legierungen aller Arten Alla typer av varmhållfasta Ni-, Co-, Fe-, och Ti-legeringar																1)		1)						
MIRCONA * no-Ni-nr	Material – Werkstoff Material	Brinell hardness	ALC 135 P35/M30/S30			TNP 220 P20/M20/S25			TNP 140 P40/M25/S25			FG10 S15/N10			FG 25 K20/S20/N25/H15			CEB 250 P10/ K10/S10/H10			CES 025 K10/S15/H15					
			f _n mm/rev			–			f _n mm/U			–			f _n mm/rev			–			f _n mm/varv					
	Commercial designation Handelsübliche Bezeichnung Kommersiell beteckning	Härddhet Brinell	V _c m/min	–	–	V _c m/min	–	–	V _c m/min	–	–	V _c m/min	–	–	V _c m/min	–	–	V _c m/min	–	V _c m/min						
4.1	Fe-leg:	S 140	130	100	80	170	145	130	150	135	125	150	130	120	110	90	75	–	–	–	–	–	–	–		
4.1	V 57, A 286	S & A 245-315	140	120	110	180	160	145	160	140	125	160	140	130	130	100	85	–	–	–	–	–	–	–		
4.1	Incoloy 800, 801	S 265-325	180	150	130	210	180	170	190	160	140	190	170	150	135	105	90	–	–	–	–	–	–	–		
4.1	17-4 PH	S & A 330-370	110	90	80	135	105	90	125	100	80	130	110	90	90	70	60	–	–	–	–	–	–	–		
4.1	17-7 PH	N 255-315	170	140	130	195	170	145	175	150	130	180	160	140	125	95	80	–	–	–	–	–	–	–		
4.1	Maraging steels - Künstlich gealterte Stähle - Maräldrande stål 120, 180, 200, 250, 300, 350	M 350-425	100	90	80	110	100	85	95	80	65	100	80	60	70	45	30	–	–	–	–	–	–	–		
4.1	120, 180	M 490-525	60	50	40	80	65	50	60	50	45	60	50	40	45	30	25	–	–	–	–	–	–	–		
4.1	200, 250, 300, 350	N 170-235	f _n mm/rev			–			f _n mm/U			–			f _n mm/varv			–			f _n mm/varv					
4.2	Ni-leg:	N 170-235	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,15	0,2	0,1	0,2	0,5	0,1	0,2	0,3	0,1	0,3	0,4	0,1	0,3	0,4
4.2	Hastolloy B, C, X	S 220-280	80	70	60	90	75	60	80	70	55	140	135	125	80	60	50	550	450	–	250	200	200	250	200	200
4.2	Astroloy, Rene 41	S 220-280	60	50	40	70	60	50	60	50	40	105	100	95	60	40	30	550	450	–	250	200	200	250	200	200
4.2	Inconel W, X, 702, 718	S 220-280	60	50	40	70	60	50	60	50	40	105	95	85	60	40	30	550	450	–	250	200	200	250	200	200
4.2	TD 2	T 280	130	110	100	145	125	110	125	100	90	210	200	180	130	100	70	550	450	–	250	200	200	250	200	200
4.2	Inconel 600	C 240-315	70	60	50	80	70	60	70	60	50	130	120	110	70	60	40	450	350	–	250	200	200	250	200	200
4.2	Udimet 500, 700	S & A 300-345	70	60	50	75	65	55	65	55	45	120	110	100	120	100	80	450	350	–	250	200	200	250	200	200
4.2	M 252 Waspalloy	S & A 370-390	70	60	50	75	65	55	65	55	45	120	110	100	70	60	40	250	180	–	200	180	150	200	180	150
4.3	Co-leg:	S 165-205	70	60	50	75	65	55	65	55	45	–	–	–	70	60	40	350	250	–	–	–	–	–	–	–
4.3	L 605	S & A 270-315	70	60	50	70	60	50	60	50	40	–	–	–	60	50	40	300	200	–	–	–	–	–	–	–
4.3	HS 21, HS 31, HS 36	G 220-280	60	50	40	70	60	50	60	50	40	–	–	–	60	50	40	350	250	–	–	–	–	–	–	–
4.3	Stellite-6	360-405	40	30	25	50	40	35	40	30	25	–	–	–	40	30	20	300	200	–	–	–	–	–	–	–



● Coated grades ● Beschichtete Sorten ● Belagda sorter.

CVD TiN/TiCN/Al2O3/TiN+ PVD TIALN

CVD = Chemical Vapour Deposition
PVD = Physical Vapour Deposit

CVD TiN/TiCN/Al2O3

● Uncoated grades ● Unbeschichtete Sorten ● Obelagda sorter

2) Cermet

● Ceramic grades ● Keramiksorten ● Keramiska sorter.

Al2O3 Si3N4

Al2O3 + TiC Si3N4 + TiN

ISO S

All types of heat-resistant Ni-, Co-, Fe-, and Ti-alloys
Warmfeste Ni-, Co-, Fe-, und Ti-Legierungen aller Arten
Alla typer av varmhållfast Ni-, Co-, Fe-, och Ti-legeringar

* MIRCONA no-Nr.-nr	Material – Werkstoff Material	Brinell hardness Brinell Härte Hårdhet Brinell	1)					1)					1)					1)				
			2) ALC 135 P35/M30/S30			TNP 220 P20/M20/S25			TNP 140 P40/M25/S25			FG10 S15/N10			FG 25 K20/S20/N25/H15			1)				
			f _n mm/rev					f _n mm/U					–					f _n mm/varv				
			0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,3	0,5	0,1	0,3	0,5	0,1	0,3	0,5	0,1	0,3
4.4	Ti-leg:	N 110-175	V _c m/min					V _c m/min					–					V _c m/min				
4.4	Ti 55A, Ti 75A		290	250	230	300	260	220	280	240	220	–	–	–	–	–	280	250	200	–	–	–
4.4	Ti 140A	N 280-330	100	90	80	110	90	80	90	80	70	–	–	–	–	–	90	80	70	–	–	–
4.4	Ti 5Al - 2,5 Sn Ti 6 - 2 - 4 - 2	N 300-350	180	150	130	120	95	85	100	85	70	–	–	–	–	–	100	80	70	–	–	–
4.4	Ti 6Al - 4V	N 300-350 S & A 350-395	160	140	120	105	85	70	90	80	70	–	–	–	–	–	90	80	70	–	–	–
4.4	Ti 6Al - 6V - 2Sn Ti 7Al - 4Mo Ti 8Al - 1Mo - 1V	N 320-350 S & A	100	80	70	105	85	70	90	70	70	–	–	–	–	–	90	70	60	–	–	–
		80	70	60	90	80	70	80	70	60	–	–	–	–	–	80	70	60	–	–	–	

S = Solutioned

S&A = Solutioned and aged

N = Annealed

Q&T = Quenched and tempered

M = Maraged

T = Stress relieved

C = Cold drawn

G = Cast

S = Lösungsgeglüht

S&A = Lösungsgeglüht und gealtert

N = Angelassen

Q&T = Abgeschreckt und angelassen

M = Künstlich gealtert

T = Spannungsentlastet

C = Kaltgezogen

G = Gegossen

S = Upplösningsbehandlat

S&A = Upplösningsbehandlat och åldrat

N = Anlöpt

Q&T = Släckhårdat och anlöpt

M = Maråldrat

T = Avspänningsglödtagt

C = Kalldraget

G = Gjutet

Selection of cutting geometry and feed, page:
Wahl der Schneidengeometrie und Vorschub, Seite:

Val av skärgeometri och matning, sid:
B27-B39

Selection of carbide grade, page:
Wahl der Hartmetallsorte, Seite:
Val av hårdmetallsort, sid:

B168-B171

Selection of ceramic grade:
Wahl der Keramiksorte:
Val av keramiksort:

B186-B188

Recommendations, page:
Empfehlungen, Seite:
Rekommandationer, sid:

B196-B199

¹⁾ ISO Material index - Werkstoff-Index - Materialindex

P: All types of steels, cast steels and long-chipping cast irons except aust/duplex stainless steels - Stähle, Stahlguss und langspanender Guss aller Arten ohne aust/duplex rostfreie Stähle - Alla typer av stål, gjutstål och långspånande gjutjärn utom aust/duplex rostfria stål.

M: All types of aust/duplex stainless steels - Aust/duplex rostfreie Stähle aller Arten - Alla typer av aust/duplex rostfria stål.

K: All types of short-chipping cast iron - Kurzspanender Guss aller Arten - Alla typer av kortspånande gjutjärn.

S: All types of heat-resistant Ni-, Co-, Fe-, and Ti-alloys - Warmfeste Ni-, Co-, Fe-, und Ti-Legierungen aller Arten - Alla typer av varmhållfast Ni-, Co-, Fe-, och Ti-legeringar.

N: All types of non-ferrous metals and non-metallic materials - NE-Metalle aller Arten und nicht metallische Materialien - Alla typer av icke-järnmetaller och icke metalliska material.

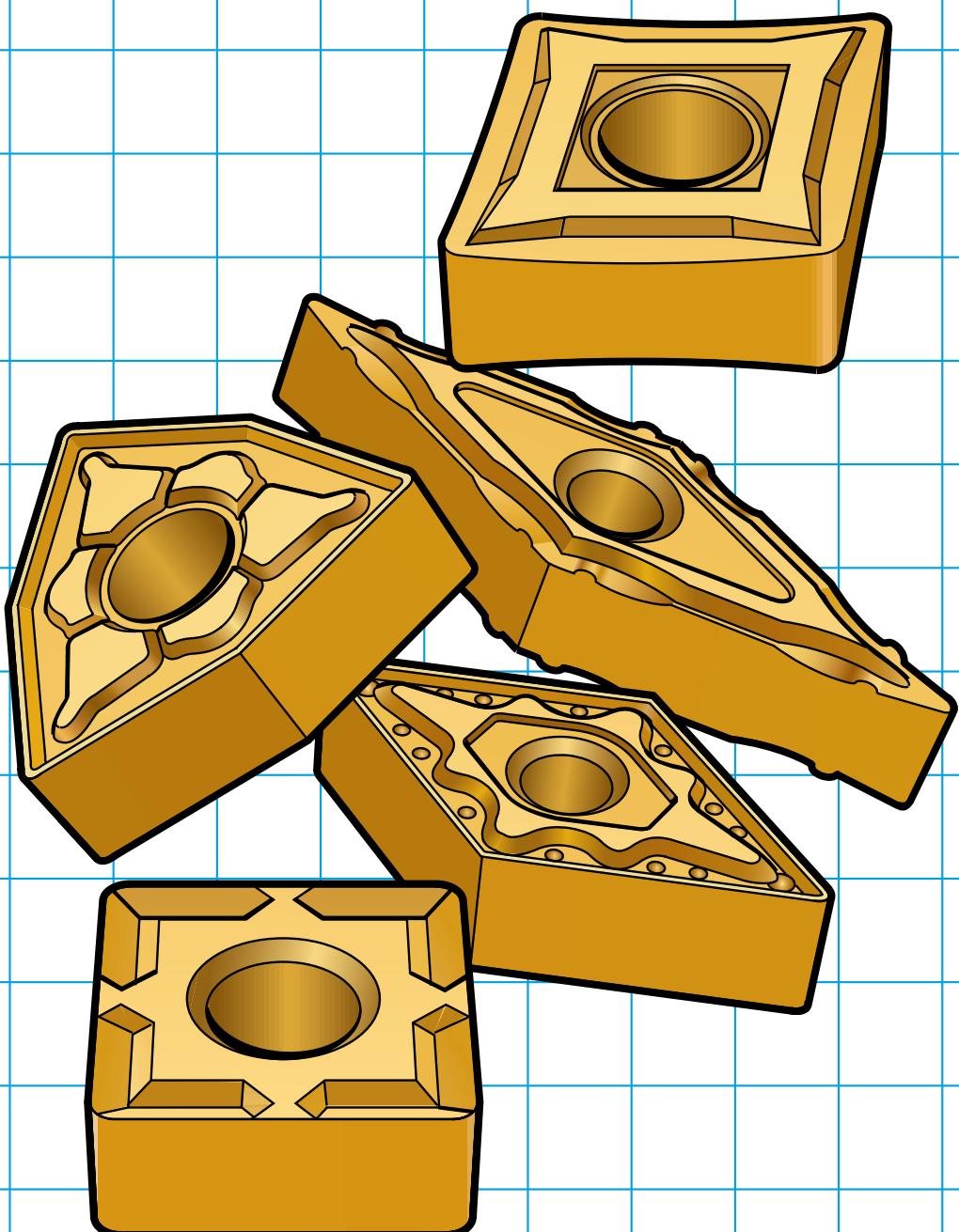
H: Hard materials; all types of hardened steels and cast irons - Harte Materialien; Gehärtete Stähle und guss aller Arten - Hårda material; alla typer av härdade stål och gjutjärn.

● Main application area - Hauptsätzliche Gebrauch - Främsta tillämpningsområde

Finishing/light roughing - Schlichten/leichtes Schruppen - Finbearbeitung/lätt grovbearbetning

Medium roughing - Mittleres Schruppen - Medelgrov bearbetning

Roughing/heavy roughing - Schruppen/Starkes Schruppen - Grovbearbeitning/tung grovbearbetning



B

Carbide:		Ceramics:		Ultra hard materials - Superharte Materialien - Superhårdta material:	
HW =	Uncoated carbide (WC) Unbeschichtet Hartmetall (WC) Obelagd hårdmetall (WC)	CA =	Oxide ceramic, pure (Al_2O_3) Oxykeramik, reinen (Al_2O_3) Oxidkeramik, ren (Al_2O_3)	BN =	Polycrystalline boron nitride Polykristallin Boronitrid Polykristallin bornitrid
HF =	Uncoated carbide (WC), fine grain Unbeschichtet Hartmetall (WC), feinkorn Obelagd hårdmetall (WC), finkornig	CM =	Oxide ceramic, mixed ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiC}, \text{TiN}$) Oxykeramik, gemisched ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiC}, \text{TiN}$) Oxidkeramik, blandad ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiC}, \text{TiN}$)	PD =	Polycrystalline diamond Polykristallin Diamant Polykristallin diamant
HT =	Uncoated carbide, cermet (TiC, TiN) Unbeschichtet Hartmetal, cermet (TiC, TiN) Obelagd hårdmetall, cermet (TiC, TiN)	CN =	Nitride ceramic (Si_3N_4) Nitridkeramik (Si_3N_4) Nitridkeramik (Si_3N_4)		
HC =	Coated carbide Beschichtet Hartmetall Belagd hårdmetall	CR =	Oxide ceramic (Al_2O_3), reinforced Oxykeramik, (Al_2O_3), fasenverstärkt Oxidkeramik, (Al_2O_3), fiberförstärkt		
		CC =	Coated ceramic Beschichtete keramik Belagd keramik		

ISO

		MIRCONA	MIRCONA	MIRCONA
		. coated carbide grades . Beschichtete Hartmetallsorten . belagda hårdmetallsorter	. uncoated carbide grades . unbeschichtete Hartmetallsorten . obelagda hårdmetallsorter	. ceramic grades . Keramiksorten . keramiska sorter
01	ALC 400		CER 510 CERMET	
10	ALC 345			
20	ALC 245			
30	ALC 145	TNP 220		
40	ALC 135	TNP 140	S6	
50				
10	ALC 345			
20	ALC 400	TNP 140		
30	ALC 145	TNP 220		
40	ALC 135	TNP 315		
01	ALC 400		FG 25	
10	ALC 345			
20	ALC 410			
30				
10		TNP 220		
20		TNP 140	FG 10	
30			FG 25	
40				
10				
20				
30				
40				
10		TNP 400	FG 10	
20			FG 15	
30			FG 25	
40				
10				
20				
30				
40				
10			FG 25	
20				
30				
40				

Hardness – Härte – Hårdhet

Toughness – Zähigkeit – Seghet

 CVD
TiN/Ti(CN)/Al₂O₃/TiN+

 CVD
TiN/TiCN/Al₂O₃

 PVD
TiAlN

Ceramics
Keramik
Keramik

 Al₂O₃

 Si₃N₄

 Al₂O₃ + TiC

 Si₃N₄ + TiN

Turning tool Index
Alphabetisches Verzeichnis über Drehwerkzeuge
Alfabetiskt register över svarverktyg

B



Page:
Seite:
Sida:



Page:
Seite:
Sida:



Page:
Seite:
Sida:



Page:
Seite:
Sida:

CCBNR/L	B53	PCBNR/L	B53
CCFNR/L	B50, B93	PCFNR/L	B50
CCGNR/L	B49, B94	PCGNR/L	B49
CCKNR/L	B53	PCKNR/L	B53
CCLNR/L	B47, B92	PCLNR/L	B47
CCRNR/L	B52	PCRNR/L	B52
CCSNR/L	B59	PCSNR/L	B59
CDHNR/L	B46, B92	PDHNR/L	B46
CDJNR/L	B49, B93	PDJNR/L	B49
CDNNN	B57	PDNNN	B57
CDNNR/L	B57, B96	PDNNR/L	B57
CRDNN	B98	PRSNR/L	B62
CRSNR/L	B62, B98	PSBNR/L	B54
CRSPR/L	B90	PSDNN	B61
CSBNR/L	B54	PSKNR/L	B56
CSBPR/L	B86	PSRNR/L	B55
CSDNN	B61, B97	PSSNR/L	B60
CSDPN	B89	PTDNR/L	B60
CSKNR/L	B56	PTFNR/L	B51
CSKPR/L	B87	PTGNR/L	B50
CSRNR/L	B55, B95	PTTNR/L	B58
CSSNR/L	B60, B97	PWLNR/L	B48
CSSPR/L	B89	PWMNN	B59
CSTPR/L	B88	PWNNR/L	B58
CSXNR/L	B94		
CSYNR/L	B95		
CTAPR/L	B84	SCACR/L	B70
CTBPR/L	B86	SCBCR/L	B74
CTCPN	B85	SCECR/L	B77
CTDNR/L	B60	SCFCR/L	B71
CTDPR/L	B88	SCGCR/L	B71
CTFNR/L	B51	SCLCR/L	B68
CTFPR/L	B85	SCMCN	B78
CTGNR/L	B50	SCRCR/L	B74
CTGPR/L	B84	SCSCR/L	B78
CTTNR/L	B58	SDACR/L	B73
CTTPR/L	B87	SDHCR/L	B67
		SDJCR/L	B69
MCBNR/L	B53	SDNCN	B76
MCFNR/L	B50	SRDCN	B80
MCGNR/L	B49	SRDCNM	B80
MCKNR/L	B53	SRDCR/L	B81
MCLNR/L	B47	SRSCR/L	B81
MCRNR/L	B52	SRSCR/LM	B82
MCSNR/L	B59	SSBCR/L	B75
MDHNR/L	B46	SSDCN	B79
MDJNR/L	B49	SSKCR/L	B75
MDDNN	B57	SSSCR/L	B79
MDDNNR/L	B57	STFCR/L	B72
MRSNR/L	B62	STFCR/LM	B73
MSBNR/L	B54	STGCR/L	B72
MSDNN	B61	STTCR/L	B77
MSKNR/L	B56	SVHBR/L	B67
MSRNR/L	B55	SVJBR/L	B70
MSSNR/L	B60	SVJCR/L	B70
MTDNR/L	B60	SVVCN	B76
MTFNR/L	B51	SVVBN	B76
MTGNR/L	B50	SVZBR/L	B68
MTTNR/L	B58	SWLCR/L	B69
MWLNR/L	B48		
MWMNN	B59		
MWNNR/L	B58		

CCKNR/L	B106	PCLNR/L	B103
CCLNR/L	B103, B118	PDUNR/L	B104
CDQNR/L	B118	PSKNR/L	B106
CDUNR/L	B104, B119	PTFNR/L	B105
CSKNR/L	B106, B119	PWLNR/L	B103
CSKPR/L	B116, B122		
CTFCR/L	B115	SCFCR/L	B112
CTFNR/L	B105	SCLCR/L	B109
CTFPR/L	B115	SDQCR/L	B108
CTKCR/L	B115	SDUCR/L	B110
CTKPR/L	B115	SDXCR/L	B110
MCKNR/L	B106	SSKCR/L	B113
MCLNR/L	B103	SSSCR/L	B113
MDUNR/L	B104	STFCR/L	B111
MSKNR/L	B106	SVQBR/L	B108
MTFNR/L	B105	SVQCR/L	B108
MWLNR/L	B103	SVUBR/L	B101
PCKNR/L	B106	SVUCR/L	B111
		SWLCR/L	B109

CCFNR/L	B133, B156	MSYNR/L	B135
CCGNR/L	B155	MTFNR/L	B134
CCLNR/L	B132, B155	MTGNR/L	B134
CDJNR/L	B132	MTSNR/L	B137
CDUNR/L	B133	MTTNR/L	B136
CSKNR/L	B135, B158	MTWNR/L	B137
CSKPR/L	B149		
CSRNR/L	B136, B157	PCFNR/L	B133
CSRPR/L	B150	PCLNR/L	B132
CSSNR/L	B158	PDJNR/L	B132
CSSPR/L	B152	PDUNR/L	B133
CSXNR/L	B157	PSKNR/L	B135
CSYNR/L	B135, B156	PSRNR/L	B136
CTGPR/L	B148	PSYNR/L	B135
CTTNR/L	B136	PTTNR/L	B136
CTPR/L	B150	PTWNR/L	B137
CTTNR/L	B137		
CTPR/L	B151		
CTGPR/L	B148	SCFCR/L	B141
CTTNR/L	B136	SCLCR/L	B140
CTPR/L	B150	SSKCR/L	B142
CTWNR/L	B137	SSRCR/L	B143
CTWPR/L	B151	SSSCR/L	B144
MCFNR/L	B133	SSYCR/L	B142
MCLNR/L	B132	STFCR/L	B141
MDJNR/L	B132	STGCR/L	B141
MDUNR/L	B133	STSCR/L	B145
MSKNR/L	B135	STTCR/L	B143
MSRNR/L	B136	STWCR/L	B144

CCFNR/L	B133, B156	MSYNR/L	B135
CCGNR/L	B155	MTFNR/L	B134
CCLNR/L	B132, B155	MTGNR/L	B134
CDJNR/L	B132	MTSNR/L	B137
CDUNR/L	B133	MTTNR/L	B136
CSKNR/L	B135, B158	MTWNR/L	B137
CSKPR/L	B149		
CSRNR/L	B136, B157	PCFNR/L	B133
CSRPR/L	B150	PCLNR/L	B132
CSSNR/L	B158	PDJNR/L	B132
CSSPR/L	B152	PDUNR/L	B133
CSXNR/L	B157	PSKNR/L	B135
CSYNR/L	B135, B156	PSRNR/L	B136
CTGPR/L	B148	PSYNR/L	B135
CTTNR/L	B136	PTTNR/L	B136
CTPR/L	B150	PTWNR/L	B137
CTTNR/L	B137		
CTPR/L	B151		
CTGPR/L	B148	SCFCR/L	B141
CTTNR/L	B136	SCLCR/L	B140
CTPR/L	B150	SSKCR/L	B142
CTWNR/L	B137	SSRCR/L	B143
CTWPR/L	B151	SSSCR/L	B144
MCFNR/L	B133	SSYCR/L	B142
MCLNR/L	B132	STFCR/L	B141
MDJNR/L	B132	STGCR/L	B141
MDUNR/L	B133	STSCR/L	B145
MSKNR/L	B135	STTCR/L	B143
MSRNR/L	B136	STWCR/L	B144



CSKPR/L B122
 SSKCR/L B162
 SSSCR/L B164
 STFCR/L B162
 STSCR/L B164
 STTCR/L B163
 STWCR/L B163



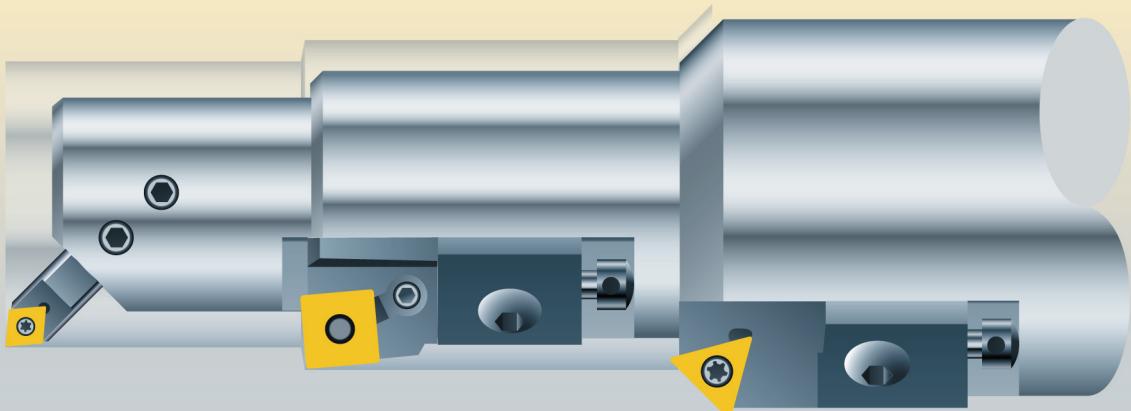
CTACR/L B127
 CTAPR/L B127
 CTDCR/L B128
 CTDPR/L B128
 CTECR/L B127
 CTEPR/L B127



SCACR/L B124
 SCDCR/L B125
 SCECR/L B124
 SCMNC B125



CCGT-AL1	B183	RPGN	B192	WC GT-PF1	B179
CCGT-PF1	B179	SCGT-AL1	B183	WC MT-PF05	B179
CCMT-PF1	B179	SCMT-PF1	B179	WC MT-PF1	B179
CCMT-PF2	B180	SCMT-PF2	B180	WC MT-PF2	B180
CCMT-PF3	B181	SCMT-PM1	B181	WC MT-PM1	B179
CCMT-PM1	B181	SCMT-PM2	B182	WC MT-PM2	B180
CCMT-PM2	B182	SNGA	B190	WN GA	B191
CCXT-AL2	B184	SNGN	B190	WN GG-NF2	B173
CNGG-NF2	B173	SNMA	B178	WN MA	B178
CNGA	B191	SNMG-NF1	B172	WN MG-NF1	B172
CNGN	B191	SNMG-NM1	B174	WN MG-NF3	B173
CNMA	B178	SNMG-NM2	B174	WN MG-NM1	B174
CNMG-NF1	B172	SNMG-NM3	B175	WN MG-NM2	B175
CNMG-NF3	B173	SNMG-NM4	B176	WN MG-NM3	B175
CNMG-NM1	B174	SNMM-NR1	B177	WN MG-NM4	B176
CNMG-NM2	B175	SNMM-NR2	B177	WN MG-NM5	B176
CNMG-NM3	B175	SNMM-NR3	B178	WN MG-NMW	B177
CNMG-NM4	B176	SPGN	B192		
CNMG-NM5	B176	SPMR	B185		
CNMG-NMW	B177				
CNMM-NR1	B177	TC GT-PF1	B179		
CNMM-NR2	B178	TC MT-PF1	B179		
CNMM-NR3	B178	TC MT-PF2	B180		
		TC MT-PF3	B181		
DCGT-AL1	B183	TC MT-PM1	B181		
DCGT-PF1	B179	TC MT-PM2	B182		
DCMT-PF1	B179	TNGA	B190		
DCMT-PF2	B180	TNGN	B190		
DCMT-PF3	B181	TN MA	B178		
DCMT-PM1	B182	TN MG-NF1	B172		
DCMT-PM2	B183	TN MG-NM1	B174		
DCXT-AL2	B184	TN MG-NM2	B174		
DNGA	B191	TN MG-NM3	B175		
DNGG-NF2	B173	TN MG-NM4	B176		
DNGN	B191	TN MM-NR2	B177		
DNMA	B178	TN MM-NR3	B178		
DNMG-NF1	B172	TP GN	B192		
DNMG-NF3	B173	TP MR	B185		
DNMG-NM1	B174				
DNMG-NM2	B175	VCGT-AL1	B183		
DNMG-NM3	B175	VCGT-PF1	B180		
DNMG-NM4	B176	VC MT-PF2	B180		
DNMG-NM5	B176	VC MT-PF3	B181		
DNMG-NMW	B177	VC MT-PM1	B182		
KNUX	B185	VC MT-PM2	B183		
		VC XT-AL2	B184		
RCGT-AL1	B184	VN GG-NF2	B173		
RCMT-PF2	B180	VN MG-NF1	B172		
RCMT-PM1	B182	VN MG-NF3	B173		
RCMX	B182	VN MG-NM1	B174		
RCXT-AL2	B184	VN MG-NM3	B176		
RNGA	B192				
RNGN	B192				
RNMG-NF2	B173				



The tools included in this catalogue are patented and patent pending in many countries.

Subject to change without notice.

Die Werkzeuge die in diesem Katalog enthalten sind, sind in mehreren Ländern patentiert und zum Patent angemeldet.

Änderungen vorbehalten.

Verktygen i denna katalog är patenterade och patentsökta i ett flertal länder.

Rätt till ändringar förbehålls.