



BEARBEITBARKEIT VON MATERIALIEN

- 2 Stähle
- 3 Rostbeständige Stähle
- 4 Gusseisen
- 5 Aluminium und Magnesium
- 6 Kupfer
- 7 Titan- und Nickel-Legierungen
- 8 Harte Werkstoffe > 45 HRC
- 9 Nichtmetallische Materialien
- 10 Bearbeitbarkeit von harten und weichen Materialien
- 11 Materialien und Bearbeitbarkeit

VERSCHLEISS, WÖRTERVERZEICHNIS, HÄRTE

- 12 Werkzeug-Ausfallursachen
- 13 Verschleißarten
- 14 Ausfallursachen und Verschleißarten
- 15 Ausfallursachen und Schnittgeschwindigkeit
- 16 Verschleiß und Standzeit
- 17 Wörterverzeichnis, Bearbeitung und Werkzeuge
- 18 Wörterverzeichnis, Materialien
- 19 Wörterverzeichnis, Symbole und Begriffe
- 20 Härte-Vergleichstabellen

HSS-Werkzeuge: die
vielseitigste Lösung
für die
Stahlbearbeitung

Weiche Stähle < 550 Mpa

Beinhalten entschwefelte und entphosphorisierte Kohlenstoffstähle mit weniger als 0,65 % Mangan, 0,60 % Silizium und 0,60 % Kupfer. Magnetische Stähle und leihaltige Stähle sind auch enthalten.

- Anwendung : Magnetische und elektrische Vorrichtungen und viele andere Verwendungszwecke.
- Bearbeitbarkeit : hervorragend.

Baustähle und unlegierte Kohlenstoffstähle < 850 Mpa

- Anwendung: Gebäude, Brücken, Wellen, Achsen, Stifte, Schrauben, Nieten, Stangen, Getriebeteile, usw.
- Bearbeitbarkeit : gut.

Legierte Stähle

Haben Bestandteile an Mangan, Silizium, Nickel, Chrom und Molybdän.

- Anwendung : Lagerungen, Maschinenteile, Achsen, Getriebeteile, Kessel usw.
- Bearbeitbarkeit : im Allgemeinen gut für legierte Stähle bis < 850 Mpa. Schwieriger bei höheren Festigkeiten.



Nutzen Sie die Vorteile der scharfen Schneiden von HSS-Werkzeugen, um Verfestigungen von rostbeständigen Stählen zu vermeiden

Ferritische rostbeständige Stähle

Haben eine ferritische Struktur, manchmal mit einer Matrix, die Chrom-Carbide enthält.

Kein Nickel-Gehalt, niedriger Kohlenstoffgehalt, nicht härtbar.

- Anwendung : Elektronische Bauteile, Automobil-Auspuffanlagen, Material-Handhabungssysteme, Heißwassertanks
- Bearbeitbarkeit : schlecht

Austenitische rostbeständige Stähle

Haben eine ausgezeichnete Korrosionsbeständigkeit und sind die am häufigsten verwendeten rostbeständigen Stähle.

- Anwendung : Elektronische Bauteile, pharmazeutische Geräte, chemische Industrie, Nahrungsmittel-Industrie, Bau-Industrie
- Bearbeitbarkeit : Schwierig verglichen mit ferritischen und martensitischen Stählen. Hohe Festigkeiten, starke Neigung zu Verfestigungen und hohe Antriebsleistungen für die Bearbeitung erforderlich. Niedrige Schnittgeschwindigkeiten und hohe Vorschübe sind empfehlenswert.

Ferritisch / austenitische, ferritisch / martensitische und zur Aushärtung neigende rostbeständige Stähle

- Anwendung : Schifffahrt-Industrie, Wärmeaustauscher und petrochemische Anlagen, andere Bauteile.
- Bearbeitbarkeit : gut für Stähle mit niedrigem Kohlenstoff - niedrigem Chromgehalt. Schwierig für martensitische Stähle mit hohem Kohlenstoffgehalt wegen deren hohem Abriebsverhalten.

HINWEIS DES WERKZEUGHERSTELLERS

Verwenden Sie TiAlN-beschichtete HSS-Werkzeuge für die Bearbeitung von Gusseisen und um Werkstück-Bröckelungen beim Austritt des Werkzeugs zu verhindern

Gusseisen (lamellar angeordnetes Graphit)

Basiert auf niedrigpreisigem Gusseisen.

- Anwendung : Brems Scheiben und Bremsstrommeln, Zylinderköpfe und Zylinderblöcke, Ventilsitze, Maschinen-Rahmen.
- Bearbeitbarkeit : hervorragend.

Gusseisen mit Kugelgraphit

Weist die beste Festigkeit auf, vergleichbar mit Baustählen in der Automobil-Industrie.

- Anwendung : Nockenwellen, Kurbelwellen usw.
- Bearbeitbarkeit : gut.

Hartguss

- Anwendung : Getriebeteile.
- Bearbeitbarkeit : schlecht.

Verwenden Sie HSS-
Werkzeuge und
verhindern Sie
Aufbauschneiden bei
der Bearbeitung von
Aluminium-
Legierungen und
erzeugen Sie dicke
Späne in Magnesium

Unlegiertes Aluminium

Reines Aluminium
(99 % Al)
gewährleistet hohe
Verformbarkeit und
Korrosionsbeständigkeit.

- Anwendung :
chemische Geräte,
Behälter, Marine-
Ausrüstungen,
Kochgeräte,
Gebäude-Rahmen
und Tiefziehteile.
- Bearbeitbarkeit :
ausgezeichnet,
aber sehr lange
und weiche Späne.

Aluminium- Legierungen

Hohe Festigkeit und
hohe Korrosionsbe-
ständigkeit.

- Anwendung :
Flugzeugrahmen-
Bauteile, mobile
Ausstattungen,
Hochdruck-
Hydraulikteile,
Rohre und Verbindun-
gen, Fahrräder und
Motorräder.
- Bearbeitbarkeit :
gut bis hervorragend,
abhängig von der
Warmbehandlung.
Höhere Härte =
bessere
Bearbeitbarkeit.

Aluminium- Legierungen Si 5 % - 10 %

Beinhaltet die meist
gebrauchten
gegossenen
Legierungen.

- Anwendung :
Zylinder-Blöcke,
Zylinderköpfe,
Automobil- und
Flugzeug-Rahmen,
Gehäuse usw.
- Bearbeitbarkeit :
gut

Aluminium- Legierungen > 10 % Si

Beinhalten
Schiede- und
Gusslegierungen.

- Anwendung :
Bremsstrommeln,
Kolben, komplexe
Gussteile.
- Bearbeitbarkeit :
mittelmäßig ;
schwieriger mit
zunehmendem Si-
Gehalt.

Magnesium

Leichter als Aluminium.

- Anwendung :
Instrumenten-
Gehäuse, tragbare
Geräte, Automobil-
Teile.
- Bearbeitbarkeit :
gut, aber dicke
Späne erforderlich,
um Feuergefahr zu
vermeiden.

Vertrauen Sie der
Zuverlässigkeit von
HSS-Werkzeugen für
die Bearbeitung von
Kupfer-Legierungen

Reines Kupfer

- Anwendung : Elektroden, elektrische Komponenten.
- Bearbeitbarkeit : gut, aber schmierend.

Kupfer-Legierungen

- Messing (5-45 % Zn)
und Bronze (3-20 % Sn)
- Anwendung : Elektrische Komponenten, elektronische Bauteile, Gebäude-Elemente, Automobil-Ventile, Mikro-Bauteile.
 - Bearbeitbarkeit : gut.

Aluminium Bronze

- Anwendung: Chemische Industrie, Pumpen und Ventilsitze, Propeller.
- Bearbeitbarkeit: mittelmäßig.

TiAlN-beschichtete HSS-PM-Werkzeuge sind eine richtige Wahl für die Bearbeitung von Titan- und Nickel-Legierungen

Unlegiertes Titan

(oder reines Titan)

Besitzt eine hervorragende Korrosionsbeständigkeit.

- Anwendung : chemische Industrie.
- Bearbeitbarkeit : Mittlere Tendenz zu Verfestigungen erfordert scharfe Schneiden, steife Bearbeitungssysteme, niedrige Schnittgeschwindigkeiten, hohe Vorschübe und viel Kühlflüssigkeit.

Beschichtungen sind empfehlenswert gegen Span-Verklebungen.

Titan-Legierungen

(oder Alpha-Beta Titan-Legierungen)

Können warmbehandelt werden bis auf sehr hohe Festigkeiten.

- Anwendung : Kompressor-Schaufeln, Turbinen-Teile, Flugzeug-Rahmen und Raketen-Komponenten, Hochdruck-Kessel, Hubschrauber-Rotorenblätter.
- Bearbeitbarkeit : Steife Bearbeitungssysteme, niedrige Schnittgeschwindigkeiten und viel Kühlflüssigkeit.

Unlegiertes Nickel

(oder reines Nickel)

Hat ähnliche mechanische Eigenschaften wie Kohlenstoffstähle. Gute bis hervorragende Korrosionsbeständigkeit.

- Anwendung : Chemische Industrie, Katalysatoren, Batterien, Münzen
 - Bearbeitbarkeit : Niedrige Schnittgeschwindigkeiten wegen hoher Bearbeitungstemperaturen erforderlich.
- Beschichtungen empfehlenswert gegen Span-Verklebungen und Aufbauschneiden.

Nickel-Legierungen

Enthalten oft Chrom

Haben hohe Festigkeiten bei hohen Temperaturen und Widerstandsfähigkeit gegen Oxidation und Korrosion.

- Anwendung : Turbinen-Schaufeln, Kraftwerks-Komponenten, Schiffsbau.
- Bearbeitbarkeit : schlecht. Steife Bearbeitungssysteme und Sonderwerkzeuge erforderlich. TiAlN-Beschichtungen empfohlen.

HINWEIS DES WERKZEUGHERSTELLERS

Beschichtete HSS-PM-Werkzeuge sind der "Vierrad-Antrieb" für die Bearbeitung von harten Werkstoffen

Werkzeugstähle > 45 HRC

Sind legierte Stähle mit hohem Kohlenstoffgehalt.

- Anwendung : Schnitt- und Stanz-Werkzeuge, Stempel, Rollen, Messwerkzeuge, Kopier-Nocken, Vorrichtungen.
- Bearbeitbarkeit : schlecht.

Verschleißfester Stahl 600 HB

ERFOLGSGESCHICHTE

Arbeitsgang

- Bohren von Durchgangslöchern, Ø 18 mm, Länge 25 mm, 5 %ige Emulsion auf einer Säulen-Bohrmaschine.

Lösung

- Lösung: HSS-PM 5 % Co-Bohrer mit TiAlN-Beschichtung und spezieller Geometrie. Vorteile im Vergleich zu konventionellen HSS-Bohrern (Hartmetall-Bohrer kamen nicht in Frage)
 - Längere Standzeiten (30 Löcher)
 - Höhere Schnittdaten (v_c 15 m/min, f 0,14 mm/rev)

Kunststoffe und Verbundkunststoffe

- Anwendung : Tragbare Telefone und Computer, Automobil-Teile, Haushaltsgeräte, Bauindustrie, Verpackungsanlagen.
- Bearbeitbarkeit : hervorragend ; HSS ist die richtige Wahl !

Verstärkte Kunststoffe

- Anwendung : Landfahrzeuge, Bootskörper, Lager-Tanks, elektrische Bauteile und Leitungen, Sportartikel, Flugzeuge, industrielle Anlagen, Computer.
- Bearbeitbarkeit : gut. HSS-Werkzeuge mit scharfen Schneiden verhindern eine Zerstörung der Lagen und eine Beschichtung erhöht den Verschleißwiderstand. HSS-PM-Werkzeuge werden für die Bearbeitung von Komponenten aus mehreren Materialien empfohlen.

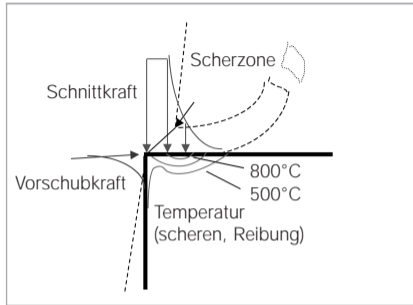
Graphit

- Anwendung : Schmelzformen, hitzebeständige Behälter, Raketenteile, Kernkraftwerke, Elektroden.
- Bearbeitbarkeit : schlecht.

Holz

- Anwendung : Möbel, sonstige Bauteile, Spielzeug, Musik-Instrumente, Haushaltsgeräte
- Bearbeitbarkeit : hervorragend

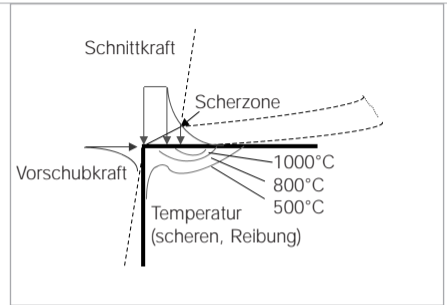




Hartes, sprödes Material

- Kurze Späne, mittlere Temperaturen
- Hohe Schnittkräfte und Vorschubkräfte

Erfordernisse : Sehr verschleißfeste
Beschichtung mit hoher Druckspannung

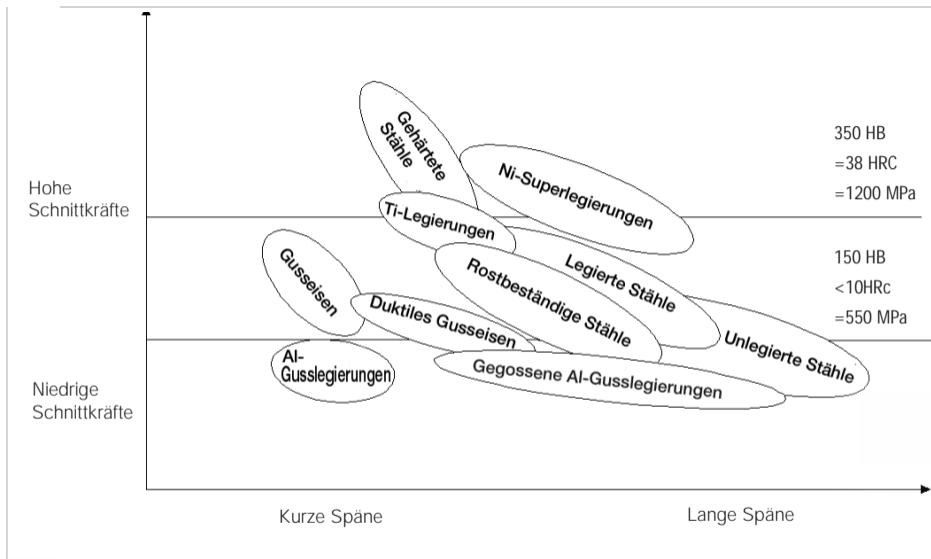


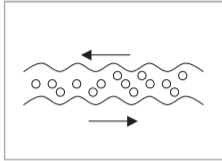
Weiches, verformbares Material

- Lange Kontaktzone und hohe Temperaturen auf der Spanfläche
- Hohe Scherkräfte
- Tendenz zu Aufbauschneiden

Erfordernisse :

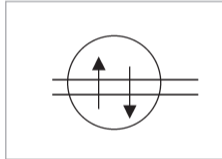
- + Hohe chemische Stabilität
- + Gute Schichthftung
- + Keine Verschweißneigung





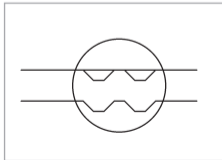
Abrasiver Verschleiß

Mechanischer Verschleiß durch Reibung zwischen Werkstück und Werkzeug



Chemischer Verschleiß

Wechsel von Atomen zwischen Werkzeug und Span durch hohe Temperaturen und Drücke



Abtrags-Verschleiß

Kombinierter thermischer und chemischer Verschleiß als Folge von entferntem Werkzeugmaterial durch Haftung am Span



Thermische Spannungen

Spannungen durch großen Temperaturwechsel (400-750°C)



Mechanische Spannungen

Spannungen durch Vibrationen, Schlagbeanspruchungen und Druck



Freiflächenverschleiß

Reibung zwischen Werkstück und der Freifläche des Werkstücks, verursacht durch abrasiven Verschleiß



Kolk-Verschleiß

Verschleißart, die einen Krater auf der Spanfläche erzeugt, hauptsächlich durch chemischen Verschleiß und teilweise durch abrasiven Verschleiß



Aufbauschneiden

Verschleißart, bei der das Werkstückmaterial an der Schneide haften bleibt, hervorgerufen durch Abtrags-Verschleiß



Plastische Verformung

Die Schneide wird verformt, hauptsächlich durch hohe Temperaturen und teilweise durch hohe mechanische Spannungen



Bröckelungen

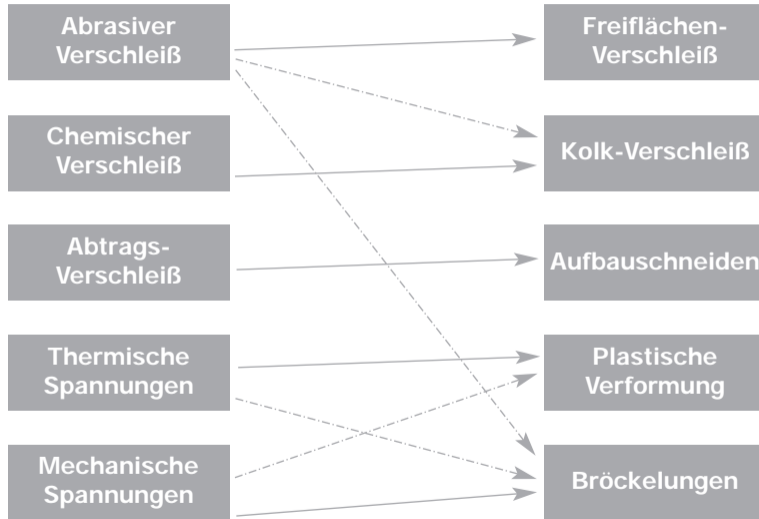
Herausbrechen kleiner Teile aus den Schneiden, hervorgerufen durch mechanische Spannungen und teilweise durch hohe Temperaturspannungen



ERKLÄRUNG

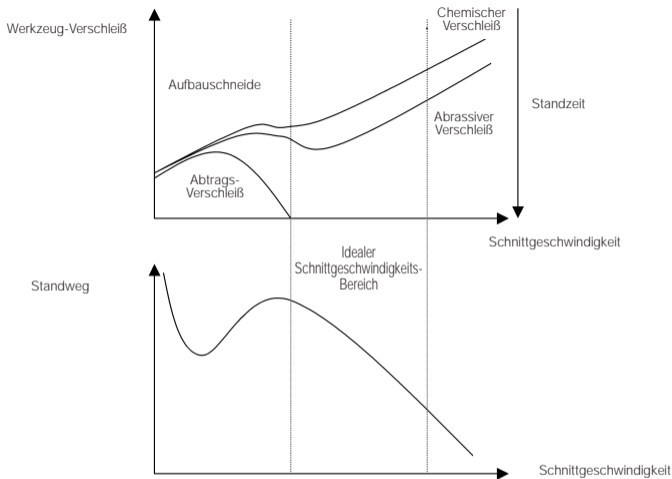
→ Haupteinfluss

-.-.-> Nebeneinfluss



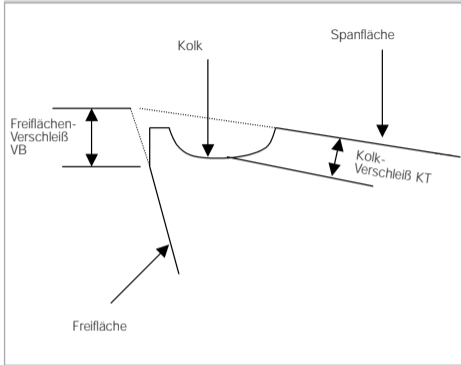
Bei einem idealen Schnittgeschwindigkeits-Bereich dominiert der abrasive Verschleiß.

Chemischer und Abtrags-Verschleiß sollten gering sein.

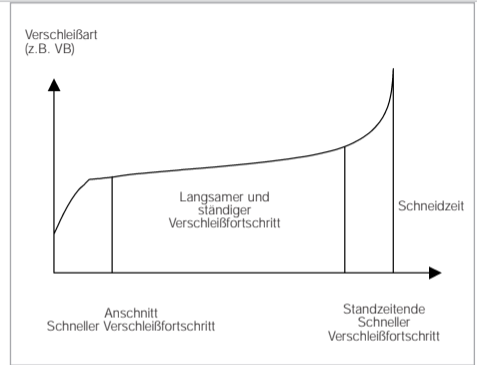


HINWEIS DES WERKZEUGHERSTELLERS

Bevorzugen Sie abrasiven Verschleiß für eine lange und vorhersagbare Standzeit.



Verschleißarten (VB und KT)



Verschleißfortschritt

Englisch	Französisch	Deutsch	Italienisch	Spanisch
Machining	Usinage	Metallbearbeitung	Lavorazione	Mecanizado
Machine tool	Machine-outil	Werkzeugmaschine	Macchina utensile	Máquina-herramienta
Workpiece	Pièce	Werkstück	Pezza	Pieza
Coolant	Fluide de coupe	Kühlmittel	Lubrificante	Fluido de corte
Wear	Usure	Verschleiß	Usura	Desgaste
Toollife	Durée de vie	Werkzeuglebensdauer	Durata di vita	Vida útil
Chip	Copeau	Span	Truciolo	Viruta
Roughing	Ebauche	Schruppen	Sgrossatura	Desbaste
Finishing	Finition	Schlichten	Finitura	Acabado

Cutting tool	Outil de coupe	Werkzeug	Utensile	Herramienta de corte
High speed steel	Acier rapide	Schnellstahl	Acciai rapidi	Acero rápido
Coating	Revêtement	Beschichtung	Rivestimento	Revestimiento
Shank	Queue	Schaft	Coda	Mango
Cutting edge	Arête de coupe	Schneidkante	Spigolo di taglio	Arista de corte
Cutting tooth	Dent	Schneidzahn	Dente	Diente
Rake face	Face de coupe	Spanfläche	Faccia di taglio	Superficie de corte
Flank face	Face de dépouille	Freifläche	Fianco	Superficie de incidencia
Helix	Hélice	Spirale	Elica	Helice
Flute	Goujure	Spannut	Scanalatura	Ranura
Pitch	Pas	Teilung	Passo	Paso
Point	Pointe	Spitze	Punta	Punta

Englisch	Französisch	Deutsch	Italienisch	Spanisch
Steel	Acier	Stahl	Acciai	Acero
Stainless steel	Acier inoxydable	Rostbeständiger Stahl	Acciai inossidabili	Acero inoxidable
Tool steel	Acier à outil	Werkzeugstahl	Acciai per utensili	Acero de herramientas
Cast iron	Fonte	Gusseisen	Ghise	Fundición
Aluminum	Aluminium	Aluminium	Alluminio	Aluminio
Magnesium	Magnésium	Magnesium	Magnese	Magnesio
Copper	Cuivre	Kupfer	Rame	Cobre
Brass	Laiton	Messing	Ottone	Latón
Bronze	Bronze	Bronze	Bronzo	Bronce
Titanium	Titane	Titan	Titanio	Titanio
Nickel	Nickel	Nickel	Nichel	Niquel
Zinc	Zinc	Zink	Zinco	Zinc
Plastics	Plastiques	Kunststoffe	Plastiche	Plásticos
Fiber reinforced plastics	Plastiques renforcés	Faserverstärkte Kunststoffe	Plastiche rinforzati con fibre	Plásticos reforzados con fibras
Graphite	Graphite	Graphit	Graffito	Grafito
Wood	Bois	Holz	Legno	Madera

Symbole	Englisch	Französisch	Deutsch	Italienisch	Spanisch
V_c	Cutting speed	Vitesse de coupe	Schnittgeschwindigkeit	Velocità di taglio	Velocidad de corte
n	Revolution per minute	Vitesse de rotation	Drehzahl	Velocità di rotazione giri	Número de revoluciones por minuto
V_f	Feed speed	Vitesse d'avance	Vorschubgeschwindigkeit	Velocità di avanzamento	Velocidad de avance
f	Feed per revolution	Avance par tour	Vorschub pro Umdrehung	Avanzamento per giro	Avance per revolución
f_z	Feed per tooth	Avance par dent	Vorschub pro Zahn	Avanzamento per dente	Avance per diente
d	Diameter	Diamètre	Durchmesser	Diametro	Diametro
z	Number of teeth	Nombre de dents	Zahnzahl	Numero di denti	Número de dientes
Q	Chip removal rate	Débit de copeaux	Zeitspannungsvolumen	Volume truciolo per unità di tempo	Caudal de viruta
h	Chip thickness	Epaisseur du copeau	Spandicke	Spessore truciolo	Espesor de viruta
a_e	Radial depth of cut	Largeur de passe radiale	Radiale Spantiefe	Larghezza radiale di passata	Anchura de corte radial
a_p	Axial depth of cut	Profondeur de passe axiale	Axiale Spantiefe	Profondità assiale di passata	Profundidad de corte axial

HINWEIS DES WERK-
ZEUGHERSTELLERS

Diese Umrechnungs-
tabelle sollte nicht
für gehärteten HSS
verwendet werden

Brinell	Vickers	Rockwell C	Brinell	Vickers	Rockwell C	Brinell	Vickers	Rockwell C	Rockwell B
	1200	71.5	578	615	56	248	261	24.2	
	1100	70.4	565	591	54.7	241	253	22.8	100
	1050	69.8	534	569	53.5	235	247	21.7	99
	1000	69.1	514	547	52.1	229	241	20.5	98.2
	970	68.6	495	528	51	223	234		97.3
	940	68	477	508	49.6	217	228		96.4
	920	67.5	461	491	48.5	212	222		95.5
	900	67	444	472	47.1	207	218		94.6
	880	66.4	429	455	45.7	201	212		93.8
767	860	65.9	415	440	44.5	197	207		92.8
757	840	65.3	401	425	43.1	192	202		91.9
745	820	64.7	388	410	41.8	187	196		90.7
733	800	64	375	396	40.4	183	192		90
722	782	63.5	363	383	39.1	179	188		89
712	780	63.3	352	372	37.9	174	182		87.8
710	760	62.5	341	360	36.6	170	178		86.8
698	740	61.8	331	350	35.5	167	175		86
684	737	61.7	321	339	34.3	163	171		85
682	720	61	311	328	33.1	156	163		82.9
670	700	60.1	302	319	32.1	149	156		80.8
656	697	60	293	309	30.9	143	150		78.7
653	690	59.7	285	301	29.9	137	143		76.4
647	680	59.2	277	292	28.8	131	137		74
638	670	58.8	269	284	27.6	126	132		72
630	667	58.7	262	276	26.6	121	127		69.8
627	640	57.3	255	269	25.4	116	122		67.6
601						111	117		65.7