

Technische Information

487~508

Allgemeine Informationen

488~494

SI abgeleitete Einheits-Umrechnungstabelle	488
Oberflächen Rauigkeit	489
Wärmebehandlung und Härte	490
Umrechnungstabelle für Vickershärte	491
Querverweisliste für Metallwerkstoffe	492
Eisen & Stahl, Querverweisliste für Nichteisenmetalle	493
Probleme und Gegenmaßnahmen	494

Drehen

495~497

Fachbegriffe und Winkel der Werkzeughalter	495
Formeln	496

Fräsen / Bohren

498~500

Fachbegriffe und Winkel von Fräswerkzeugen	498
Formeln	499

Problembehandlungen

501~503

Drehen	501
Bohren	502
Fräsen	503

Querverweislisten

504~507

Wendeplattensorten	504
Spanbrecher	506
Fräsen	507

CERATIP Sorten-Eigenschaften-Tabelle

508

CERATIP Sorten-Eigenschaften-Tabelle	508
--------------------------------------	-----

SI abgeleitete Einheits- Umrechnungstabellen

(Hervorgehobene Einheiten sind die aus den SI Einheiten)

Auszug aus dem JIS Handbuch "Iron & Steel"

● Kraft

N	kgf	dyn
1	1.019 72 10 ⁻¹	1 10 ⁵
9.806 65	1	9.806 65 10 ⁵
1 10 ⁻⁵	1.019 72 10 ⁻⁶	1

● Belastung

1Pa=1N/m², 1MPa=1N/mm²

Pa oder N/m²	MPa oder N/mm²	kgf/mm ²	kgf/cm ²	kgf/m ²
1	1 10 ⁻⁶	1.019 72 10 ⁻⁷	1.019 72 10 ⁻⁵	1.019 72 10 ⁻¹
1 10 ⁶	1	1.019 72 10 ⁻¹	1.019 72 10	1.019 72 10 ⁵
9.806 65 10 ⁶	9.806 65	1	1 10 ²	1 10 ⁶
9.806 65 10 ⁴	9.806 65 10 ⁻²	1 10 ⁻²	1	1 10 ⁴
9.806 65	9.806 65 10 ⁻⁶	1 10 ⁻⁶	1 10 ⁻⁴	1

● Druck

1Pa=1N/m²

Pa	kPa	Mpa	bar	kgf/cm ²
1	1 10 ⁻³	1 10 ⁻⁶	1 10 ⁻⁵	1.019 72 10 ⁻⁵
1 10 ³	1	1 10 ⁻³	1 10 ⁻²	1.019 72 10 ⁻²
1 10 ⁶	1 10 ³	1	1 10	1.019 72 10
1 10 ⁵	1 10 ²	1 10 ⁻¹	1	1.019 72
9.806 65 10 ⁴	9.806 65 10	9.806 65 10 ⁻²	9.806 65 10 ⁻¹	1

● Arbeit / Energie / Kalorien

1J=1W·s, 1J=1N·m

J	kW·h	kgf·m	kcal
1	2.777 78 10 ⁻⁷	1.019 72 10 ⁻¹	2.388 89 10 ⁻⁴
3.600 00 10 ⁶	1	3.670 98 10 ⁵	8.600 00 10 ²
9.806 65	2.724 07 10 ⁻⁶	1	2.342 70 10 ⁻³
4.186 05 10 ³	1.162 79 10 ⁻³	4.268 58 10 ²	1

● Leistung

1W=1J/s, PS: Pferdestärken

W	kW	kgf·m/s	PS	kcal/h
1	1 10 ⁻³	1.019 72 10 ⁻¹	1.359 62 10 ⁻³	8.600 00 10 ⁻¹
1 10 ³	1	1.019 72 10 ²	1.359 62	8.600 00 10 ²
9.806 65	9.806 65 10 ⁻³	1	1.333 33 10 ⁻²	8.433 71
7.355 10 ²	7.355 10 ⁻¹	7.5 10	1	6.325 29 10 ²
1.162 79	1.162 79 10 ⁻³	1.185 72 10 ⁻¹	1.580 95 10 ⁻³	1

● Wärmemenge/-leistung

J/ (kg·K)	kcal/ (kg·°C) cal/ (g·°C)
1	2.388 89 10 ⁻⁴
4.186 05 10 ³	1

● Wärmeleitfähigkeit

W/ (m·K)	kcal/ (h·m·°C)
1	8.600 00 10 ⁻¹
1.162 79	1

● Drehzahl

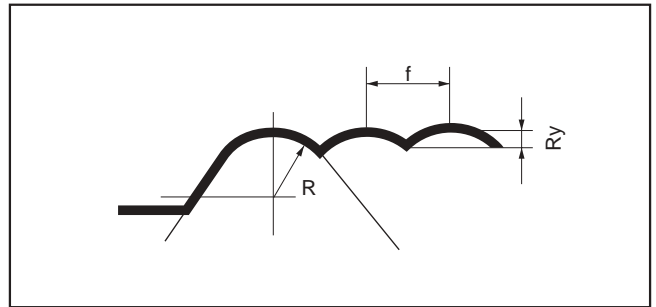
min⁻¹	s⁻¹	r.p.m.
1	0.0167	1
60	1	60

Theoretische (geometrische) Oberflächen-Rauigkeit

Die theoretische Oberflächenrauigkeit beim Drehen gibt den kleinsten Rauigkeitswert der Schnittbedingungen an und wird mit der nachfolgenden Formel berechnet:

$$R_y = \frac{f^2}{8R} \cdot 10^3$$

R_y : Theoretische Oberflächenrauigkeit [μm]
 f : Vorschub [mm/U.]
 R : Eckenradius der Wendeplatte [mm]



Berechnung verschiedene Oberflächen-Rauigkeitswerte

Typ	Symbol	Berechnung	Erklärung
Max. Spitzenrauigkeit	R_y	$R_y = R_p + R_v$	
Zehn Spitzen-Mittenrauigkeit	R_z	$R_z = \frac{(Y_{p1} + Y_{p2} + Y_{p3} + Y_{p4} + Y_{p5}) + (Y_{v1} + Y_{v2} + Y_{v3} + Y_{v4} + Y_{v5})}{5}$	 $Y_{p1} + Y_{p2} + Y_{p3} + Y_{p4} + Y_{p5}$: Abstand von der Mittellinie zu den 5 höchsten Spitzen in der Reihenfolge der Querschnitts-Referenzlänge "l" $Y_{v1} + Y_{v2} + Y_{v3} + Y_{v4} + Y_{v5}$: Abstand von der Mittellinie zu den 5 tiefsten Tälern in der Reihenfolge der Querschnitts-Referenzlänge "l"
Arithmetische-Mittelwert-Rauigkeit	R_a	$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l \{ x \} dx$	

Beziehungen der Dreieck-Symbole

Arithmetische Mittelwert-Rauigkeit R_a (μm)	Max. Spitzen-Rauigkeit R_y (μm)	Zehn Spitzen-Mittenrauigkeit R_z (μm)	Hinweis (Dreieckssymbol)	Darstellung
0.025 0.050 0.10 0.20	0.100 0.20 0.40 0.80	0.100 0.20 0.40 0.80		Beispiel ① Wenn R_a 1.6 μm ist ↓ 1.6 $\mu\text{m} R_a$ ↓ ② Wenn R_y 6.3 μm ist ↓ 6.3 $\mu\text{m} R_y$ ↓ ③ Wenn R_z 6.3 μm ist ↓ 6.3 $\mu\text{m} R_z$
0.40 0.80 1.60	1.60 3.2 6.3	1.60 3.2 6.3		
3.2 6.3	12.5 25	12.5 25		
12.5 25	50 100	50 100		

Hinweis: Schlichtsymbol (Dreieck ∇ und Welle \sim) wurde aus dem JIS Standard der Ausgabe von 1994 übernommen.

Darstellung im JIS Standard

Beispiel der R_a Darstellung	Beispiel der $R_y, (R_z)$ Darstellung
① Wenn nur der obere Grenzwert dargestellt wird (der obere Grenzwert ist 6,3 $\mu\text{m} R_a$) 	① Wenn nur der obere Grenzwert dargestellt wird. Die Angabe der Oberflächenrauigkeit folgt dem Parametersymbol.
② Wenn beide der untere und obere Grenzwert dargestellt werden (der obere Grenzwert ist 6,3 $\mu\text{m} R_a$, der untere Grenzwert ist 1.6 $\mu\text{m} R_a$) 	② Wenn beide der untere und obere Grenzwert angegeben werden, folgt die Angabe der Oberflächenrauigkeit (oberer Grenzwert ~ unterer Grenzwert) dem Parametersymbol.

Hinweis: Die Art der Darstellung der R_a und R_y/R_z Werte ist unterschiedlich.

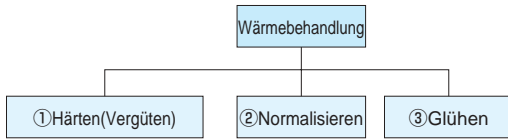
Hinweis zum Oberflächen-Rauigkeitssymbol

Die oberen Informationen basieren auf der JIS B 0601-1994. Einige Symbole wurden jedoch geändert wie in der nebenstehenden Tabelle gezeigt in Übereinstimmung mit dem ISO Standard in der JIS B 0601-2001 Ausgabe. Die Zehn Spitzen-Mittenrauigkeit (R_z) wurde gestrichen in der 2001 Ausgabe, verbleibt aber immer noch als R_z JIS-Referenz, da sie in Japan sehr verbreitet ist.

Typ	Symbol der JIS B 0601-1994	Symbol der JIS B 0601-2001
Max. Spitzenrauigkeit	R_y	R_z
Zehn Spitzen-Mittenrauigkeit	R_z	(R_z JIS)
Arithmetische Mittenrauigkeit	R_a	R_a

Wärmebehandlung

Eine der Arten die Härte von Stahl zu bestimmen ist die Wärmebehandlung und sie wird in 3 Typen wie folgt eingeteilt:



<p>Temperatur</p> <p>727°C</p> <p>600°C</p> <p>550°C</p> <p>Zeit</p> <p>Wärmebehandlungsart</p>	① Härten (Vergüten)	Nach dem Erhitzen auf über 727°C, schnell abkühlen auf 550 °C in Wasser oder Öl.	Es erzeugt die höchste Härte und verbessert die Verschleiß-festigkeit. Das Abschrecken macht den Stahl hart weil es den rotglühenden Stahl sehr schnell in Wasser oder Öl abkühlt, aber es erzeugt innere Spannungen. Um solche innere Spannungen abzubauen, wird das Vergüten angewendet. (Nach dem Abschrecken wird erneut auf 200°C~700°C erhitzt)
	② Normalisieren	Nach dem Erhitzen auf über 727°C, wird ziemlich schnell auf 600°C abgekühlt und dann auf Normaltemperatur.	Dies macht die Kristalle gleich groß (Stahl besteht aus einem Zellgefüge). Es wird beeinflusst um die Bearbeitungseigenschaften zu verbessern.
	③ Glühen	Nach dem Erhitzen auf über 727°C, wird sehr langsam auf 600°C abgekühlt und dann auf Normaltemperatur.	Dies macht die Kristalle auch gleich groß wie beim Normalisieren, aber die Kristallgröße ist größer als beim Normalisieren. Es erzielt die Verbesserung der Bearbeitbarkeit und Spannungsfreiheit.

Bei Chrommolybdän- oder Kohlenstoffstählen, wird die Art der Wärmebehandlung mit folgenden Symbolen benannt:

Symbol	Wärmebehandlungsart	Beschreibung	Beispiele
(R)	Roh	Keine Behandlung; Material nach dem Walzen	34CrMo4 (R)
(H)	Härten (Vergüten)	Material nach dem Härten oder Vergüten	34CrMo4 (H)
(A)	Glühe	Material wurde weichgeglüht (grobes Perlitgefüge (kugelförmig))	34CrMo4 (A)
(N)	Normalisieren	Material mit gleichförmigem Perlitgefüge Härter und nadeliger als geglühter Stahl Die Spankontrolle wird etwas schlechter	34CrMo4 (N)

"H" im JIS Standard (JIS G4052) wie bei SCM435H und SCr420H bedeutet "Gefügestähle mit speziellen Härtegefügebindungen (H Stahl)" und unterscheidet sich zum (H).

"Gefügestähle mit speziellen Härtegefügebindungen (H Stahl) ist die Bezeichnung der Stahlwerkstoffe deren Oberflächenhärte mit Ober- oder Untergrenze bestimmt sind. Die Oberflächenhärte wird gemessen nach dem Abkühlen des Materials, das an einem Ende nur mit einem Kühlstrahl abgeschreckt wurde nach dem Erhitzen auf die Härtetemperatur, es werden Rundstangen-Teststücke mit 25mm-Durchmesser und 100mm-Länge verwendet.

Härtewerte

Härte	Standard-Referenz	Beispiele	Erklärung der Beispiele
Brinell-Härte	JIS Z 2243 : 1992	250HB	Härtewert: 250, Härte-Symbol: HB
		200~250HB	Härtebereich
Vickers-Härte	JIS Z 2244 : 1998	640HV	Härtewert: 640, Härte-Symbol: HV
Rockwell-Härte	JIS Z 2245 : 1992	60HRC	Härtewert: 60, Härte-Symbol: HRC
Shore-Härte	JIS Z 2246 : 1992	50HS	Härtewert: 50, Härte-Symbol: HS

Umrechnungstabelle der Vickers-Härte-Skala

Vickershärte	Brinell-Härte 10mm Durchm. Kugelgewicht: 3000kgf		Rockwell-Härte ⁽²⁾			Shore-Härte	Zugfestigkeit Mpa ⁽¹⁾	Vickers Hardness	Brinell-Härte 10mm Durchm. Kugelgewicht: 3000kgf		Rockwell-Härte ⁽²⁾			Shore-Härte	Zugfestigkeit Mpa ⁽¹⁾
	Standardkugel	Hartmetall- kugel	A-Skala Gewicht: 60kgf Diamant- spitze	B-Skala Gewicht: 100kgf 1.6mm Diamant- kugel	C-Skala Gewicht: 150kgf Diamant- spitze				Standardkugel	Hartmetall- kugel	A-Skala Gewicht: 60kgf Diamant- spitze	B-Skala Gewicht: 100kgf 1.6mm Diamant- kugel	C-Skala Gewicht: 150kgf Diamant- spitze		
940	-	-	85.6	-	68.0	97		320	303	303	66.4	(107.0)	32.2	45	1005
920	-	-	85.3	-	67.5	96		310	294	294	65.8	-	31.0	-	980
900	-	-	85.0	-	67.0	95		300	284	284	65.2	(105.5)	29.8	42	950
880	-	(767)	84.7	-	66.4	93		295	280	280	64.8	-	29.2	-	935
860	-	(757)	84.4	-	65.9	92		290	275	275	64.5	(104.5)	28.5	41	915
840	-	(745)	84.1	-	65.3	91		285	270	270	64.2	-	27.8	-	905
820	-	(733)	83.8	-	64.7	90		280	265	265	63.8	(103.5)	27.1	40	890
800	-	(722)	83.4	-	64.0	88		275	261	261	63.5	-	26.4	-	875
780	-	(710)	83.0	-	63.3	87		270	256	256	63.1	(102.0)	25.6	38	855
760	-	(698)	82.6	-	62.5	86		265	252	252	62.7	-	24.8	-	840
740	-	(684)	82.2	-	61.8	84		260	247	247	62.4	(101.0)	24.0	37	825
720	-	(670)	81.8	-	61.0	83		255	243	243	62.0	-	23.1	-	805
700	-	(656)	81.3	-	60.1	81		250	238	238	61.6	99.5	22.2	36	795
690	-	(647)	81.1	-	59.7	-		245	233	233	61.2	-	21.3	-	780
680	-	(638)	80.8	-	59.2	80		240	228	228	60.7	98.1	20.3	34	765
670	-	630	80.6	-	58.8	-		230	219	219	-	96.7	(18.0)	33	730
660	-	620	80.3	-	58.3	79		220	209	209	-	95.0	(15.7)	32	695
650	-	611	80.0	-	57.8	-		210	200	200	-	93.4	(13.4)	30	670
640	-	601	79.8	-	57.3	77		200	190	190	-	91.5	(11.0)	29	635
630	-	591	79.5	-	56.8	-		190	181	181	-	89.5	(8.5)	28	605
620	-	582	79.2	-	56.3	75		180	171	171	-	87.1	(6.0)	26	580
610	-	573	78.9	-	55.7	-		170	162	162	-	85.0	(3.0)	25	545
600	-	564	78.6	-	55.2	74		160	152	152	-	81.7	(0.0)	24	515
590	-	554	78.4	-	54.7	-	2055	150	143	143	-	78.7	-	22	490
580	-	545	78.0	-	54.1	72	2020	140	133	133	-	75.0	-	21	455
570	-	535	77.8	-	53.6	-	1985	130	124	124	-	71.2	-	20	425
560	-	525	77.4	-	53.0	71	1950	120	114	114	-	66.7	-	-	390
550	505	517	77.0	-	52.3	-	1905	110	105	105	-	62.3	-	-	-
540	496	507	76.7	-	51.7	69	1860	100	95	95	-	56.2	-	-	-
530	488	497	76.4	-	51.1	-	1825	95	90	90	-	52.0	-	-	-
520	480	488	76.1	-	50.5	67	1795	90	86	86	-	48.0	-	-	-
510	473	479	75.7	-	49.8	-	1750	85	81	81	-	41.0	-	-	-
500	465	471	75.3	-	49.1	66	1705								
490	456	460	74.9	-	48.4	-	1660								
480	448	452	74.5	-	47.7	64	1620								
470	441	442	74.1	-	46.9	-	1570								
460	433	433	73.6	-	46.1	62	1530								
450	425	425	73.3	-	45.3	-	1495								
440	415	415	72.8	-	44.5	59	1460								
430	405	405	72.3	-	43.6	-	1410								
420	397	397	71.8	-	42.7	57	1370								
410	388	388	71.4	-	41.8	-	1330								
400	379	379	70.8	-	40.8	55	1290								
390	369	369	70.3	-	39.8	-	1240								
380	360	360	69.8	(110.0)	38.8	52	1205								
370	350	350	69.2	-	37.7	-	1170								
360	341	341	68.7	(109.0)	36.6	50	1130								
350	331	331	68.1	-	35.5	-	1095								
340	322	322	67.6	(108.0)	34.4	47	1070								
330	313	313	67.0	-	33.3	-	1035								

Auszug aus dem JIS Handbuch "Iron & Steel"
 Bem: (1) 1MPa=1N/mm²
 (2) Die Werte in () sind nicht gebräuchlich, nur Referenz.

Umrechnungstabelle der Vickers-Härte-Skala

Rostfreier Stahl / Hitzebeständiger Stahl

● Rostfreier Stahl (ferritisch)

JIS	AISI/ASTM	DIN
SUS405	AISI 405	X6CrAl13
SUS429	AISI 429	X10CrAl12
SUS430	AISI 430	X8Cr17
SUS430F	AISI 430F	X12CrMoS17
SUS434	AISI 434	X6CrMo17
SUSXM27	ASTM XM27	

● Rostfreier Stahl (martensitisch)

JIS	AISI/ASTM	DIN
SUS403	AISI 403	X7Cr13
SUS410	AISI 410	X10Cr13
SUS410S	ASTM 410S	X6Cr13
SUS416	AISI 416	
SUS420J1	AISI 420	X20Cr13
SUS420F	AISI 420F	
SUS431	AISI 431	X22CrNi6
SUS440A	AISI 440A	
SUS440B	AISI 440B	
SUS440C	AISI 440C	
SUS440F	ASTM 440F	

● Rostfreier Stahl (austenitisch)

JIS	AISI/ASTM	DIN
SUS201	AISI 201	
SUS202	AISI 202	
SUS301	AISI 301	X12CrNi17 7
SUS302	AISI 302	
SUS302B	AISI 302B	
SUS303	AISI 303	X12CrNiS18 8
SUS303Se	AISI 303Se	
SUS304	AISI 304	X5CrNi189
SUS304L	AISI 304L	X2CrNi1911
SUS304N1	AISI 304N	
SUS304N2	ASTM XM21	
SUS305	AISI 305	X5CrNi1812
SUS308	AISI 308	
SUS309S	AISI 309S	
SUS310S	AISI 310S	
SUS316	AISI 316	X5CrNiMo18 10
SUS316L	AISI 316L	X2CrNiMo18 12
SUS316N	AISI 316N	
SUS317	AISI 317	X2CrNiMo18 16
SUS317L	AISI 317L	
SUS321	AISI 321	X10CrNiTi
SUS347	AISI 347	X6CrNiNb18 9
SUS384	AISI 384	
SUSXM7	ASTM XM7	
SUSXM15J1	ASTM XM15	

● Hitzebeständiger Stahl

JIS	AISI/ASTM	DIN
SUH31		
SUH35	EV8	X53CrMnNiN21 9
SUH36		
SUH37		
SUH38		
SUH309	AISI 309	X15CrNiSi20 1
SUH310	AISI 310	X12CrNi25 21
SUH330	AISI 330	X12NiCrSi36 16
SUH660	ASTM 660	
SUH661	ASTM 661	

● Hitzebeständiger Stahl (ferritisch)

JIS	AISI/ASTM	DIN
SUH21		CrAl1205
SUH409	AISI 409	X6CrTi12
SUH446	AISI 446	X10CrAl124

● Hitzebeständiger Stahl (martensitisch)

JIS	AISI/ASTM	DIN
SUH1		X45CrSi93
SUH3		
SUH4		X80CrNiSi20
SUH11		
SUH600		
SUH616	ASTM 616	

Kohlenstoffstahl/ Legierter Stahl

● Kohlenstoffstahl

JIS	AISI/SAE	DIN
S10C	1010	C10
S12C	1012	C12
S15C	1015	C15
S17C	1017	C17
S20C	1020	C22
S22C	1023	C23
S25C	1025	C25
S28C	1029	C28
S30C	1030	C30
S35C	1035(1037)	C35
S40C	1039(1040)	C40
S43C	1042(1043)	C43
S45C	1045(1046)	C45
S50C	1049	C50
S53C	1050(1053)	C53
S55C	1055	C55
S58C	1060	C58
S09CK	1010	CK10
S15CK	1015	CK15
S20CK	1020	-

● Nickel-Chrom-Stahl

JIS	AISI/SAE	DIN
SNC236	3135	36NiCr6
SNC415	3415	14NiCr10
SNC631	-	-
SNC815	3415,3310	14NiCr14
SNC836	-	-

● Nickel-Chrom-Molybdän Stahl

JIS	AISI/SAE	DIN
SNCM220	8615,8617 8620,8622	21NiCrMo2
SNCM240	8637,8640	40NiCrMo22
SNCM415	-	-
SNCM420	4320	-
SNCM431	-	-
SNCM439	4340	34CrNiMo6
SNCM447	-	-
SNCM616	-	-
SNCM625	-	-
SNCM630	-	-
SNCM815	-	-

● Chrom Stahl

JIS	AISI/SAE	DIN
SCr415	5015	15Cr3
SCr420	5120	20Cr4
SCr430	5130	34Cr4
SCr435	5132	37Cr4
SCr440	5140	42Cr4
SCr445	5147	-

● Chrom-Molybdän-Stahl

JIS	AISI/SAE	DIN
SCM415	-	15CrMo5
SCM418	-	-
SCM420	-	-
SCM421	-	22CrMoS35
SCM430	4130	25CrMo4
SCM432	4131	-
SCM435	4135,4137	34CrMo4
SCM440	4140,4142	41CrMo4
SCM445	4145,4147	-
SCM822	-	-

● Mangan-Stahl,

Mangan-Chrom-Stahl

JIS	AISI/SAE	DIN
SMn420	1520,1522	-
SMn433	1536	-
SMn438	1541	-
SMn443	1547	-
SMnC420	-	-
SMnC443	-	-

Werkzeugstahl

● Kohlenstoff-Werkzeugstahl

JIS	AISI/SAE	DIN
SK1	W1-13	-
SK2	W1-11 1/2	C125W
SK3	W1-10	C105W1
SK4	W1-9	-
SK5	W1-8	C80W1
SK6	W1-7	C80W1
SK7	-	C70W2

● HSS-Werkzeugstahl

JIS	AISI/SAE	DIN
SKH2	T1	S18-0-1
SKH3	T4	S18-1-2-5
SKH4A	-	-
SKH4B	-	-
SKH5	-	-
SKH10	T15	S12-1-4-5
SKH51	M2	S6-5-2
SKH52	M3-1	-
SKH53	M3-2	S6-5-3
SKH54	M4	-
SKH55	-	S6-5-2-5
SKH56	M36	-
SKH57	-	S10-4-3-10

● Legierter Werkzeugstahl

JIS	AISI/SAE	DIN
SKS1	-	-
SKS11	F2	-
SKS2	-	105WCr6
SKS21	-	-
SKS5	-	-
SKS51	L6	-
SKS7	-	-
SKS8	-	-
SKS4	-	-
SKS41	-	-
SKS42	-	-
SKS43	W2-91/2	-
SKS44	W2-81/2	-
SKS3	-	-
SKS31	-	105WCr6
SKS93	-	-
SKS94	-	-
SKS95	-	-
SKD1	D3	X210Cr12
SKD11	D2	X100CrMoV5
SKD12	A2	
SKD2	-	X210CrW12
SKD5	H21	X30WCrV9
SKD61	H13	X40CrMoV5

Sonstiges (GG/GGG)

● Grauguß

JIS	AISI/SAE	DIN
FC100	20 B	GG-10
FC150	25 B	GG-15
FC220	30 B	GG-20
FC250	35 B	GG-25
FC300	45 B	GG-30
FC350	50 B	GG-35

● Kugelgraphitguß

(Duktiler-Temperguß, Sphärolithguß)

JIS	AISI/SAE	DIN
FCD400	60-40-18	GGG-40
FCD450	60-40-8	GGG-40.3
FCD500	65-45-12	GGG-50
FCD600	80-55-06	GGG-60
FCD700	100-70-03	GGG-70

Eisen & Stahl, Nichteisenmetalle Übersichtstabelle






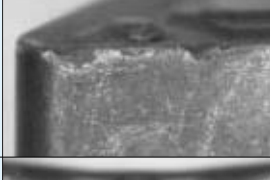


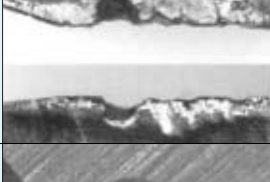

• Stahl

Klassifizierung	Standardbezeichnung	Symbol nach JIS	
Baustahl	Gewalzter Stahl für Schweißkonstruktionen	SM	
	Gewalzter Formstahl	SRB	
	Walzstahl für allgem. Bauformen	SS	
	Leichtformstahl für allg. Konstruktionen	SSC	
Stahlbleche	Heißgewalzter Flachstahl, Bleche/Streifen für Automobilbau	SAPH	
	Kaltgewalzte Stahlbleche /Streifen	SPC	
Stahlrohre	Warmgewalzte Weichstahlbleche/Streifen	SPH	
	Kohlenstoffstahlrohre für gewöhnliche n Rohrbau	SGP	
	Kohlenstoffstahlrohre für Boiler und Wärmetauscher	STB	
	Nahtlose Stahlrohre für Hochdruck Gaszylinder	STH	
	Kohlenstoff-Stahlrohre für allgem. Baukonstruktionen	STK	
	Kohlenstoff-Stahlrohre für den Maschinenbau	STKM	
	Legierte Stahlrohre für Baukonstruktionen	STKS	
	Rostfreie Stahlrohre für den Maschinenbau und allgem. Baukonstruktionen	SUS-TK	
	Kohlenstoffstahlrohre für hitzebeständige Beanspruchungen	STKR	
	Legierte Stahlrohre	STPA	
	Kohlenstoffstahlrohre für Druckbeanspruchungen	STPG	
	Kohlenstoffstahlrohre für hitzebeständige Beanspruchungen	STPT	
	Kohlenstoffstahlrohre für Hochdruckbeanspruchungen	STS	
	Rostfreie Stahlrohre	SUS-TP	
	Stahl für den allgem. Maschinenbau	Kohlenstoffstahl für den allg. Maschinenbau	SxxC,SxxCK
Aluminium-Chrom-Molybdänstahl		SACM	
Chrom-Molybdänstahl		SCM	
Chromstahl		SCr	
Chrom-Nickel-Stahl		SNC	
Chrom-Nickel-Molybdänstahl		SNCM	
Spezialstahl	Manganstahl und Mangan-Chromstahl	SMn,SMnC	
	Werkzeugstahl	Kohlenstoff-Werkzeugstahl	SK
		Hohlbohrstahl	SKC
		Legierter Werkzeugstahl	SKS,SKD,SKT
		HSS-Werkzeugstahl	SKH
	Spezialstahl	Freischneidender Kohlenstoffstahl	SUM
		Hochkohlenstoff-Chrom-Kugellagerstahl	SUJ
		Federstahl	SUP
	Rostfreier Stahl	Rostfreier Stangenstahl	SUS-B
		Warmgewalzter rostfreier Flachstahl, Bleche und Streifen	SUS-HP, SUS-HS
		Kaltgewalzter rostfreier Flachstahl, Bleche und Streifen	SUS-CP, SUS-CS
	Hitzebeständiger Stahl	Hitzebeständiger Stangenstahl	SUH-B, SUH-CB
Hitzebeständiges Stahlblech		SUH-HP, SUH-CP	
Hochlegierungen	Rost- und hitzebeständige hochlegierte Stahlstangen	NCF-B	
	Rost- und hitzebeständige hochlegierte Stahlbleche	NCF-P	
Schmiedestahl	Kohlenstoff-Schmiedestahl	SF	
	Chrom-Molybdän-Schmiedestahl	SFCM	
	Chrom-Nickel-Molybdän-Schmiedestahl	SFNCM	
Gußeisen	Grauguß	FC	
	Kugelgraphitguß	FCD	
	Schwarzer Temperguß	FCMB	
	Weißer Temperguß	FCMW	
	Mehanite-Gußeisen	FCMP	
Stahlguß	Kohlenstoff-Stahlguß	SC	
	Hochzugfester-Kohlenstoff-Stahlguß & Niedriglegierter-Stahlguß	SCC	
	Rostfreier Stahlguß	SCS	
	Hitzebeständiger Stahlguß	SCH	
	Hochmangan-Stahlguß	SCMnH	
Stahlguß für Hochtemperatur- und Hochdruck-Beanspruchungen	SCPH		

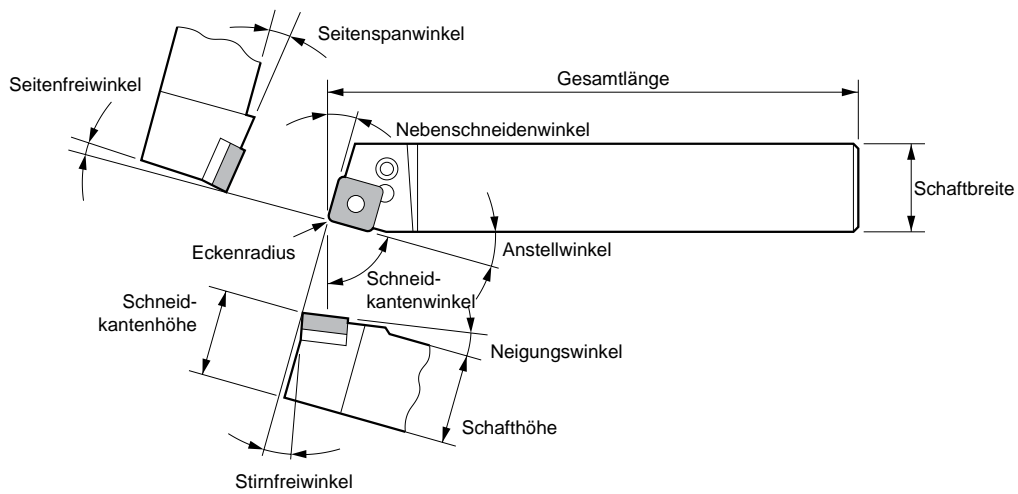
• Nichteisenmetalle

Klassifizierung	Standardbezeichnung	Symbol nach JIS	
Kupfer	Kupfer und Kupferlegierte Bleche/Streifen	CxxxxP CxxxxPP CxxxxR	
	Kupfer und Kupferlegierte gelötete Rohre und Tuben	CxxxxBD CxxxxBDS CxxxxBE	
Aluminium und Aluminiumlegierungen	Aluminium und Alu.-legierte Bleche/Streifen	AxxxxP AxxxxPC	
	Aluminium und Alu.-legierte Stäbe, Stangen und Drähte	AxxxxBE AxxxxBES AxxxxBD AxxxxBDS AxxxxW AxxxxWS	
		Aluminium und Alu.-legierungen(extrudiert)	AxxxxS
		Aluminium und Alu.-legierungen geschmiedet	AxxxxFD AxxxxFH
Magnesiumlegierungen	Magnesiumlegierte Bleche und Platten	MP	
Nickellegierungen	Nickel-Kupferlegierte Bleche und Platten	NCuP	
	Nickel-Kupferlegierte Stäbe und Stangen	NCuB	
Titan	Titan-Stäbe und Stangen	TB	
Gußteile	Messinggußstücke	CAC20x	
	Hochfeste Messinggußstücke	CAC30x	
	Bronzegußstücke	CAC40x	
	Phosphor-Bronzeguß	CAC50x	
	Aluminium-Bronzeguß	CAC70x	
	Aluminiumlegierungsguß	AC	
	Magnesiumlegierungsguß	MC	
	Zinklegierungsgußstück	ZDCx	
	Aluminiumlegierungsgußstück	ADC	
	Magnesiumlegierungsgußstück	MD	
	Weissblech	WJ	
Aluminiumlegierungsguß für Kugellager	AJ		
Bleilegierterguß für Kugellager	KJ		

Probleme und Gegenmaßnahmen

Typische Probleme		Erscheinungsbild	Ursachen	Gegenmaßnahmen
Eckenverschleiß		<ul style="list-style-type: none"> · Verschlechterung der Oberflächenrauigkeit und der Maßgenauigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> · V_C zu hoch · Standzeitende 	<ul style="list-style-type: none"> · V_C reduzieren · auf eine Sorte mit höherer Verschleißfestigkeit wechseln
Kerbverschleiß		<ul style="list-style-type: none"> · Gratbildung · Schnittdruck steigt 	<ul style="list-style-type: none"> · f und V_C zu hoch 	<ul style="list-style-type: none"> · Schärfere Schneiden · Reduce V_C · auf eine Sorte mit höherer Verschleißfestigkeit wechseln
Kraterbildung		<ul style="list-style-type: none"> · Verschlechterung der Spankontrolle · Verschlechterung der Oberfläche (abgeschälte Oberfläche) 	<ul style="list-style-type: none"> · V_C zu hoch 	<ul style="list-style-type: none"> · V_C reduzieren · auf eine Hochgeschwindigkeitssorte wechseln wie Cermet oder Al_2O_3 beschichtete Wendeplatten
Plastische Verformung		<ul style="list-style-type: none"> · Maßhaltigkeit ändert sich · Ausbrüche an der Ecke 	<ul style="list-style-type: none"> · Zu hoher Schnittdruck · ungeeignete Wendeplatten-Sorte 	<ul style="list-style-type: none"> · zu einer härteren Sorte wechseln · Vorschub und a_p reduzieren
Freiflächenverschleiß (mit Folgeausbruch)		<ul style="list-style-type: none"> · Plötzliche Oberflächenverschlechterung · Maßabweichung 	<ul style="list-style-type: none"> · zu hohe V_C 	<ul style="list-style-type: none"> · Werkzeug früher wechseln · auf eine Sorte mit höherer Verschleißfestigkeit wechseln
Ausbrüche		<ul style="list-style-type: none"> · Schnittdruck steigt · Oberflächenrauigkeit wird schlechter 	<ul style="list-style-type: none"> · f zu hoch · Rattern · Wendeplattenzähigkeit zu gering 	<ul style="list-style-type: none"> · Vorschub und a_p reduzieren · auf einen stabileren Werkzeughalter wechseln · auf eine zähere Sorte wechseln
Ausbrüche durch Verschweißen oder Aufbauschnaide		<ul style="list-style-type: none"> · Oberfläche wird schlechter · Schnittdruck steigt 	<ul style="list-style-type: none"> · V_C zu niedrig 	<ul style="list-style-type: none"> · V_C erhöhen · Schneidkantenschärfe verbessern (Freiwinkel, Fase)
mechan. Bruch		<ul style="list-style-type: none"> · plötzlicher Ausbruch · schwankende Standzeit 	<ul style="list-style-type: none"> · f und a_p zu hoch · Rattern 	<ul style="list-style-type: none"> · zu zäherer Sorte wechseln · größere Fase wählen · Eckenradius vergrößern · stabileren Werkzeughalter wählen
Brüche durch thermische Ausbrüche		<ul style="list-style-type: none"> · Bruch durch Hitzezyklus · kann bei unterbrochenen Schnitten und beim Fräsen auftreten 	<ul style="list-style-type: none"> · V_C und f zu hoch 	<ul style="list-style-type: none"> · f reduzieren · V_C reduzieren · auf Trockenbearbeitung wechseln
Absplintern		<ul style="list-style-type: none"> · möglich bei der Bearbeitung von hochfesten Werkstoffen · möglich wenn Rattern bei der Bearbeitung auftritt 	<ul style="list-style-type: none"> · zu geringe Wendeplattenzähigkeit · Werkzeughalter zu labil 	<ul style="list-style-type: none"> · zu härterer Sorte wechseln (TiC-base ceramic CBN.) · stabileren Werkzeughalter verwenden · Schneidkantenausführung ändern

■ Begriffe und Winkelgeometrie der Werkzeughalter



■ Funktion der Werkzeugwinkel

Werkzeugwinkel	Bezeichnung	Funktion	Wirkung
Anstellwinkel	Seitenspanwinkel	· Wirkt sich auf den Schnittdruck, Wärmeentwicklung, Spanablauf und Standzeit aus.	<ul style="list-style-type: none"> · Wenn der Winkel positiv (+) ist, werden schärfere Schnittbedingungen erreicht. (geringerer Schnittdruck, weniger Kantenstabilität) · Positiver (+) Winkel wird für gute Zerspanbarkeit oder dünnwandige Werkstücke empfohlen. · Kleinere Spanwinkel oder negative (-) Winkel werden empfohlen, wenn stabile Schneidkanten gefordert werden wie bei Stapelbearbeitung oder unterbrochenem Schnitt.
	Neigungswinkel		
Freiwinkel	Stirnfreiwinkel Seitenfreiwinkel	· verhindert die Berührung des Werkzeugs mit dem Werkstück, außer der Schneidkante.	· Wenn er klein ist, wird die Schneidkante stabil, aber der Abrieb an den Freiwinkelseiten nimmt schnell zu und die Standzeit verkürzt sich auch.
Schneidenwinkel	Schneidkantenwinkel	· wirkt sich auf die Spankontrolle und die Richtung der Schnittkräfte aus.	· Wenn er groß ist, wird die Spandicke größer und die Spankontrolle wird besser.
	Anstellwinkel	· wirkt sich auf die Spankontrolle und die Richtung der Schnittkräfte aus.	<ul style="list-style-type: none"> · Wenn er groß ist, wird die Spandicke kleiner und die Spankontrolle wird schlechter, aber die Schnittkraft wird geringer und die Kantenstabilität wird verbessert. · Wenn er klein ist, wird die Spankontrollmöglichkeit besser.
	Nebenschneidenwinkel	· verhindert Reibung zwischen der Schneidkante und der Werkstückoberfläche.	· Wenn er groß ist, nimmt die Kantenstabilität ab.

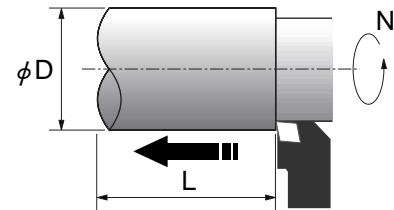
● Schnittgeschwindigkeit

$$V_C = \frac{\pi D N}{1000}$$

V_C : Schnittgeschwindigkeit [m/min]

D : Werkstückdurchmesser [mm]

N : Spindeldrehzahl [min^{-1}]



● Leistungsbedarf

$$P_{KW} = \frac{K_s V a_p f}{6120 \eta}$$

P_{KW} : Antriebsleistung [kW]

P_{HP} : Antriebsleistung (Pferdestärke) [HP]

V_C : Schnittgeschwindigkeit [m/min]

a_p : Schnitttiefe [mm]

f : Vorschubgeschwindigkeit [mm/U.]

K_s : Spezifische Schnittkraft [kgf/mm²]

η : Wirkungsgrad (0.7~0.8)

$$P_{HP} = \frac{K_s V a_p f}{4500 \eta}$$

Ks Werte	
Weichstähle	190
Mittlere Kohlenstoffstähle	210
Hohe Kohlenstoffstähle	240
Niedriglegierte Stähle	190
Hochlegierte Stähle	245
Grauguß	93
Temperguß	120
Bronze, Messing	70

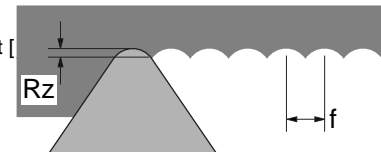
● Oberflächenrauigkeit

$$R_z = \frac{f^2}{8 R} \cdot 1000$$

R_z : Theoretische (Geometrische) Oberflächenrauigkeit [µm]

f : Vorschubgeschwindigkeit [mm/U.]

R : Eckradius der Wendeplatte [mm]



● Zerspanungsleistung

$$Q = V_C a_p f$$

Q : Zerspanungsleistung [cm^3/min]

V_C : Schnittgeschwindigkeit [m/min]

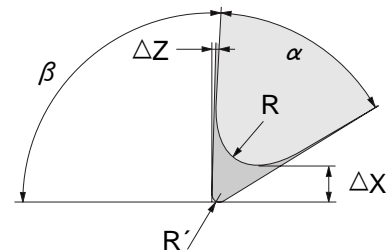
a_p : Schnitttiefe [mm]

f : Vorschubgeschwindigkeit [mm/U.]

● Schneideckenausgleich

$$\Delta X = (R - R') \frac{\cos \frac{\alpha}{2} + (\beta - 90^\circ)}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1$$

$$\Delta Z = (R - R') \frac{\sin \frac{\alpha}{2} + (\beta - 90^\circ)}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1$$



ΔX : in X-Achsenrichtung Schneideckenausgleich [mm]

ΔZ : in Z-Achsenrichtung Schneideckenausgleich [mm]

R : Eckradius vor dem Wechsel [mm]

R' : Eckradius nach dem Wechsel [mm]

α : Wendeplatteneckenwinkel [°]

β : Schneidkantenstellwinkel des Werkzeughalters [°]

Werkzeughaltertyp	Wendeplatteneckenwinkel α	Schneidkantenstellwinkel β	ΔX	ΔZ
PCLN	80°	95°	0.100 (R-R')	0.100 (R-R')
PTGN	60°	91°	0.714 (R-R')	0.030 (R-R')
PDJN	55°	93°	0.866 (R-R')	0.099 (R-R')
PDHN	55°	107.5°	0.531 (R-R')	0.531 (R-R')
PVLN	35°	95°	2.072 (R-R')	0.273 (R-R')
PVPN	35°	117.5°	1.351 (R-R')	1.351 (R-R')
PSBN	90°	75°	0.225 (R-R')	-0.293 (R-R')

Beispiel: Ausgleich durch Eckradiuswechsel von 0,8 zu 0,4, bei Verwendung des PCLN Werkzeughalters.

$$\Delta X = 0.100 (0.8 - 0.4) = 0.04 \text{ (mm)}$$

$$\Delta Z = 0.100 (0.8 - 0.4) = 0.04 \text{ (mm)}$$

● Bearbeitungszeit (Außendrehen Fall 1: Bearbeitung mit 1 Durchgang)

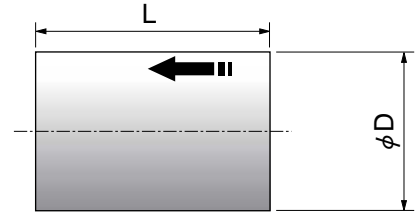
• bei konstanter Drehzahl

$$T = \frac{60 L}{f N}$$

• bei konstanter Schnittgeschwindigkeit

$$T = \frac{60 \pi L D}{1000 f V_C}$$

T : Bearbeitungszeit [Sekunden]
 L : Bearbeitungslänge [mm]
 f : Vorschubgeschwindigkeit [mm/U.]
 N : Spindeldrehzahl [min⁻¹]
 D : Werkstückdurchmesser [mm]
 V_C : Schnittgeschwindigkeit [m/min]



● Bearbeitungszeit (Außendrehen Fall 2: Bearbeitung mit mehreren Durchgängen)

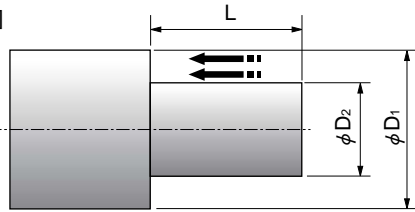
• At Constant Revolution

$$T = \frac{60 L}{f N} n$$

• bei konstanter Schnittgeschwindigkeit

$$T = \frac{60 \pi L (D_1 + D_2)}{2 \cdot 1000 f V_C} n$$

T : Bearbeitungszeit [Sekunden]
 L : Bearbeitungslänge pro Durchgang [mm]
 a_p : Schnitttiefe pro Durchgang [mm]
 f : Vorschubgeschwindigkeit [mm/U.]
 N : Spindeldrehzahl [min⁻¹]
 D₁ : Max. Werkstückdurchmesser [mm]
 D₂ : Min. Werkstückdurchmesser [mm]
 V_C : Schnittgeschwindigkeit [m/min]
 n : Anzahl der Durchgänge = (D₁ - D₂) / a_p / 2 (falls unteilbar, erhalten Sie durch Aufrunden eine ganze Zahl.)



● Bearbeitungszeit (Plandrehen)

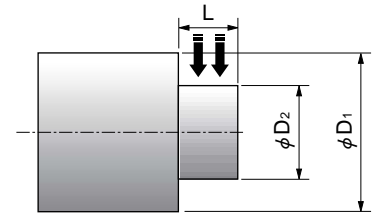
• bei konstanter Drehzahl

$$T = \frac{60 (D_1 - D_2)}{2 f N} n$$

• At Constant Cutting Speed

$$T_1 = \frac{60 \pi (D_1 + D_2) (D_1 - D_2)}{4000 f V_C} n$$

T : Bearbeitungszeit [Sekunden]
 T₁ : Bearbeitungszeit bevor die max. Drehzahl erreicht wurde [Sekunden]
 L : Bearbeitungslänge [mm]
 a_p : Schnitttiefe pro Durchgang [mm]
 f : Vorschubgeschwindigkeit [mm/U.]
 N : Spindeldrehzahl [min⁻¹]
 D₁ : Max. Werkstückdurchmesser [mm]
 D₂ : Min. Werkstückdurchmesser [mm]
 V_C : Schnittgeschwindigkeit [m/min]
 n : Anzahl der Durchgänge = L / a_p (falls unteilbar, erhalten Sie durch Aufrunden eine ganze Zahl.)



● Bearbeitungszeit (Stechen)

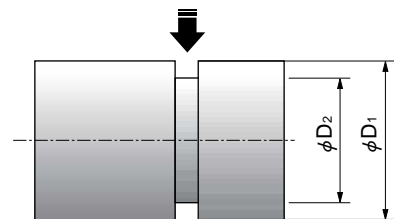
• bei konstanter Drehzahl

$$T = \frac{60 (D_1 - D_2)}{2 f N}$$

• bei konstanter Schnittgeschwindigkeit

$$T_1 = \frac{60 \pi (D_1 + D_2) (D_1 - D_2)}{4000 f V_C}$$

T : Bearbeitungszeit [Sekunden]
 T₁ : Bearbeitungszeit bevor die max. Drehzahl erreicht wurde [Sekunden]
 L : Bearbeitungslänge [mm]
 f : Vorschubgeschwindigkeit [mm/U.]
 N : Spindeldrehzahl [min⁻¹]
 D₁ : Max. Werkstückdurchmesser [mm]
 D₂ : Min. Werkstückdurchmesser [mm]
 V_C : Schnittgeschwindigkeit [m/min]



● Bearbeitungszeit (Abstechen)

• bei konstanter Drehzahl

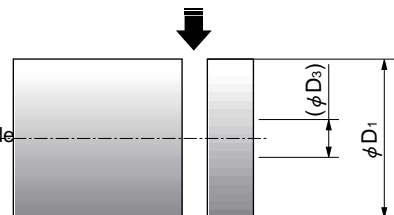
$$T = \frac{60 D_1}{2 f N}$$

• bei konstanter Schnittgeschwindigkeit

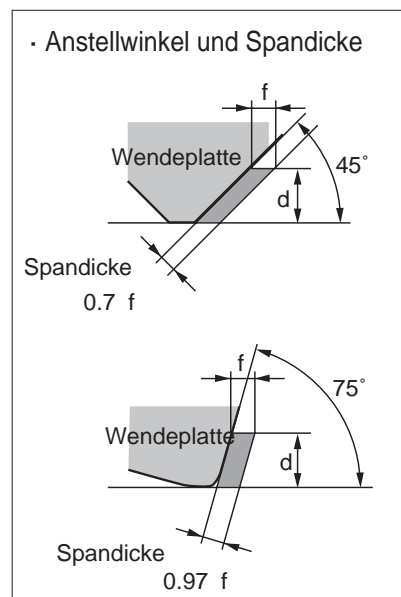
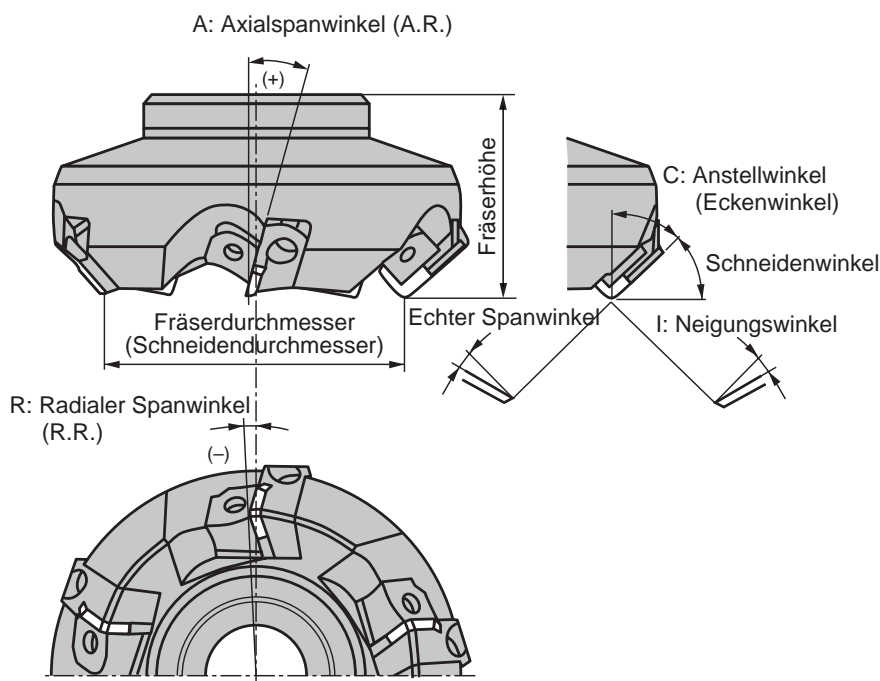
$$T_1 = \frac{60 \pi (D_1 + D_3) (D_1 - D_3)}{4000 f V_C}$$

$$T_3 = T_1 + \frac{60 D_3}{2 f N_{max}}$$

T : Bearbeitungszeit [Sekunden]
 T₁ : Bearbeitungszeit bevor die max. Drehzahl erreicht wurde [Sekunden]
 T₃ : Bearbeitungszeit, wenn die max. Spindeldrehzahl erreicht ist. [Sekunde]
 f : Vorschubgeschwindigkeit [mm/U.]
 N : Spindeldrehzahl [min⁻¹]
 N_{max} : Max. Spindeldrehzahl [min⁻¹]
 D₁ : Max. Werkstückdurchmesser [mm]
 D₃ : Durchmesser wenn die max. Spindeldrehzahl erreicht ist. [mm]
 V_C : Schnittgeschwindigkeit [m/min]



■ Begriffe und Winkel bei Fräsen



■ Funktion der Werkzeugwinkel

Symbol	Bezeichnung	Funktion	Wirkung
A	Axialer Spanwinkel : A.R.	Kontrolliert die Spanflußrichtung und die Schnittkraft	Wenn er positiv ist --- gute Schnittbedingungen und geringe Spanaufschweißung
R	Radialer Spanwinkel : R.R.	Kontrolliert die Spanflußrichtung und die Schnittkraft	Wenn er negativ ist --- guter Spanablauf
C	Anstellwinkel	Kontrolliert die Spandicke und die Spanflußrichtung	Wenn er groß ist --- dünnere Spandicke geringerer Schnittdruck
T	Echter Spanwinkel	Tatsächlicher Spanwinke Actual rake angle	Wenn er positiv ist --- Gute Schnittbedingungen und geringe Spanaufschweißung, aber weniger Kantenstabilität Wenn er negativ ist --- Höhere Kantenstabilität aber verursacht leichter Spanaufschweißung
I	Neigungswinkel	Kontrolliert die Spanflußrichtung	Wenn er positiv ist --- Guter Spanablauf Geringer Schnittdruck Geringere Kantenstabilität (a.d. Schneidecke)

$$\tan T = \tan R \cos C + \tan A \sin C$$

$$\tan I = \tan A \cos C - \tan R \sin C$$

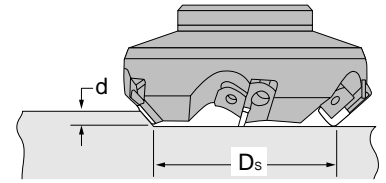
● Schnittgeschwindigkeit

$$V_C = \frac{\pi D_s n}{1000}$$

V_C : Schnittgeschwindigkeit [m/min]

D_s : Fräserdurchmesser [mm]

n : Spindeldrehzahl [min^{-1}]



● Tischvorschubgeschwindigkeit & Vorschub pro Zahn

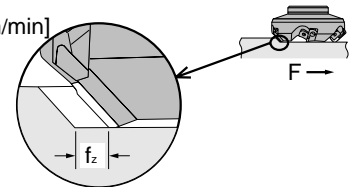
$$f_z = \frac{f_v}{Z n}$$

f_z : Vorschub pro Zahn [mm/Zahn]

f_v : Tischvorschubgeschwindigkeit [mm/min]

Z : Anzahl der Wendepalten

n : Spindeldrehzahl [min^{-1}]



● Leistungsbedarf

$$P_{KW} = \frac{K_s Q}{6120 \eta} = \frac{K_s W f_v a_p}{6120000 \eta}$$

$$= \frac{K_s W f_z Z n a_p}{6120000 \eta}$$

$$P_{HP} = \frac{6120}{4500} P_{KW}$$

P_{KW} : Antriebsleistung [kW]

P_{HP} : Antriebsleistung (Pferdestärke)[HP]

W : Schnittbreite [mm]

f_v : Tischvorschubgeschwindigkeit [mm/min]

f_z : Vorschub pro Zahn [mm/Zahn]

Z : Anzahl der Wendepalten

n : Spindeldrehzahl [min^{-1}]

a_p : Schnitttiefe [mm]

K_s : Spezifische Schnittkraft [kgf/mm²]

η : Wirkungsgrad (0.7~0.8)

Ks Werte	
Weichstähle	190
Stähle m. mittl. C-Gehalt	210
Stähle m. hohen C-Gehalt	240
Niedriglegierte Stähle	190
Hochlegierte Stähle	245
Grauguß	93
Temperguß	120
Bronze, Messing	70

● Zerspanungsleistung

$$Q = \frac{W f_v a_p}{1000} = \frac{W f_z Z n a_p}{1000}$$

Q : Zerspanungsleistung [cm³/min]

W : Spandicke [mm]

f_v : Tischvorschubgeschwindigkeit [mm/min]

f_z : Vorschub pro Zahn [mm/Zahn]

Z : Anzahl der Wendepalten

n : Spindeldrehzahl [min^{-1}]

a_p : Schnitttiefe [mm]

● Bearbeitungszeit

$$T = \frac{60 L'}{F} = \frac{60 L'}{f_z Z n}$$

T : Bearbeitungszeit [Sekunde]

L' : Gesamtverfahrweg [mm]
($=L+D_s+2\alpha$)

L : Werkstücklänge [mm]

D_s : Fräserdurchmesser [mm]

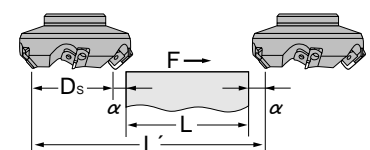
α : Überschnittlänge [mm]

f_v : Tischvorschubgeschwindigkeit [mm/min]

f_z : Vorschub pro Zahn [mm/Zahn]

Z : Anzahl der Wendepalten

n : Spindeldrehzahl [min^{-1}]



● Echter Spanwinkel

$$\tan T = \tan R \cos C + \tan A \sin C$$

● Neigungswinkel

$$\tan I = \tan A \cos C - \tan R \sin C$$

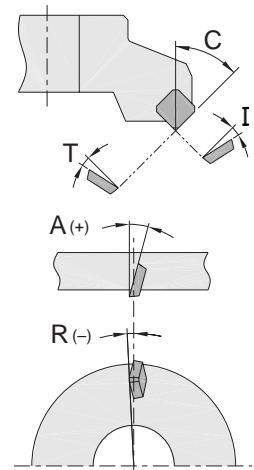
A : Axialer Spanwinkel A.R. [°] (-90° < A < 90°)

R : Radialer Spanwinkel R.R. [°] (-90° < R < 90°)

C : Anstellwinkel [°] (0° < C < 90°)

T : Echter Spanwinkel [°] (-90° < T < 90°)

I : Neigungswinkel [°] (-90° < I < 90°)



● Kugelkopierfräser Schnittgeschwindigkeit & Drehzahl

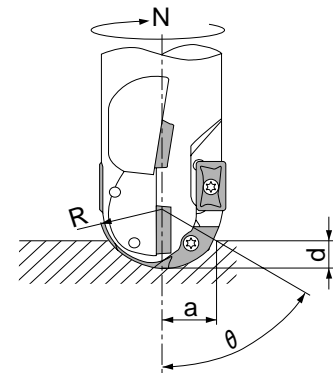
$$n = \frac{1000 V_{Ca}}{2 \pi \sqrt{a} (2R-d)}$$

n : Spindeldrehzahl [min⁻¹]

R : Radius des Kugelfräasers (Kugelteilradius [mm])

a_p : Schnitttiefe [mm]

V_{Ca} : Schnittgeschwindigkeit am Punkt "a" [m/min]



● Schnittgeschwindigkeit

$$V_C = \frac{\pi D_s n}{1000}$$

V_C : Schnittgeschwindigkeit [m/min]

D_s : Bohrdurchmesser [mm]

n : Spindeldrehzahl [min⁻¹]

● Tischvorschubgeschwindigkeit (Bohren)

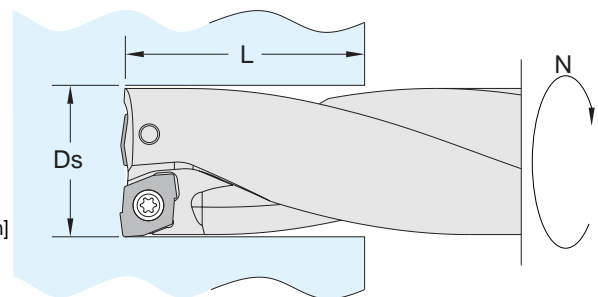
$$f_v = f_z Z n$$

f_v : Tischvorschubgeschwindigkeit [mm/min]

f_z : Vorschub pro Zahn [mm/Zahn]

Z : Anzahl der Wendepalten
(wird als 1 Wendepalte gerechnet)

n : Spindeldrehzahl [min⁻¹]



● Bearbeitungszeit

$$T = \frac{60 L}{f_z n} = \frac{60 \pi D_s L}{1000 V_C f}$$

T : Bearbeitungszeit [Sekunde]

L : Bohrtiefe [mm]

f_z : Vorschubgeschwindigkeit [mm/U.]

n : Spindeldrehzahl [min⁻¹]

D_s : Bohrerdurchmesser [mm]

V_C : Schnittgeschwindigkeit [m/min]

● Leistungsbedarf (Referenzwert)

$$P_{kw} = \frac{D_s}{20} \frac{V_C}{100} \left(1 + \left(\frac{2.5 f}{0.1} \right) \right)$$

P_{kw} : Antriebsleistung [kW]

D_s : Bohrerdurchmesser [mm]

V_C : Schnittgeschwindigkeit [m/min]

f_z : Feed Rate [mm/U.]

Störungsbild	Prüfsache	Maßnahmen	Wendeplattensorte		Schnittbedingungen			Werkzeuggeometrie			Einstellungen			Maschine	
			Zu einer härteren Sorte wechseln	Zu einer zäheren Sorte wechseln	Schnittgeschwindigkeit - V _c	Vorschubgeschwindigkeit - f	Kühlmittelzufuß	Spanbrecherüberprüfung	Die Höhe zum Zentrum der inneren Schneidkante prüfen (Kerndurchm. prüfen)	Werkzeugsteifigkeit erhöhen (Kurze Ausführung)	Werkstück-/Werkzeugspannung	Wendeplatteneinbau	Offset prüfen		Einstellbare Hülse verwenden
Kantenausbrüche	Ungewöhnlicher Verschleiß	Ungeeignete Schnittgeschwindigkeit (zu hoch)	●		● ↓										
		Ungeeignete Schnittgeschwindigkeit (zu niedrig)		●	● ↑										
		Ungeeigneter Kühlmittelzufuß					●								
		Labiles Werkstück/Maschine								●					●
		Zu kleiner Bohrungsdurchmesser										↑	●	●	
		Ungeeignete Werkzeugsorte	●												
	Innerer Plattenbruch	Kein Kern, zu kleiner Kern							● ↑						
		Labile Maschine/Werkstück								●	●				●
		Ungeeigneter Bohrstart;					● ↓								
		Hochfester Werkstoff	●		● ↓	● ↓									
		Spanstau			● ↑				● ↓						
		Instabiler Wendeplatteneinbau									●				
	Äußerer Plattenbruch	Labile Maschine/Werkstück								●					●
		Ungeeigneter Bohrstart					● ↓								
		Hochfester Werkstoff	●		● ↓	● ↓									
Schlechte Spankontrolle			●	● ↑											
Instabiler Wendeplatteneinbau										●					
andere Werkzeughälter	Kratzer am Werkzeugkörper	Labile Maschine/Werkstück							●					●	
		Ungenauer Werkzeuginbau										↑	●	●	
		Spanstau			● ↑	● ↓									
		Ungeeigneter Bohrstart				● ↓									
	Schlechte Bohrungs-Genauigkeit / -Oberfläche	Labile Maschine/Werkstück								●					●
		Labiler Werkzeughalter								●		●			
		Ungenauer Werkzeuginbau										↑	●		
		Spanstau (Verstopfung)			● ↑	● ↓			● ↓						
		Großer Kerndurchm.							● ↓						
		Ungeeigneter Bohrstart;				● ↓									
		Ungeeigneter Kühlmittelzufuß					●								
	Starkes Rattern / Vibratione	Ungeeignete Schnittwerte, Einbau			● ↑	● ↓				●	●				●
		Ungeeignete Schnittwerte			● ↑										
	Lange Späne	Ungeeigneter Spanbrecher							●						
		Zu geringe Antriebsleistung			● ↓	● ↓			●						●

*1) Es ist sehr wichtig bei Drehbankoperationen.

Wendeplattensorten Übersichtstabelle

• Diese Liste basiert auf Kyocera's eigenen Einschätzungen und Veröffentlichungen. Die Genehmigung der verglichenen Firmenprodukte liegt nicht vor.

• Cermet

Klasse	Kyocera	Dijet	Hitachi	Mitsubishi	NTK	Sandvik	Seco	Sumitomo	Toshiba	Kennametal
P01	TN30 PV30	LN10 CX50	CH350	NX1010	T3N T15			T110A	NS520 AT520	KT125 HTX
P10	TN6020 TN60 PV60 PV7020	LN10 CX50 NIT CX75	CH350 CZ25	NX252 AP25N	T15 C30 N20	CT5015 CT525	CM C15M	T2000Z T1200A	NS520 AT520 AT530	KT315 KT175 HT2
P20	TN6020 TN90 TN100M PV90 PV7020	CX50 NAT CX75 CX90	CH550 CH7030 CZ1025	NX2525 NX335 AP25N UP35N	N40 C50	CT530 GC1525	C15M	T2000Z T1200A T130A T3000Z	NS530 AT530 GT530	PS5
P30		CX90 CX99 SUZ		NX4545 VP45N				T3000Z T250A	NS530 NS540	
M10	TN6020 TN60 PV60 PV7020	LN10	CH350	NX2525		CT5015 CT525	CM C15M	T110A	NS520 AT520 AT530 GT530	KT315 KT125
M20	TN6020 TN90 TN100M PV90 PV7020	CX50 NIT CX75 NAT	CH550 CH7030 CZ1025	NX2525		CT530 GC1525	C15M	T2000Z T1200A	NS530 N308	KT175 HT2 PS5
M30		CX75 CX90 CX99 SUZ		NX4545			C15M	T250A T3000Z	NS540	
K01	TN30 PV30	LN10		NX1010	T3N T15			T110A	NS520 AT520 AT530 GT530	
K10	TN60 TN6020 PV60 PV7020	LN10	CH350	NX2525 AP25N	T3N T15			T2000Z T1200A	NS520 AT520 AT530 GT530	KT315 HTX
K20		NIT		NX2525 AP25N						

• Halbfette Sorten gibt PVD beschichtetes Cermet an.

• Beschichtetes Hartmetall

Klasse	Kyocera	Dijet	Hitachi	Mitsubishi	NTK	Sandvik	Seco	Sumitomo	Toshiba	Kennametal
P01	CR7015 PR915	JC110V JC5003	GM10 HC5000	UE6005		GC4015	TP1000 TX100	AC700G	T9005 TD905 T7005	KC910
P10	CR7015 PR730 PR830 PR915 PR930	JC110V JC215V JC730U JC5003 JC5030	GM10 GM20 GM8015	UE6005 UE6010 UC6010 UE6020	CP5	GC4015 GC1025 GC3115	TP1000 TP100 CP200 TX150	AC700G AC2000	T9015 TD905 TD915 T715X	KC9110 KC9010 KC5010
P20	CA5025 CR9025 PR730 PR830 PR930	JC110V JC215V JC730U JC5015 JC5030 JC5040	GM8020 GM20 GM25 CY150	UE6010 UC6010 UE6020 F7030 UP20M	CP5 QM1 VM1	GC4025 LC25 GC4020 GC4030 GC4125	TP200 T250M T25M T20M CP250	AC2000 AC3000	T9015 T9025 TD915 TD920 T7020	KC9125 KC9025 KC8050
P30	CA5025 CR9025 PR660	JC215V JC325V JC5015 JC5040	GM8035 CY250 HC844 CY9020	UE6035 F7030 VP15TF	ZM3 QM3	GC2135 GC4025 GC4030 GC4035 GC4040	TP200 T250M T25M F25M F30M CP300 CP500	AC3000 AC230	T9025 T9035 T725X TD930 T325 GH330 AH330 AH120 AH740	KC9040 KC5025
P40		JC325V JC540V	GX30 CY250 HC844	UE6035	ZM3 QM3	GC1020 GC1120 GC2145 GC4040 GC235	TP40 TP300 T60M T25M CP500	AC230 ACZ330 ACZ350	T9035 TD930 AH120	KC9045
M10	CA6015 PR730 PR830 PR915	JC110V	GM10 GM8015	US7020	CP2 CP5	GC2015 GC1025	TP100 CP200	EH10Z EH510Z	TD915 T715X	KC9110 KC5010 KC9215 KC9010
M20	CA6015 PR660 PR730 PR830 PR930	JC215V JC730U JC1341 JC5015 JC5030 JC5040	GM8020 GM20 GM25	UC7020 F7030 UP20M VP10RT	CP2 CP5	GC2025 GC2030 GC4125 GC1025	TP200 T250M T25M F20M F25M F30M CP500	EH20Z EH520Z AC304	T6020 T725X GH330 AH330	KC8050 KC9225 KC9025 KC9125
M30	PR660	JC215V JC325V JC5015 JC5030 JC5040	GF30 CY250 GX30 CY9020	US735 F7030 VP15TF		GC1020 GC1120 GC2035 GC2040 GC2135	TP300 T250M T25M F40M CP250 CP500	AC304 AC3000 ACZ350	T6030 T325 AH120	KC9240 KC9040
M40		JC325V JC450V				GC2145	TP40	ACZ350	AH140	KC9245 KC9045
K01	CA4010 PR510	JC105V JC600	GM3005	UC5005 UC5015		GC3005 GC3015 K05A S05F	TX100	AC300G	T5010 AH110	KC9315 KC910 KC5410
K10	CA4010 PR510 PR610	JC105V JC110V JC600 JC610	GM3005 GM8015 CY100H CY10H	UC5015 UE6010 F5010 VP10RT	CP2 CP5	GC1005 GC3005 GC3015 GC3115	TX150 T150M F15M CP200	AC300G AC700G AC211 EH10Z EH510Z	T5010 T5020 T1015 T1020 GH110 AH110	KC5010 KC7310 KC9010
K20	CA4010 PR610	JC110V JC215V JC610 JC5015	GM8015 GF30 CY9020	UC6010 VP15TF	CP5 QM1	GC1020 GC1120 GC3020 GC3025 GC4025 K20W	TX150 TP200 T150M T250M T25M CP200	AC700G AC2000 EH520Z EH20Z ACZ310	T5020 AH120	KC8050 KC9120 KC9325 KC9025
K30		JC215V JC610		VP15TF	QM1	GC3040 GC4125	TP200 T250M T25M	AC2000		

• Halbfette Sorten gibt PVD beschichtetes Cermet an.

Wendeplattensorten Übersichtstabelle

• Diese Liste basiert auf Kyocera's eigenen Einschätzungen und Veröffentlichungen. Die Genehmigung der verglichenen Firmenprodukte liegt nicht vor.

• Voll-Hartmetall

Klasse	Kyocera	Dijet	Hitachi	Mitsubishi	NTK	Sandvik	Seco	Sumitomo	Toshiba	Kennametal
P01		SRN								
P10		SRT	WS10	STi10T		S1P		ST10P	TX10S	K2885
P20		SRT DX30	EX35	STi20		SMA	S10M	ST20E	TX20 TX25	K125M
P30	PW30	SR30 DX30 DX35	EX35 EX40			SM30	S25M	A30N A30 ST30E	TX30 UX30	KMF
P40		SR30 DX35	EX45			S6	S60M	ST40E	TX40	PVA
M10		UMN UM10	WA10B		MT1	H10A	890 HX		TU10	K68 KMI K313
M20		DX25 UM20 UMS	EX35	UTi20T	KM1	H13A	883 S10M S25M	U2	TU20	K8735 KMF
M30		DX25 UM30 UMS	EX40 EX45	UTi20T	KM3	H10F	S60M	A30N A30	UX30	PVA
M40		UM40	EX45 WA40					A40	TU40	
K01		KG03	WH02 WH05	HTi05T		H1P		H2 H1	TH03	K68 K313
K10	KW10	KG10 KT9 CR1	WH10	HTi10		H1P H10 HM		EH10 EH510	G1F TH10 H10T	KMI K8735
K20		KT9 CR1 KG20	WH20	HTi20T	KM1	H13A	883 890 HX	G10E EH20 EH520	G2F G2 KS20	KMF
K30		KG30 LF12			KM3			G3	G3	
V10		D1	WH10 WH20	GTi05				D1	D10	
V20		D2	WH30	GTi10 GTi15				D2	D20 D25	
V30		D3	WH40	GTi20				D3	D30	
V40		G5 GD195	WH50	GTi30				G5	D40	
V50	VW50	MH3 MH4 GD174 GD201	WH60	GTi35 GTi40 GTi30S				G6	D50	
V60		MH5 MH7 MH8 GD206	WB60	GTi40S GTi50S				G7 G8	D60	

• Keramik

Klasse	Kyocera	Dijet	Hitachi	Mitsubishi	NTK	Sandvik	Seco	Sumitomo	Toshiba	Kennametal
P01	SN60 A66N				HC1 HC4 HC5	CC650		NB90S NB100C	LX11 LX21	KW80 KY1615 AC5
P10					WA1	CC670		WX120	WG300	KB90 KB90X KY4000
P20										
P30										
M10					WA1	CC670 CC6080		WX120		MC3 KY2100
M20									WG300	KY2000
M30										KY3000
M40										
K01	KA30 SN60				HC1 HC2 HC5 HC6	CC620 CC650		NB90S NB90M WX120	LX11 LX21	KW80 KY1615 AC5
K10	A66N KS500				WA1 SX1 SP2	CC690 CC6090 GC1690		WX120 NS260C	WG300	KB90 KB90X KY3000
K20	KS500 KS6000				SX8 SP2 SX1	CC690 CC6090 GC1690		NS260C NS260	FX105 CX710	KY3400 KY3500
K30										

• Halbfette Sorten geben PVD beschichtetes Keramik an.

• CBN

Werkstoff	Leistung	Kyocera	Dijet	Hitachi	Mitsubishi	NTK	Sandvik	Sumitomo	Toshiba	Kennametal
Hochfeste Materialien Hitzebeständige s Stahl	↑ Verschleißfestigkeit Zähigkeit	KBN10B	JBN300 JBN330	W500	MB810 MB820 MB825	B20 B24	CB7020 CB20	BNX10 BNX20 BNX25 BN250	BX310 BX330	KD050 KD081
		KBN25B	JBN300 JBN330	W600 W650	MB810 MB825 MB835	B24	CB7050 CB50	BNX10 BNX25 BN250 BN300	BX330 BX360	KD050 KD081
		KBN900		W650	MB730		CB7050 CB50	BN300 BN600	BX380 BX950	KD200
Grauguß	↑ Verschleißfestigkeit Zähigkeit	KBN65B	JBN500	W600 W700	MB710 MB730	B20 B22	CB7050 CB50	BN500 BN600	BX850 BX930 BX950	KD120
		KBN900	JBN500	W700	MB730	B22	CB50	BN600	BX950	KD200

• Halbfette Sorten geben PVD beschichtete CBN an.

• Diamant

Werkstoff	Leistung	Kyocera	Dijet	Hitachi	Mitsubishi	NTK	Sandvik	Sumitomo	Toshiba	Kennametal
Nichteisenmetall (Aluminium/Messing) Fiberglass Plastik	↑ Verschleißfestigkeit scharfe Kanten	KPD025	JDA10			MD205		DA90	DX180 DX160	KD105
		KPD010	JDA200 JDA400			MD220	CD10	DA150 DA2200	DX140	KD100
		KPD005	JDA420			MD230		DA200 DA2200	DA120	
		KPD001						DA2200		

Spanform geometrie Übersichtstabelle

• Diese Liste basiert auf Kyocera's eigenen Einschätzungen und Veröffentlichungen. Die Genehmigung der verglichenen Firmenprodukte liegt nicht vor.

Schnittbereich	Kyocera			Dijet	Hitachi	Kennametal	Mitsubishi	Sandvik	NTK	Seco	Sumitomo	Toshiba
	Basic	Sub	Soft Steel									
Baustähle	Kleine Schnitttiefen <i>ap</i>	CF			-	-	-	-	-	-	-	-
	Schichten	GP	DP	XP	F1 FA FT	FE	MG-UF	F FH FS	QF PF	WM ZF1	FF1	SU FP SP FA TF 01 AS
	Schichten - mittlere Schruppbearbeitung	CQ	HQ	XQ	UA UT	CE B BE	MG-LF MP-K	SH C SA MV	QM	WV WR	MF2	GU SK UU SJ NM CB UJ SX EX (11 17 27)
	Schichten - mittlere Schruppbearbeitung (mit Wiper Kante)	WQ					FW MW	SW MW	WF WM		W-MF2 W-M3	GUW ASW
	Mittlere Schruppbearbeitung - Schruppbearbeitung	GS CS	HS	XS	UR UB	AE DE	MG-K	MA MH	SM PM	Z5 ZW1	M3 MF3	UG UA TM DM
	Mittlere Schruppbearbeitung - Schruppbearbeitung (Hoher Vorschub)	GT	HT		GC	AR RE	MG-P	GH	MR	GS	M5 MR5	UX MU TH (32Y 32 37)
	Schruppen	konventionell geformt			GG LG GQ	V Y	MG	HV MT	23	G	MR7	MU MX MC UZ 31 33 F-K
	Schruppen (Einseitig/Hoher Vorschub)		HX		GS RM UC UP	H HX UE HE	MM-MR MP MM	HA HH	QR PR HR	-	R4 R6	HG MP HP TU 57 65
Rostfreier Stahl	Schichten	GU			SF	-	-	FS SH	MF	-	-	SU SS
	Mittlere Schruppbearbeitung - Schruppbearbeitung	SU			GP	SE		MS MA ES MH GH	MM MR	-	MF1 MF3 A3 A5	EX UP SM SA S
Grauguß	Mittlere Schruppbearbeitung	konventionell geformt							KF KM	-		33
	Schruppen	ZS	GC		-	-	-	-	KR	-	-	MC
Nichteisenmetalle	Mittlere Schruppbearbeitung - Schruppbearbeitung	AH			ALU ACB	-	-	-	AL	-	95	AG P

Fräsplatten - Vergleichstabelle

• Diese Liste basiert auf Kyocera's eigenen Einschätzungen und Veröffentlichungen. Die Genehmigung der verglichenen Firmenprodukte liegt nicht vor.

Kyocera	Klasse	Anwendung	Hitachi	Mitsubishi	Sandvik	Sumitomo	Toshiba
SDMR1203AUER-H SDKR1203AUEN-S	M K	Stahl	SDKR1203AETN	SDNR1203AEEN-JS		SDMR1203AEEN SDMR1203AETN	SDMR1203AETN-MJ SDKR1203AESR-MJ SDKR1203AETN-MJ
SDCN1203AUTN	C		SDCN1203AETN-C9				SDCN1203AETN-12
SDKN1203AUTN	K		SDKN1203AETN-C9	SDKN1203AEN		SDKN42MT	SDKN1203AETN-12
SDKN1203AUFN	K	Grauguß	SDKN1203AEFN-C9			SDKN42M	SDKN1203AEFN-12
SDCN1504AUTN	C	Stahl	SDCN1504AETN-C9				SDCN1504AETN
SDKN1504AUTN	K		SDKN1504AETN-C9	SDKN1504AEN		SDKN53MT	SDKN1504AETN
SEMR1203AFER-H SEKR1203AFEN-S	M K	Stahl	SEKR1203AFTN	SEER1203AFEN-JS	SEER1203AZ-WL SEKR1203AZ-WM	SEMR1203AFEN SEER1203AFEN	SEMR1203AFTN-MJ SEKR1203AFSR-MJ SEKR1203AFTN-MJ
SEMR1204AFER-H	M					SEER1204AZ-WL SEKR1204AZ-WM	SEMR1204AFEN SEER1204AFEN
SEEN1203AFTN	E		SEEN1203AFTN-C9	SEEN1203AFTN1		SEEN42MT	
SEKN1203AFTN	K		SEKN1203AFTN-C9	SEKN1203AFTN1	SEKN1203AZ SEMN1203AZ	SEKN42MT (SENN1203AFTN)	SEKN1203AFTN
SEKN1203AFFN	K	Grauguß	SEKN1203AFFN-C9	(SEEN1203AFFN1)	SEKN1203AZ SEMN1203AZ	SEKN42M (SENN1203AFEN)	SEKN1203AFFN
SEKN1203EFTR	K	Stahl	SEKN1203EFTR-G3	SEKN1203EFTR1	(SECN1203EER)		SEKN1203EFTR
SPMR1203EDER-H SPKR1203EDER-S	M K	Stahl		SPER1203EDER-JS	SPKR1203EDR-WH		SPKR1203EDSR-MJ
SPCN1203EDTR	C					SPAN1203EDR	SPCH42TR-R
SPKN1203EDTR	K		SPKN1203EDTR-A3	SPKN1203EDR	SPKN1203EDR	(SPCH42TR-R)	SPKN1203EDTR
SPKN1203EDFR	K	Grauguß	SPKN1203EDFR-A3		SPKN1203EDR	(SPCH42R)	SPKN1203EDFR
SPKN1504EDTR	K	Stahl	SPKN1504EDTR-A3	SPKN1504EDR	SPKN1504EDR	(SPCH53TR-R)	SPKN1504EDTR
SPKN1504EDFR	K	Grauguß	SPKN1504EDFR-A3			(SPCH53R-R)	SPKN1504EDFR
SPCN1203XPTR	C	Stahl	SPCN1203YPTR-A5				SPCN1203ZPTR
SPKN1203XPTR	K		SPKN1203YPTR-A5				SPKN1203ZPTR
SPKN1203XPFR	K	Grauguß	SPKN1203YPFR-A5				SPKN1203ZPFR
SPCN1203XDTR	C	Stahl		SPC42C2SR			
SPKN1203XDTR	K				SPK42C2SR		
SPKN1504XETR	K	Stahl		SPK53C2SR			
TPMR1603PDER-H	M	Stahl		TPER1603PPER-JS	TPKR1603PPR-WH		
TPKN1603PDTR	K		TPKN1603PPTR-E0	TPKN1603PPR	TPKN1603PPR	TPKN32TR	
TPKN1603PDFR	K	Grauguß	TPKN1603PPFR-E0		TPKN1603PPR	TPKN32R	
TPMR2204PDER-H	M	Stahl		TPER2204PDER-JS	TPKR2204PDR-WH		TPMR2204PDSR-MJ TPKR2204PDSR-MJ
TPKN2204PDTR	K		TPKN2204PDTR-E0	TPKN2204PDR	TPKN2204PDR	(TPCH43TR)	TPKN2204PPTR
TPKN2204PDFR	K	Grauguß	TPKN2204PDFR-E0		TPKN2204PDR	(TPCH43R)	TPKN2204PPFR
TEMR1603PTER-H	M	Stahl		TEER1603PEER-JS			
TEKN1603PTTR	K		TEKN1603PETR-G0	(TEEN1603PETR1)		TEKN32TR	(TEEN1603PETR)
TEKN1603PTFR	K	Grauguß	TEKN1603PEFR-G0	(TEEN1603PEFR1)		TEKN32R	(TEEN1603PEFR)
TEMR2204PTER-H TEKR2204PTER-S	M K	Stahl		TEER2204PEER-JS			
TEEN2204PTTR	E		TEEN2204PETR-G0E	TEEN2204PETR1		TEEN43TR	TEEN2204PETR
TEKN2204PTTR	K		TEK2204PETR-G0E	TEKN2204PETR1		TEKN43TR	(TEEN2204PETR)
TEKN2204PTFR	K	Grauguß	TEK2204PEFR-G0E	(TEEN2204PEFR1)		TEKN43R	(TEEN2204PEFR)
SNCN1204XNTN	C	Stahl	SNCN1204YNTN-D5	SNC43B2S		(CSN43MT)	SNCN1204ZNTN
SNKN1204XNTN	K		SNKN1204YNTN-D5	SNK43B2S		(CSN43MT)	SNKN1204ZNTN
SNMF1204XNTN	M	Stahl	(SNKF1204YNTN-D5)	(SNKF43B2S)		(CSNB43MT)	(SNKF1204ZNTN)

■ Cermet

Sorte	Farbe	Hauptbestandteil	Film Dicke	spez. Gewicht	Hardness (HV)	Härte (GPa)	Bruchfestigkeit (MPam ^{1/2})	Biegefestigkeit (MPa)
TN6020	Grau	TiCN	–	6.4	1500	14.7	10.0	2500
TN30	Grau	TiCN+NbC	–	6.2	1800	17.6	6.0	1270
TN60	Grau	TiCN+NbC	–	6.6	1600	15.7	9.0	1760
TN90	Grau	TiCN+NbC	–	6.4	1450	14.2	10.0	1960
TN100M	Grau	TiCN+NbC	–	6.7	1520	14.9	10.5	1860
N	Grau	TiC+TiN	–	6.0	1650	16.2	8.5	1470
TC40N	Grau	TiC+TiN	–	6.0	1650	16.2	9.0	1570
TC60M	Grau	NbC	–	8.1	1500	14.7	10.5	1670

■ PVD Cermet

Sorte	Farbe	Beschichtung	Film Dicke	spez. Gewicht	Härte (HV)	Härte (GPa)	Bruchfestigkeit (MPam ^{1/2})	Biegefestigkeit (MPa)
PV7020	Gold	TiAlN+TiN	Thin	6.4	1500	14.7	10.0	2500
PV30	Gold	TiN	Thin	6.2	1800	17.6	6.0	1270
PV60	Gold	TiN	Thin	6.6	1600	15.7	9.0	1760
PV90	Gold	TiN	Thin	6.4	1450	14.2	10.0	1960

■ CVD beschichtetes Hartmetall

Sorte	Farbe	Beschichtung	Film Dicke	spez. Gewicht	Härte (HV)	Härte (GPa)	Bruchfestigkeit (MPam ^{1/2})	Biegefestigkeit (MPa)
CA4010	Gold	Columnar TiCN+Al ₂ O ₃ +TiN	Thick	14.8	1670	16.4	10.0	3000
CA5025	Gold	Columnar TiCN+Al ₂ O ₃ +TiN	Thick	14.2	1480	14.5	13.0	2270
CA6015	Gold	Columnar TiCN+Al ₂ O ₃ +TiN	Thick	14.7	1530	15	12.0	2780
CR7015	Gold	Columnar TiCN+Al ₂ O ₃ +TiN	Thick	14.7	1550	15.2	12.0	2750
CR7025	Gold	Columnar TiCN+Al ₂ O ₃ +TiN	Thick	14.5	1400	13.7	12.0	2780
CR9025	Gold	Columnar TiCN+TiN	Thick	14.5	1400	13.7	12.0	2780
CA225	Grauschwarz	TiC+Al ₂ O ₃	Thick	13.9	1350	13.2	12.0	1570

■ PVD beschichtetes Hartmetall

Sorte	Farbe	Beschichtung	Film Dicke	spez. Gewicht	Härte (HV)	Härte (GPa)	Bruchfestigkeit (MPam ^{1/2})	Biegefestigkeit (MPa)
PR510	Gold	TiCN+TiN	Thin	15.0	1650	16.2	10.0	1470
PR610	Gold	TiN	Thin	15.0	1650	16.2	10.0	1470
PR630	Gold	TiN	Thin	12.5	1500	14.7	11.0	2160
PR660	Gold	TiN	Thin	13.7	1450	14.2	12.0	2250
PR730	Gold	TiAlN+TiN	Thin	13.7	1450	14.2	12.0	2250
PR830	Gold	TiAlN+TiN	Thin	13.7	1450	14.2	12.0	2250
PR905	Blau-Rot	TiAlN	Thin	14.8	1670	16.4	10.0	3000
PR915	Blau-Rot	TiAlN	Thin	14.1	1700	16.7	11.0	4140
PR930	Grau-Rot	TiCN	Thin	14.1	1700	16.7	11.0	4140

■ Hartmetall

Sorte	Farbe	Hauptbestandteil	Film Dicke	spez. Gewicht	Härte (HV)	Härte (GPa)	Bruchfestigkeit (MPam ^{1/2})	Biegefestigkeit (MPa)
PW30	Grau	WC+Co+TiC+TaC	–	12.5	1500	14.7	12.0	2160
KW10	Grau	WC+Co	–	15.0	1650	16.2	10.0	1470

■ Keramik

Sorte	Farbe	Hauptbestandteil	Film Dicke	spez. Gewicht	Härte (HV)	Härte (GPa)	Bruchfestigkeit (MPam ^{1/2})	Biegefestigkeit (MPa)
KA30	Hellweiß	Al ₂ O ₃	–	4.0	1790	17.5	4.0	750
SN60	Weiß	Al ₂ O ₃ +ZrO ₂	–	4.0	1700	16.7	4.0	590
A65	Schwarz	Al ₂ O ₃ +TiC	–	4.2	2100	20.6	4.5	780
A66N	Gold	Al ₂ O ₃ +TiC+TiN Coat	Thin	4.2	2000	19.6	6.5	980
KS500	Grau	Si ₃ N ₄	–	3.9	1630	16.0	6.5	900
KS6000	Grau	Si ₃ N ₄	–	3.9	1600	15.7	6.5	1230