



HARDOX[®]

WELDOX[®]

bearbeiten

SSAB
OXELÖSUND

Bohren
Senken
Gewindebohren
Drehen
Fräsen

HARDOX Verschleißblech und WELDOX extra hochfestes Konstruktionsblech kann man mit spanschneidenden Werkzeugen aus Schnellstahl (HSS) oder Hartmetall (HM) bearbeiten. In dieser Broschüre geben wir Vorschläge für Schneidedaten und Werkzeugwahl. Wir behandeln auch andere Faktoren die bei schneidender Bearbeitung zu beachten sind. Die Vorschläge wurden durch eigene Versuche von Werkzeugen verschiedener Fabrikate und in Zusammenarbeit mit führenden Werkzeugproduzenten erarbeitet.

TYPISCHE DATEN FÜR WELDOX UND HARDOX

	WELDOX 420 / 460	WELDOX 500	WELDOX 700	WELDOX 900 / 960	WELDOX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500
Zugfestigkeit R _m [N/mm ²]	~ 550	~ 620	~ 860	~ 1040	~ 1350	~ 1250	~ 1400	~ 1550
Härte [HBW]	~ 180	~ 200	~ 260	~ 320	~ 430	~ 400	~ 450	~ 500

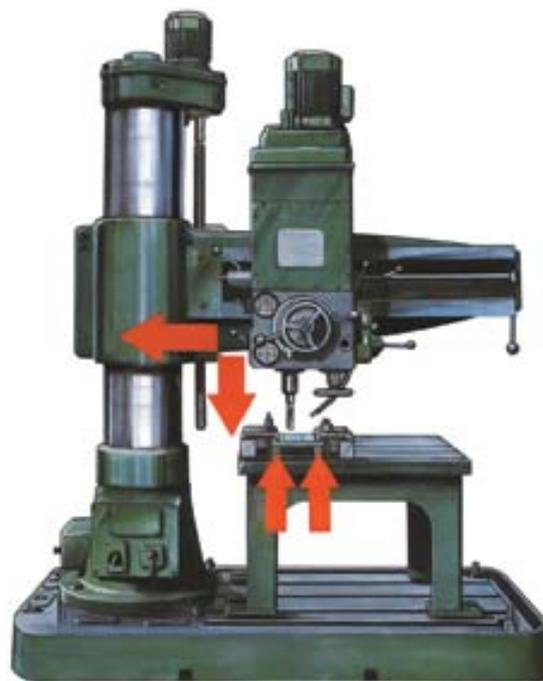
Bohren

Bohren kann man mit Schnellstahl- oder Hartmetallbohrern. Die vorhandene Maschine und deren Stabilität entscheidet, welchen Bohrertyp man wählen soll. Es ist doch unabhängig vom Maschinentyp wichtig, die Vibrationen so gering wie möglich zu halten.

Radial- und Säulenbohrmaschine

Empfehlungen, Vibrationen zu verringern und die Standzeit des Bohrers zu verlängern:

- Abstand zwischen Bohrer und Maschinsäule so gering wie möglich halten.
- Holzunterlagen vermeiden.
- Das Werkstück fest einspannen und so nahe den Holzunterlagen wie möglich bohren.
- Abstand zwischen Bohrerspitze und Ausleger durch kurze Maschinenspindel und kurzen Bohrer so gering wie möglich halten.
- Kurz vor dem Durchstoßen den Vorschub kurz ausschalten, das Spiel und die Federung in der Maschine kann sonst den Bohrer schädigen. Den Vorschub wieder einschalten, wenn sich die Maschine entspannt hat.
- Reichlich Kühlwasser verwenden.



HSS
HSS-E
HSS-Co

Für das Bohren einzelner Löcher können normale HSS-Bohrer verwendet werden. Für rationelle Produktion empfiehlt es sich, mikro- (HSS-E) oder kobaltlegierte (HSS-Co) Bohrer zu verwenden.



HSS-Co

HSS-Co-Bohrer (8% Co) mit kleinem Spiralwinkel und kräftiger Kernkonstruktion verwenden, der hohe Drehmomente aufnehmen kann.

	WELDOX 420 / 460	WELDOX 500	WELDOX 700	WELDOX 900 / 960	WELDOX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500
v _c [m/min]	~ 26	~ 22	~ 18	~ 15	~ 7	~ 9	~ 7	~ 5
D [mm]	Vorschub, f [mm/U] / Drehzahl, n [U/min]							
5	0,14 / 1700	0,12 / 1520	0,10 / 1150	0,10 / 950	0,05 / 445	0,05 / 570	0,05 / 445	0,05 / 320
10	0,17 / 860	0,15 / 760	0,10 / 575	0,10 / 475	0,09 / 220	0,10 / 290	0,09 / 220	0,08 / 130
15	0,18 / 570	0,17 / 500	0,16 / 400	0,16 / 325	0,15 / 150	0,16 / 190	0,15 / 150	0,13 / 85
20	0,28 / 430	0,26 / 380	0,23 / 300	0,23 / 235	0,20 / 110	0,23 / 150	0,20 / 110	0,18 / 65
25	0,30 / 340	0,30 / 300	0,30 / 240	0,30 / 195	0,25 / 90	0,30 / 110	0,25 / 90	0,22 / 50
30	0,38 / 280	0,36 / 250	0,35 / 200	0,35 / 165	0,30 / 75	0,35 / 90	0,30 / 75	0,25 / 45

Stabilere Maschinen wie Bohrwerke und Fräsmaschinen

In modernen und stabilen Maschinen können die Vorteile der Hartmetallbohrer für erhöhte Produktivität ausgenutzt werden.

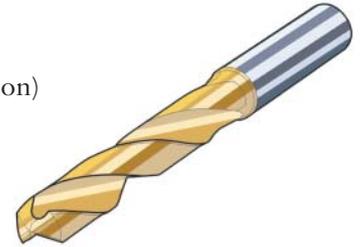
Es gibt drei Haupttypen von Bohrern mit Hartmetallschneiden. Die Wahl des Bohrertyps hängt von der Stabilität der Maschine, Spannordnung, Lochdurchmesser und geforderter Toleranz ab. Es sollen möglichst kurze Bohrer verwendet werden.

Kühlwasser

- Für Bohren abgesehenes Kühlwasser verwenden.
- Faustregel für Bohren mit inneren Kühlkanälen: Volumen des Kühlwassers [l/min] \approx Bohrerdurchmesser [mm]

Solide Hartmetallbohrer

- Durchmesser ab ~ 3 mm
- Enge Toleranzen (hohe Präzision)
- Nachschleifbar
- Vibrationsempfindlich



Gelötete Hartmetallbohrer

- Durchmesser ab ~ 10 mm
- Enge Toleranzen (hohe Präzision)
- Nachschleifbar
- Weniger vibrationsempfindlich als solide Hartmetallbohrer



Bohrer mit Wendepplatten

- Durchmesser ab ~ 12 mm
- Erlaubt hohe Produktivität
- Größere Toleranzen als die anderen (geringere Präzision)
- Gute Wirtschaftlichkeit



	WELDOX 420 / 460	WELDOX 500	WELDOX 700	WELDOX 900 / 960	WELDOX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500	
Schnittgeschwindigkeit, v_c [m/min] und Vorschub, f [mm/U]									
Solides Hartmetall	v_c	50–70	50–70	50–70	40–50	30–40	35–45	30–40	25–35
	f	0,1–0,2	0,1–0,2	0,10–0,18	0,10–0,18	0,10–0,15	0,10–0,15	0,10–0,15	0,08–0,12
Gelötetes Hartmetall	v_c	50–70	40–60	40–60	40–60	30–40	35–45	30–40	20–30
	f	0,12–0,20	0,12–0,20	0,12–0,18	0,12–0,18	0,10–0,15	0,10–0,15	0,10–0,15	0,08–0,12
Wendepplatten	v_c	160–180	110–130	100–120	70–90	50–70	60–80	50–70	40–60
	f	0,1–0,2	0,1–0,2	0,10–0,18	0,10–0,18	0,06–0,14	0,06–0,14	0,06–0,14	0,06–0,12

Bei kleinen Bohrerdurchmessern einen kleinen Vorschub im angegebenen Bereich wählen.

So berechnet man die Drehzahl gemäß der empfohlenen Schnittgeschwindigkeit:

Beispiel für Bohrerdurchmesser, $D = 15$ mm und Schnittgeschwindigkeit $v_c = 80$ m/min

$$\text{Drehzahl, } n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D} = \frac{80 \times 1000}{3,14 \times 15} = 1698 \approx 1700 \text{ U/min.}$$

Formeln:

$$v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D}$$

$$v_f = f \times n$$

v_c = Schnittgeschwindigkeit [m/min]

D = Bohrerdurchmesser [mm]

n = Drehzahl [U/min]

$\pi = 3,14$

v_f = Vorschub [mm/min]

f = Vorschub [mm/U]

Bohren (Forts.)

Falls Probleme auftreten ...

- Bohrerspitze zerstört, Schnellstahl
- Bohrerspitze zerstört, Hartmetall
- Verschleiß am Außendurchm. des Bohrerkörpers
- Löcher mit Über-/Untermaß
- Spanstau in Spankanälen des Bohrers
- Vibrationen
- Geringe Kantenausbrüche (Ausbröckelung)
- Bohrung nicht symmetrisch
- Geringe Standzeit des Werkzeuges, HSS
- Geringe Standzeit des Werkzeuges, HM

Abhilfen und Lösungen ▲

- Bohrer neu ausrichten.
- Kühlwasserzufuhr erhöhen, Filter und Kühlwasserkanal des Bohrers säubern.
- Zähere HM-Sorte wählen - siehe Figur Seite 8.
- Vorschub reduzieren.
- Vorschub erhöhen.
- Stabilität durch neues Einspannen und verkürzter Auskraglänge verbessern.
- Richtwerte der Schneiddaten prüfen.
- HSS- bzw HM-Sorte prüfen.
- Schnittgeschwindigkeit erhöhen.
- Schnittgeschwindigkeit verringern.

Senken

Zylindrische und konische Versenkungen lassen sich am besten ausführen, wenn das Werkzeug austauschbare Hartmetallschneiden und einen rotierenden Führungzapfen hat. Für gute Kühlung sorgen.

Flachsenker mit Wendepplatten und rotierendem Führungzapfen.



Konischer Senker mit Wendepplatten und rotierendem Führungzapfen.



WICHTIG

1. Bei konischem Senken Schneiddaten um 30% reduzieren.
2. Stets rotierenden Führungzapfen verwenden.

	WELDOX 420 / 460	WELDOX 500 ¹	WELDOX 700 ¹	WELDOX 900 / 960	WELDOX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500
v_c [m/min]	90–140 ²	80–120 ²	70–100 ²	40–65 ²	20–50 ²	25–70 ²	20–50 ²	17–50 ²
Vorschub f [mm / U]	0,10–0,20	0,10–0,20	0,10–0,20	0,10–0,20	0,10–0,20	0,10–0,20	0,10–0,20	0,10–0,20
D [mm]	Drehzahl, n [U/min]							
19	1510–2345	1340–2010	1175–1675	670–1090	335–840	420–1175	335–840	285–840
24	1195–1860	1060–1590	930–1325	530–865	265–665	330–930	265–665	225–665
34	845–1310	750–1125	655–935	375–610	185–470	235–655	185–470	160–470
42	680–1060	605–910	530–760	300–495	150–380	190–530	150–380	130–380
57	505–780	445–670	390–560	225–365	110–280	140–390	110–280	95–280

- 1) Wenn Probleme mit dem Spanbruch auftreten, in Stufen von 2 mm senken.
- 2) Bei Maschinen mit geringem Effekt die niedrigsten Werte des Bereiches für die Schnittgeschwindigkeit wählen.

Für die nachstehenden WELDOX-Stähle können 3-schneidige Senker aus Schnellstahl mit Führungszapfen verwendet werden. Reichlich Kühlwasser ist erforderlich.

		WELDOX 420 / 460	WELDOX 500	WELDOX 700	WELDOX 900 / 960
v_c [m/min]		~12	~10	~8	~7
D [mm]	Vorschub f [mm/U]	Drehzahl, n [U/min]			
15	0,05–0,20	250	210	170	150
19	0,05–0,20	200	170	130	120
24	0,07–0,30	160	130	100	90
34	0,07–0,30	110	90	70	70
42	0,07–0,30	90	60	60	50
57	0,07–0,30	70	60	40	40



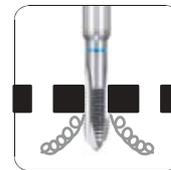
Gewindebohren

Mit den richtigen Werkzeugen können in alle HARDOX- und WELDOX-Stähle Gewinde gebohrt werden. Wir empfehlen 4-schneidige Bohrer die hohe Drehmomente aufnehmen können, die beim Gewindebohren in hartem Material entstehen. Beim Gewindebohren in HARDOX und WELDOX empfehlen wir Gewindeöl oder Gewindefett als Schmiermittel. Für die weicheren Stähle WELDOX 420, WELDOX 460 und WELDOX 500 kann man auch Emulsion verwenden.

Für Bauteile, bei denen die Festigkeit des Gewindes nicht entscheidend ist, kann das Loch etwas größer (ca 3%) als nach Norm gebohrt werden, um den Gewindebohrer zu entlasten. Dadurch verlängert man vor allem beim Gewindebohren von HARDOX und WELDOX 1100 die Standzeit des Bohrers.



Gewindebohrer für Sacklöcher



Gewindebohrer für Durchgangslöcher

WICHTIG

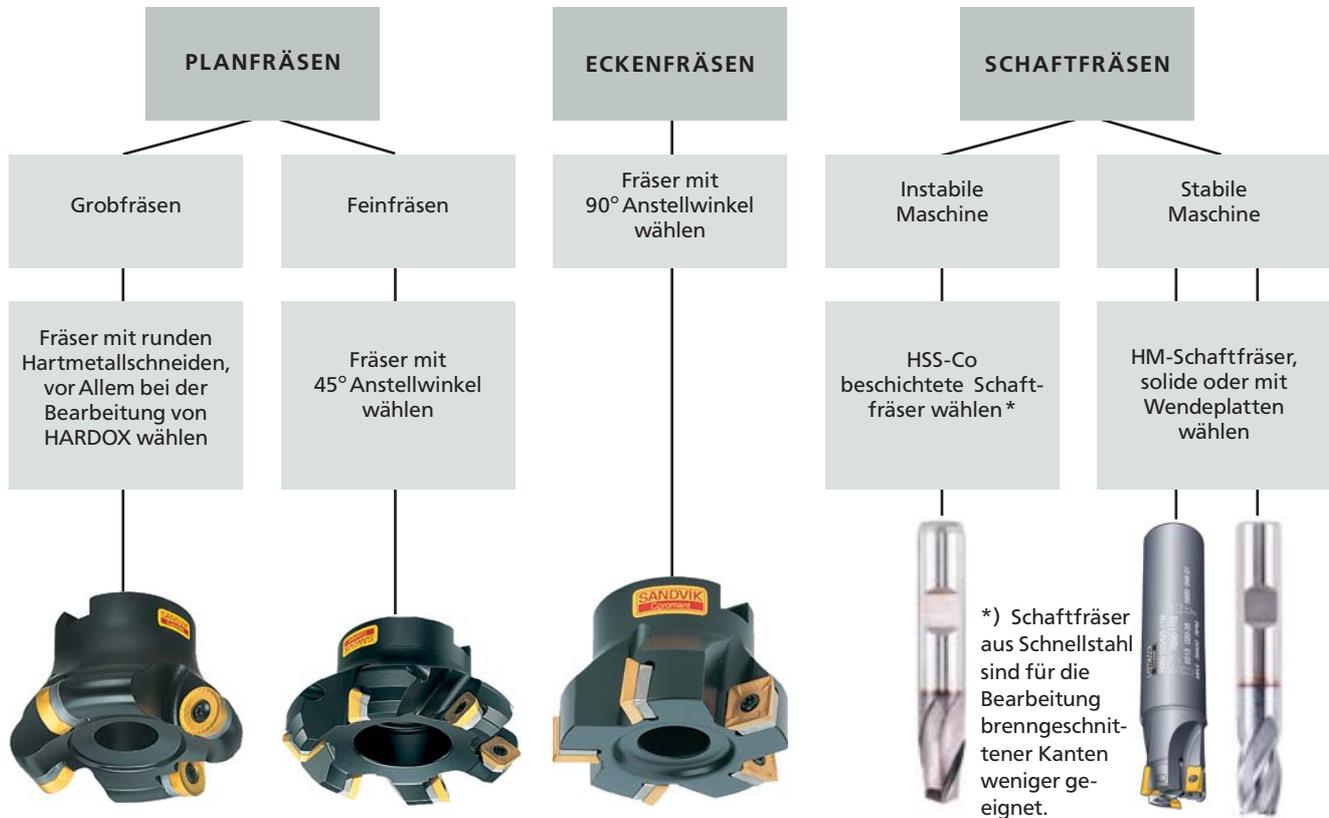
1. Bei der Verwendung von unbeschichteten Bohrern die Schneidaten um 30% reduzieren.
2. In numerisch gesteuerten Maschinen können zum Gewindebohren Fräser verwendet werden.

	HSS TiN-beschichtet	HSS-Co (HSS-E) TiN- oder TiCN-beschichtet		HSS-Co (HSS-E) TiCN-beschichtet			
	WELDOX 420/460/500	WELDOX 700	WELDOX 900 / 960	WELDOX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500
v_c [m/min]	15	10	8	3	5	3	2,5
Gewinde	Drehzahl, n [U/min]						
M10	475	320	255	95	160	95	80
M12	395	265	210	80	130	80	65
M16	300	200	160	60	100	60	50
M20	235	160	125	45	80	45	40
M24	200	130	105	40	65	40	30
M30	160	105	85	32	50	32	25
M42	110	75	60	22	35	22	20

Milling

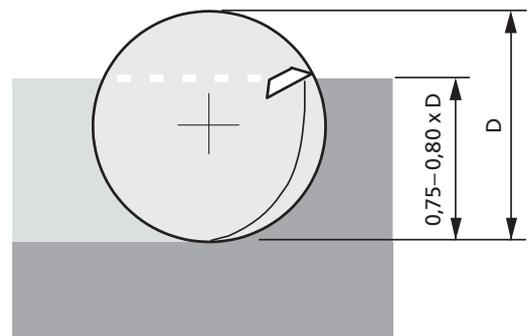
WAHL VON FRÄSMETHODE UND WERKZEUG

Für eine rationelle Produktion werden Fräser mit Hartmetallschneiden empfohlen.



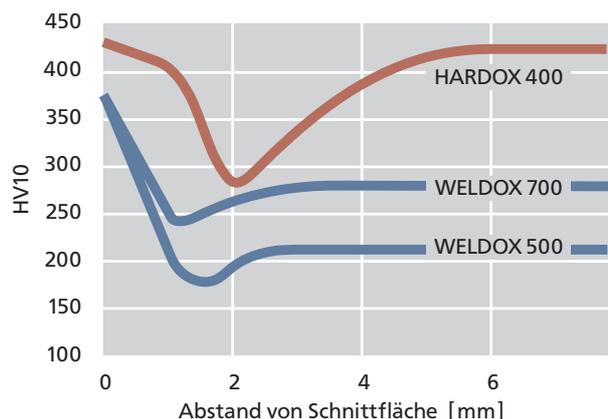
Folgende Punkte sind beim Fräsen zu beachten:

- Das Werkstück stabil einspannen.
- Bei schwachem Maschineneffekt Fräser mit weiter Teilung verwenden.
- Universalköpfe sind zu vermeiden. Sie schwächen die Werkzeugbefestigung und die Kraftübertragung.
- Die Eingriffsbreite beim Planfräsen sollte bei 75-80% des Fräserdurchmessers liegen. (siehe Figur rechts.)
- Beim Planfräsen von Flächen, die schmaler als der Fräserkopf sind, den Fräser exzentrisch anstellen, damit so viele Zähne wie möglich im Eingriff sind.
- Beim Fräsen von brenngeschnittenen Kanten sollte der erste Schnitt mindestens 2 mm tief, also weit genug unter die harte Außenhaut der geschnittenen Kante gehen (siehe Diagramm).



Empfohlene Eingriffsbreite beim Planfräsen

Härteprofil brenngeschnittener Kanten, in Luft geschnitten



	PLANFRÄSEN				SCHAFTFRÄSEN			
	HM-Beschichtet		Cermet	HM-Beschicht.	HM		HSS-Co	
Sorte	P40 / C5	P25 / C6	P20 / C6-C7	K20 / C2	K10 / C3-uncoated	K10 / C3-coated	P10 / C7-indexable insert	TiCN-coated
Stabilität	unstable	average	stable	stable	stable	stable	stable	unstable
Vorschub (f_z)	0,1 – 0,2 – 0,3	0,1 – 0,2 – 0,3	0,1 – 0,2	0,1 – 0,2	0,02 – 0,10	0,02 – 0,20	0,05 – 0,15	0,03 – 0,09
Blechsorte	Schnittgeschwindigkeit, v_c [m/min]							
WELDOX 420/460	220–180–120	250–210–180	350–280	–	130	210	220–180	60
WELDOX 500	220–180–120	250–210–180	350–280	–	125	210	220–180	50
WELDOX 700	195–150–95	220–180–150	240–200	–	100	180	195–150	40
WELDOX 900/960	95–75–50	200–160–130	220–170	–	90	130	140–120	18
WELDOX 1100	–	150–120–110	150–120	–	90	100	110–90	18
HARDOX 400	–	150–120–110	150–120	–	90	100	110–90	18
HARDOX 450	–	150–120–110	150–120	–	90	100	110–90	18
HARDOX 500	–	120–100	120–100	120–100	50	80	90–70	–

Bei erhöhtem Vorschub muß die Schnittgeschwindigkeit reduziert werden.

Formeln:

$$v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

v_c = Schnittgeschwindigkeit [m/min]
 D = Fräserdurchmesser [mm]

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D}$$

n = Drehzahl [U/min]
 π = 3,14

$$f_z = \frac{v_f}{n \times z}$$

v_f = Vorschub [mm/min]
 f = Vorschub [mm/U]
 f_z = Vorschub/Zahn [mm/Zahn]

$$v_f = f_z \times n \times z$$

z = Anzahl Schneiden des Fräasers

Falls Probleme auftreten ...

Freiflächenverschleiß
 Kerbverschleiß
 Kolkverschleiß
 Plastische Deformation
 Aufbauschneidenbildung
 Kleine Risse senkr. z. Schneidkante (Kammrißbildung)
 Geringe Kantenausbrüche (Ausbröckelung)
 Plattenbruch
 Vibrationen
 Schlechte Oberflächengüte
 Kurze Standzeit, HSS-Co-Fräser

Abhilfen und Lösungen ▲

- Schnittgeschwindigkeit verringern.
- Schnittgeschwindigkeit erhöhen.
- Vorschub/Zahn vermindern.
- Vorschub/Zahn erhöhen.
- Verschleißfestere HM-Sorte wählen (siehe Seite 8).
- Zähere HM-Sorte wählen (siehe Seite 8).
- Fräser mit weiter Teilung verwenden.
- Fräserposition ändern
- Kühlwasser vermeiden.
- Übergang von HSS-Co zu solidem HM-Fräser
- Befestigung des Fräasers prüfen.

Drehen

Die hier unten angeführten Schneiddaten gelten für zähe Hartmetallsorten. Diese sind bei Arbeitsgängen erforderlich, wo Stöße vorkommen können, z.B. beim Abdrehen von Blech mit brenngeschnittenen Kanten.

HM-Sorte	P25 / C6	P35 / C6-C5	K20 / C2
Vorschub f_n [mm / U]	0,1–0,4–0,8	0,1–0,4–0,8	0,1–0,3
	Schnittgeschwindigkeit, v_c [m / min]		
WELDOX 420/460	450–300–210	285–175–130	–
WELDOX 500	450–300–210	285–175–130	–
WELDOX 700	285–195–145	230–150–100	–
WELDOX 900/960	130–90–70	105–65–45	–
WELDOX 1100	130–90–70	105–65–45	–
HARDOX 400	130–90–70	105–65–45	–
HARDOX 450	130–90–70	105–65–45	–
HARDOX 500	–	–	100–80

Bei erhöhtem Vorschub Schnittgeschwindigkeit verringern.

Formeln:

$$v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

v_c = Schnittgeschwind., [m/min]
 D = Werkstückdurchmesser [mm]

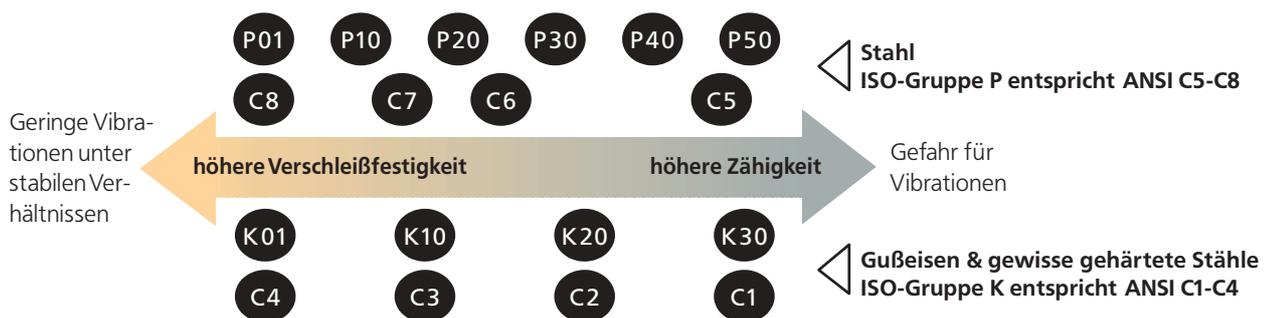
$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D}$$

n = Drehzahl [U/min]
 $\pi = 3,14$

$$v_f = f_n \times n$$

v_f = Vorschub [mm/min]
 f_n = Vorschub [mm/U]

Werkzeugmaterial / Hartmetallsorten



Diese Broschüre wurde in Zusammenarbeit mit Sandvik Coromant AB und Dormer Tools AB erarbeitet. Granlund Tools AB hat mit Bildern und Schneiddaten zum Abschnitt Senken beigetragen.

Für weitere Informationen setzen Sie sich bitte mit unserer Abteilung Technischer Kundendienst in Verbindung.

Die Broschüre *Bearbeiten* gehört zu einer Serie Drucksachen mit Ratschlägen und Anweisungen, wie man mit HARDOX- und WELDOX-Blechen arbeitet. Die übrigen Broschüren sind *Schweißen* und *Biegen*. Sie sind durch unsere Reklameabteilung erhältlich.

