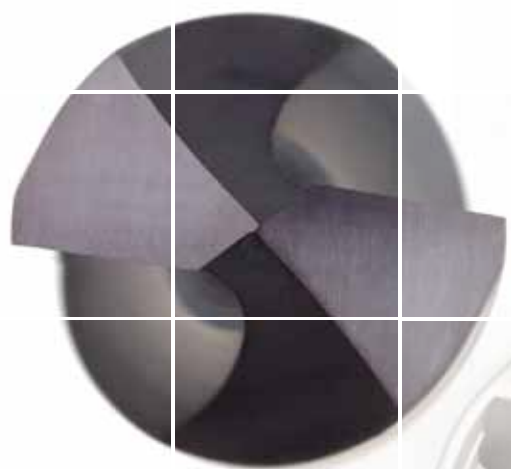


DORMER

The Right Tool at the Right Time



Catalogue
Katalog
Catalogus
Catálogo

12





g1 - g12

1.1

2.3

3.4

5.2

7.1

8.2

g13 - g16

e8

f6

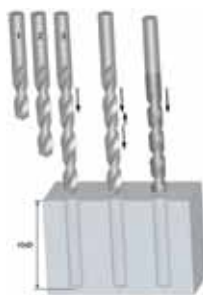
f7

h6

h10

js14

g17 - g19



g20 - g37



g38 - g55



g56 - g67



g68 - g80



g1 - g80



Common icons / Allgemeine Symbole / Algemene symbolen /
 Symboles standards / Símbolos comunes / Símbolos Comuns

Material Material Materiaal Matière Material Material	 Carbide Hartmetall Hardmetaal Carbure Metal Duro Metal Duro	 High Speed Steel Hochleistungsschnellarbeitsstahl Snelstaal Acier rapide Acero rápido Aço Rápido	 High Speed Cobalt Hochlegierter Schnellarbeitsstahl Cobalt gelegeerd snelstaal Acier rapide au cobalt Acero rápido al Cobalto Aço Rápido ao Cobalto
	 HSS-E powder metallurgy steel HSS-E-Pulverschnellstahl Cobalt gelegeerd "poeder" snelstaal Acier rapide au cobalt fritté Acero rápido al Cobalto sinterizado Aço Rápido ao Cobalto Sinterizado	 High Speed Steel/ Carbide Hochleistungsschnellarbeitsstahl/ Hartmetall Snelstaal/ Hardmetaal Acier rapide/ Carbure Acero rápido/ Metal Duro Aço Rápido/ Metal Duro	
Coating Oberfläche Oppervlaktebeh Revêtement Tratamiento superficial Revestimento	 Steam tempered Dampfangelassen Stoomontlaten Traitement vapeur Templado al vapor Tratamento a Vapor	 Bright Blank Blank Brillant Brillante Brilhante	 Bright/Steam tempered Blank/Dampfangelassen Blank/Stoomontlaten Brillant/traitement vapeur Brillante/templado al vapor Brilhante/Tratamento a Vapor
	 Bronze Bronzefarben Bronskleurig Bronze Bronce Bronze	 Steam tempered / Bronze Dampfangelassen / Bronzefarben Stoomontlaten / Bronskleurig Traitement vapeur / Bronze Templado al vapor / Bronce Tratamento a Vapor / Bronze	 Titanium Nitride Titannitrid-Beschichtung Titanium-nitride Nitrure de titane Nitruro de Titanio Nitreto Titânio
	 Bright/Titanium Nitride Blank/Titannitrid-Beschichtung Blank/Titaniumnitride Brillant/Nitrure de titane Brillante/nitruro de Titanio Brilhante/Nitreto Titânio	 Titanium Carbo Nitride Titancarbonitrid- Beschichtung Titanium-carbonitride Carbonitruure de titane Carbo-nitruro de Titanio Carbo Nitreto Titânio	 Titanium Aluminium Nitride Titanaluminiumnitrid-Beschichtung Titanium-aluminium-nitride Nitrure de titane aluminium Nitruro de Aluminio al Titanio Nitreto Titânio Alumínio
	 Titanium Aluminium Nitride - Top Titanaluminiumnitrid-Beschichtung - Top Titanium-aluminium-nitride - Top Nitrure de titane aluminium - Top Nitruro de Aluminio al Titanio - Top Nitreto Titânio Alumínio - Top	 Alcrona	 Alcrona Top
	 X-CCEED	 Nitride Nitriert Nitride Nitrure Nitruro Nitreto	

Common icons / Allgemeine Symbole / Algemene symbolen / Symboles standards / Símbolos comunes / Símbolos Comuns

Direction
Richtung
Richtung
Direction
Dirección
Direcção

Right
Rechts
Rechts
À droite
A derecha
À direita

Left
Links
Links
À gauche
A izquierda
À esquerda

Rating
Eignung
Beoordeling
Appréciations
Clasificación
Classificação

Excellent
Sehr gut
Uitstekend
Excellent
Excelente
Excelente

Good
Gut
Acceptabel
Acceptable
Bueno
Bom

Drilling icons / Symbole Bohrwerkzeuge / Boor symbolen / Symboles pour le perçage / Iconos de taladrado / Símbolos de Furação

Point geometry
Anschliff
Punt geometrie
Géométrie
Geometría
Geometria

Special point
Spezialanschliff
Speciale punt
Pointe Spéciale
Punta Especial
Ponta Especial

NAS 907
NAS 907 - Normanschliff
NAS 907
NAS 907
NAS 907
NAS 907

PS Point
PS-Point
PS-punt
PS
PS
PS

Form
Form
Uitvoering
Forme
Forma
Forma

Point Angle
Spitzenwinkel
Punthoek
Affûtage
° de la punta
° da Ponta

Countersink °
Senkwinkel
Verzinkhoek
° d'épaulement
° de avellanado
° do Escareado

Centre 60°
Zentrierbohrer 60°
Verzinkhoek 60°
Chanfrein 60°
Centro 60°
De Centrar 60°

Centre radius form
Zentrierbohrer mit Radius
Verzinkboor met radius
Chanfrein à rayon
Forma con radio al centro
De Centrar em forma de Raio

Subland 90°
Mehrfasen-Stufenbohrer 90°
Meerfasen trapboren 90°
Angle d'épaulement à 90°
Brocas bidiametrales 90°
Escalonado 90°

Subland 180°
Mehrfasen-Stufenbohrer 180°
Meerfasen trapboren 180°
Angle d'épaulement à 180°
Brocas bidiametrales 180°
Escalonado 180°

Step drill 90°
Stufenbohrer 90°
Trapboren 90°
Forets étagés 90°
Brocas escalonadas 90°
Broca Escalonada a 90°

Step drill 180°
Stufenbohrer 180°
Trapboren 180°
Forets étagés 180°
Brocas escalonadas 180°
Broca Escalonada a 180°

Drilling icons / Symbole Bohrwerkzeuge / Boor symbolen /
 Symboles pour le perçage / Iconos de taladrado / Símbolos de Furação

Depth Tiefe Diepte Profondeur Profundidad Profundidade										
---	---	---	---	---	---	---	--	---	---	---

Shank Schaft Schacht Queue Mango Encabadouro			
	Straight shank Zylinderschaft Cilindrisch Queue cylindrique Mango cilíndrico Encabadouro Cilíndrico	Morse taper shank Morsekegelschaft Morseconus Queue cône morse Mango cónico Encabadouro Cónico	DIN 6535 HA
			
	DIN 6535 HE	Shank with tang Schaft mit Mitnehmerlappen Schacht met meeneemlip Queue avec tenon Mango con espiga Encabadouro com Patilhão	Step shank NC-Schaft Eenheidsschacht Queue renforcée Mango escalonado Encabadouro Escalonado
			
	Reduced shank Reduzierter Schaft Gereduceerde schacht		

Standard Standard Standaard Standard Estándar Standard										
										
										

Coolant Kühlung Koeling Lubrification Refrigeración Refrigeração	
	Internal Coolant Innere Kühlung Inwendig koelkanaal Lubrification interne Refrigeración Interna Refrigeração Interna

Countersink icons / Symbole für Kegelsenker / Verzinkers symbol / Symboles pour les fraises coniques / Iconos Avellanado / Símbolos de Escareadores

Application
Anwendung
Toepassing
Utilisation
Aplicaciones
Aplicação



Countersink
Kegelsenken
Verzinkboren
Fraises à chanfreiner
Avellanadores
Escareador



G314



Counterbore
Flachsenken
Kopverzinkfrezen
Fraises pour logement de tête de vis
Refrentadores
Escareador p/ abertura de caixas



M138

Countersink °
Senkwinkel
Verzinkhoek
° d'épaulement
° de avellanado
Ângulo de
Escareador



60°



82°



90°



100°



G314



20°

M138

Shank
Schaft
Schacht
Queue
Mango
Haste



Straight
Zylinderschaft
Cilindrisch
Queue cylindrique
Mango cilíndrico
Encabadoiro Cilíndrico



Morse taper shank
Morsekegelschaft
Morseconus
Queue cône morse
Mango cónico
Encabadoiro Cónico

Standard
Standard
Standaard
Standard
Estándar
Standard



DIN
335



DIN
334C



DIN
334D



DIN
335A



DIN
335C



DIN
335D



DIN
373



DORMER

Threading icons / Symbole Gewindewerkzeuge / Schroefdraad symbolen / Symboles pour le taraudage / Iconos de Roscado / Símbolos de Roscagem

Thread form
 Gewindeform
 Draad type
 Forme de filet
 Forma de Rosca



Metric Coarse
 Metrisch
 Metrisch
 Métrique
 Métrica
 Métrica



Metric Fine
 Metrisch fein
 Metrisch fijn
 Métrique fin
 Métrica fina
 Métrica Fina



Unified Coarse

Filetage américain



Unified Fine

Filetage américain pas fin



Unified

Filetage américain



British Standard Pipe Fastening - G series

Filetage Gaz



National Taper Pipe

Filetage Gaz conique



National Taper Pipe Dryseal

Filetage NPTF



National Straight Pipe Dryseal

Filetage NPSF



National Straight Pipe Mechanical

Filetage NPSM



British Association

Filetage BA



British Standard Fine

Withworth pas fin



British Standard Whitworth

Withworth



Wire Insert Taps
 Einsatzgewinde metrisch

Pour filets rapportés



Armour Pipe/ Steel Conduit
 Panzerrohrgewinde

pour tubes électriques



British Standard Pipe Taper - RC Series

Gaz conique withworth

Hole Type
 Art der Bohrung
 Type gat
 Type de trou
 Tipo de agujero
 Tipo do furo



Through hole
 Durchgangsbohrung
 Doorlopend gat
 Trou débouchant
 Agujero pasante
 Furo a Passar



Blind hole
 Sackbohrung
 Blind gat
 Trou borgne
 Agujero ciego
 Furo cego



Through or blind hole
 Durchgangs- oder Sackbohrung
 Doorlopend of blind gat
 Trou débouchant/borgne
 Agujero pasante/ciego
 Furo a Passar ou Furo Cego

Threading icons / Symbole Gewindewerkzeuge / Schroefdraad symbolen / Symboles pour le taraudage / Iconos de Roscado / Símbolos de Roscagem

Flute geometry

Geometrie
Spaangroef
Géométrie
Geometria
Geometria



Straight Flute
Geradegenutet
Rechte spaangroeven
Goujures droites
Estrías rectas
Canais Direitos



Spiral Point
Geradegenutet mit Schälanschnitt
Rechte groeven met schilaansnijding
Coupe gun
Estrías rectas, entrada en hélice
Entrada Helicoidal



Spiral Flute 15°
Spiralgenutet 15°
Gespiraliseerde spaangroeven 15°
Goujures hélicoïdales 15°
Estrías helicoidales 15°
Canais Helicoidais a 15°



Spiral Flute 27°
Spiralgenutet 27°
Gespiraliseerde spaangroeven 27°
Goujures hélicoïdales 27°
Estrías helicoidales 27°
Canais Helicoidais a 27°



Spiral Flute 30°
Spiralgenutet 30°
Gespiraliseerde spaangroeven 30°
Goujures hélicoïdales 30°
Estrías helicoidales 30°
Canais Helicoidais a 30°



Spiral Flute 40°
Spiralgenutet 40°
Gespiraliseerde spaangroeven 40°
Goujures hélicoïdales 40°
Estrías helicoidales 40°
Canais Helicoidais a 40°



Spiral Flute 45°
Spiralgenutet 45°
Gespiraliseerde spaangroeven 45°
Goujures hélicoïdales 45°
Estrías helicoidales 45°
Canais Helicoidais a 45°

Depth

Tiefe
Diepte
Profondeur
Profundidad
Profundidade



Coolant

Kühlung
Koeling
Lubrification
Refrigeración
Refrigeração



Internal Coolant
Innere Kühlung
Inwendig koelkanaal
Lubrification interne
Refrigeración Interna
Refrigeração Interna

Chamfer

Anschnitt
Aansnijding
Chanfrein
Chaflán
Chanfro



Chamfer No. A
Anschnitt Form A
Aansnijding vorm A
Chanfrein No. A
Chaflán no. A
Chanfro No. A



Chamfer No. B
Anschnitt Form B
Aansnijding vorm B
Chanfrein No. B
Chaflán no. B
Chanfro No. B



Chamfer No. C
Anschnitt Form C
Aansnijding vorm C
Chanfrein No. C
Chaflán no. C
Chanfro No. C



Chamfer No. D
Anschnitt Form D
Aansnijding vorm D
Chanfrein No. D
Chaflán no. D
Chanfro No. D



Threading icons / Symbole Gewindewerkzeuge / Schroefdraad symbolen /
 Symboles pour le taraudage / Iconos de Roscado / Símbolos de Roscagem

Tolerance
 Toleranz
 Tolerantie
 Tolérance
 Tolerancia
 Tolerância

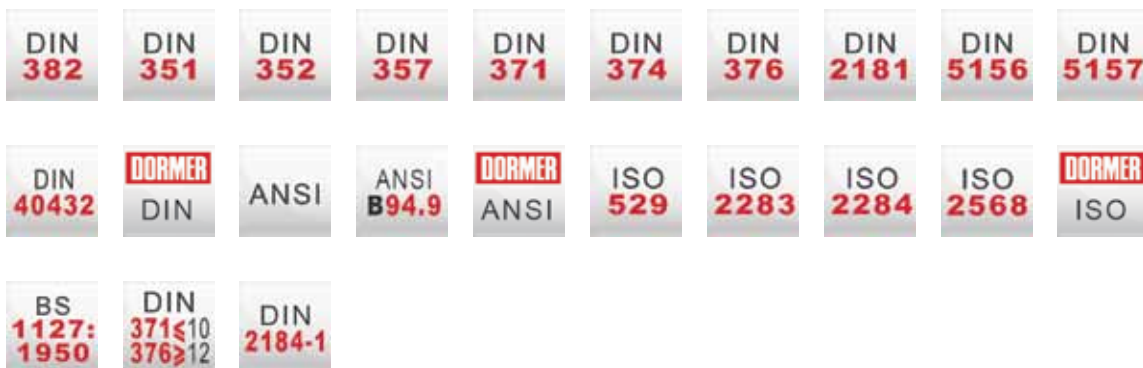


Medium
 Mittel
 Middel
 Moyen
 Mediano
 Médio



Normal
 Normal
 Normaal
 Normal
 Normal
 Normal

Standard
 Standard
 Standaard
 Standard
 Estándar
 Standard



Milling icons / Symbole Fräswerkzeuge / Frees symbolen /
 Symboles pour le fraisage / Iconos de Fresado / Símbolos de Fresagem

Type
 Typ
 Type
 Type
 Tipo
 Tipo



Coarse pitch flat profile chipbreaker
 Schruppschlicht-Verzahnung
 Ruwvertanding met afgeplat rond profiel
 Brise-copeaux plats
 Rompevirutas de perfil grueso plano
 1/2 Desbaste



Coarse pitch rounded profile chipbreaker
 Schruppkordel-Verzahnung
 Ruwvertanding met rond profiel
 Brise-copeaux ronds fins
 Rompevirutas de perfil grueso redondeado
 Desbaste



Coarse pitch asymmetrical rounded profile chipbreaker
 Asymetrische Schruppkordel-Verzahnung
 Ruwvertanding met asymmetrisch rond profiel
 Brise copeaux ronds asymétrique
 Rompevirutas de perfil grueso asimétrico
 Desbaste Assimétrico



Fine pitch asymmetrical rounded profile chipbreaker
 Asymetrische feine Schruppkordel-Verzahnung
 Fijnruwvertanding met asymmetrisch rond profiel
 Brise-copeaux ronds fins asymétrique
 Rompevirutas de perfil fino redondeado asimétrico
 Desbaste Fino Assimétrico



Semi-finishing chipbreaker
 Schlichtfräser mit Spanbrecher
 Fijnruwvertanding
 Semi-finition Ebauche
 Rompevirutas semiacabado
 Semi-Acabamento



Cutter type for soft and malleable materials
 Für weiche und langspanende Materialien
 Frezen voor zachte en smeedbare materialen
 Fraise pour les matières douces et malléables
 Cuchillas para materiales suaves y maleables
 Para Materiais macios e maleáveis



For steels with low to high resistance
 Schlichtfräser
 Voor staal, lage tot hoge treksterkte
 Pour aciers de moyenne à haute résistance
 Para aceros con resistencia baja o alta
 Acabamento

Milling icons / Symbole Fräswerkzeuge / Frees symbolen / Symboles pour le fraisage / Iconos de Fresado / Símbolos de Fresagem

Application
 Anwendung
 Toepassing
 Utilisation
 Aplicaciones
 Aplicação



Slotting P9
 Langlochfräsen in P9 Toleranz
 Spiebaanfrezen P9
 Rainurage P9
 Ranurar
 Abertura de Rasgos



Slotting
 Langlochfräsen
 Spiebaanfrezen
 Rainurage
 Ranurar
 Abertura de Rasgos



Finishing
 Schlichtfräsen
 Nafrezen
 Finition
 Acabado
 Acabamento



Roughing
 Schruppfräser
 Voorfrezen
 Ébauche
 Gran desbaste
 Desbaste



Ball nose
 Radiusfräsen
 Radiusfrezen
 Bout hémisphérique
 Fresas radiales
 Topo Boleado



T-shaped
 T-Nutenfräser
 T-gleuffrezen
 Fraises pour rainures en T
 Ranurados tipo "T"
 Forma - T



Woodruff
 Schlitzfräser für Scheibenfeder-Nuten
 Schijfspie-frezen
 Fraises Woodruff
 Ranurados tipo Woodruff
 Escatel



Dovetail
 Winkelfräser
 Zwaluwstaartfrezen
 Fraises coniques cône renversé
 Fresas angulares
 Cónica Invertida



Inverse dovetail
 Winkelfräser
 Duivenstaartfrezen
 Fraises coniques cône direct
 Fresas con ángulo inverso
 Cónica



Corner rounding
 Viertelrund-Profilfräser konkav
 Kwartholfrezen conkaaf
 Fraises concaves 1/4 de cercle
 Fresas frontales de perfil cóncavo
 De Raio



Side and face/Saws
 Schlitzfräser/Sägeblätter
 Sleuffrezen/Zaagbladen
 Fraise 3 tailles
 Fresas de ranurar de 3 cortes/sierras
 Dente Alternado / Circular



Shell end
 Walzenstirnfräser
 Mantelkopfrezen
 Fraise 2 tailles
 Fresas cónicas frontales
 Furo Central

Metal slitting
 saw tooth form



Milling icons / Symbole Fräswerkzeuge / Frees symbolen /
 Symboles pour le fraisage / Iconos de Fresado / Símbolos de Fresagem

Direction Richtung Richting Direction Dirección Direcção			
	Slotting, ramping, diving mögliche Fräsrichtung Spiebaan-, insteek-, borend- en contourfrezen Rainurage, ramping, plongée Ranurar, fresado lateral, penetración Escatelar, Corte Lateral, Penetração	Slotting, ramping mögliche Fräsrichtung Inlopend- en contourfrezen Rainurage, ramping Ranurar, fresado lateral Escatelar, Corte Lateral	Finishing mögliche Fräsrichtung Contourfrezen Finition Acabado Acabamento
			
	Milling mögliche Fräsrichtung Contourfrezen Fraisage Fresado Fresagem		

Cut length Schneidenlänge Snijkants lengte Longueur de coupe Longitud de corte Comprimento Navalha					
	Extra short Extra kurz Extra kort Extra court Extra corta Extra curta		Medium Mittel Middel Moyen Mediana Médio		Extra Long Extra lang Extra lang Extra Long Extra larga Extra longa

Diameter tolerance Schneiden-toleranz Spaangroef Tolérance Tolerancia del diámetro Tolerância do diâmetro										
										
	e8 full and half diameters, h10 others e8 für volle und halbe durchmesser ansonsten h10 e8 voor 1/1 en 1/2 diameters, h10 overige e8 cotes rondes et intermédiaires, h10 autres Tol e8 en diámetros enteros y medios, h10 en otros e8 diâmetros inteiros e intermediários, h10 outros									

Milling icons / Symbole Fräswerkzeuge / Frees symbolen /
Symboles pour le fraisage / Iconos de Fresado / Símbolos de Fresagem

Helix Angle
Spiralwinkel
Spiraalhoek
Angle d'hélice
Ángulo de
hélice
Ângulo de
hélice



teeth (z)
Zähne
tanden
dent
Dientes
Navalhas



Standard
Standard
Standaard
Standard
Estándar
Standard



Shank
Schaft
Schacht
Queue
Mango
Haste



Parting off tool icons / Symbole für Abstechwerkzeuge / Wisselplatten symbol /
 Symboles pour les outils de tronçonnage / Iconos de cuchillas de tronzar / Símbolos de Acessórios

Edge angle Abstechwinkel Afsteekhoek Angle de coupe ° de corte inclinado ° de Corte do Acessório					
	0°	8° Left - Right 8° links - rechts 8° Links - Rechts 8° à gauche - à droite 8° a izquierdas - a derechas 8° à esquerda - à direita		15° Left - Right 15° links - rechts 15° Links - Rechts 15° à gauche - à droite 15° a izquierdas - a derechas 15° à esquerda - à direita	
Insert Size Plattengröße Grootte Taille Tamaño Dimensão da Plaquete					
	23mm	40mm			
Direction of cut Abstechrichtung Snijrichting Direction de coupe Dirección de corte Direcção do corte					
	Right Rechts Rechts À droite A derecha À direita	Left Links Links À gauche A izquierda À esquerda			
Application Anwendung Toepassing Utilisation Aplicaciones Aplicação					
	Cut Abstechen Afsteken Tronçonnage Corte Corte	Groove Einstechen Insteken Gorge Ranura Ranhura			
Form Drehlingsform Form Forme Formas Forma					
	Round Rund Rond Rond Redonda Redondo	Square Vierkant Vierkant Carré Cuadrada Quadrado		Rectangular Rechteckig Rechthoekig Rectangulaire Rectangular Rectangular	
Tolerance Toleranz Tolerantie Tolérance Tolerancia Tolerância					
	h9	h13			
Standard Standard Standaard Standard Estándar Standard					
	DIN 4964A	DIN 4964B	DIN 4964D	DORMER	

English			Hardness	Tensile strength
Application Material Groups			HB	N/mm ²
1. Steel	1.1	Magnetic soft steel	< 120	< 400
	1.2	Structural steel, case carburizing steel	< 200	< 700
	1.3	Plain Carbon steel	< 250	< 850
	1.4	Alloy steel	< 250	< 850
	1.5	Alloy steel, Hardened and tempered steel	> 250 < 350	> 850 < 1200
	1.6	Alloy steel, Hardened and tempered steel	> 350	> 1200 < 1620
	1.7	Alloy steel, Heat treated	49-55HRC	> 1620
	1.8	Alloy steel, Hardened & Wear resistant steel	55-63HRC	> 1980
2. Stainless Steel	2.1	Free machining, Stainless Steel	< 250	< 850
	2.2	Austenitic,	< 320	< 1100
	2.3	Ferritic + Austenitic, Ferritic, Martensitic	< 300	< 1000
	2.4	Precipitation hardened	>320 <410	>1100 <1400
3. Cast Iron	3.1	Lamellar graphite	< 150	> 500
	3.2	Lamellar graphite	> 150 <300	> 500 < 1000
	3.3	Nodular graphite, Malleable Cast Iron	< 200	< 700
	3.4	Nodular graphite, Malleable Cast Iron	> 200 < 300	> 700 < 1000
4. Titanium	4.1	Titanium, unalloyed	< 200	< 700
	4.2	Titanium, alloyed	< 270	< 900
	4.3	Titanium, alloyed	> 270 < 350	> 900 ≤ 1250
5. Nickel	5.1	Nickel, unalloyed	< 150	< 500
	5.2	Nickel, alloyed	< 270	> 900
	5.3	Nickel, alloyed	> 270 < 350	> 900 < 1200
6. Copper	6.1	Copper	< 100	< 350
	6.2	β-Brass, Bronze	< 200	< 700
	6.3	α-Brass	< 200	< 700
	6.4	High Strength Bronze	< 470	< 1500
7. Aluminium Magnesium	7.1	Al, Mg, unalloyed	< 100	< 350
	7.2	Al alloyed, Si < 0.5%	< 150	< 500
	7.3	Al alloyed, Si > 0.5% < 10%	< 120	< 400
	7.4	Al alloyed, Si > 10% Whisker reinforced. Al-alloys MG-alloys	< 120	< 400
8. Synthetic materials	8.1	Thermoplastics	---	---
	8.2	Thermosetting plastics	---	---
	8.3	Reinforced plastic materials	---	---
9. Hard material	9.1	Cermets (metals-ceramics)	< 550	< 1700
10. Graphite	10.1	Graphite	---	< 100

Deutsch			Härte	Zugfestigkeit
Anwendungsmaterialgruppen			HB	N/mm ²
1. Stahl	1.1	Magnetweicheisen	< 120	< 400
	1.2	Baustahl, Einsatzstahl	< 200	< 700
	1.3	Kohlenstoffstahl	< 250	< 850
	1.4	Legierter Stahl	< 250	< 850
	1.5	Legierter und vergüteter Stahl	> 250 < 350	> 850 < 1200
	1.6	Legierter und vergüteter Stahl	> 350	> 1200 < 1620
	1.7	Legierter gehärteter Stahl	49-55HRC	> 1620
	1.8	Legierter gehärteter Stahl	55-63HRC	> 1980
2. Rostfreier Stahl	2.1	Rostfreier Stahl, geschwefelt	< 250	< 850
	2.2	Austenitisch	< 320	< 1100
	2.3	Ferritisch+Austenitisch, Martensitisch	< 300	< 1000
	2.4	Vergüteter rostfreier Stahl	>320 <410	>1100 <1400
3. Gusseisen	3.1	Grauguss	< 150	> 500
	3.2	Vergüteter Grauguss	> 150 <300	> 500 < 1000
	3.3	Kugelgraphitguss, Temperguss	< 200	< 700
	3.4	Kugelgraphitguss, Temperguss	> 200 < 300	> 700 < 1000
4. Titan	4.1	Reintitan	< 200	< 700
	4.2	Titan-Legierungen	< 270	< 900
	4.3	Titan-Legierungen	> 270 < 350	> 900 ≤ 1250
5. Nickel	5.1	Reinnickel	< 150	< 500
	5.2	Nickel-Legierungen	< 270	> 900
	5.3	Nickel-Legierungen	> 270 < 350	> 900 < 1200
6. Kupfer	6.1	Kupfer	< 100	< 350
	6.2	Kurzspanendes Messing, Bronze	< 200	< 700
	6.3	Langspanendes Messing	< 200	< 700
	6.4	Cu-Al-Fe-Legierung, (Ampco)	< 470	< 1500
7. Aluminium Magnesium	7.1	Al, Mg, unlegiert	< 100	< 350
	7.2	Al legiert, Si<0.5%	< 150	< 500
	7.3	Al legiert, Si>0.5%<10%	< 120	< 400
	7.4	Al legiert, Si>10% Whisker verstärkte Al-Legierung, Mg-Legierung	< 120	< 400
8. Kunststoffe	8.1	Thermoplaste	---	---
	8.2	Duroplaste	---	---
	8.3	Faserverstärkte Kunststoffe	---	---
9. Hartstoffe	9.1	Cermets (Metallkeramik)	< 550	< 1700
10. Graphit	10.1	Graphit	---	< 100

Nederlands			Hardheid	Treksterkte
Applicatie Materiaalgroepen (AMG)			HB	N/mm²
1. Staal	1.1	Automatenstaal, zachtstaal	< 120	< 400
	1.2	Constructiestaal, inzetstaal	< 200	< 700
	1.3	Koolstofstaal	< 250	< 850
	1.4	Gelegeerd staal	< 250	< 850
	1.5	Gelegeerd staal, gehard en ontlaten staal	> 250 < 350	> 850 < 1200
	1.6	Gelegeerd staal, gehard en ontlaten staal	> 350	> 1200 < 1620
	1.7	Gelegeerd staal, gehard	49-55HRC	> 1620
	1.8	Gelegeerd staal, gehard	55-63HRC	> 1980
2. Roestvast -staal	2.1	Roestvast automatenstaal	< 250	< 850
	2.2	Austenietisch	< 320	< 1100
	2.3	Ferrietisch+Austenietisch, Martensietisch	< 300	< 1000
	2.4	Precipitatiehardend roestvast staal	>320 <410	>1100 <1400
3. Gietijzer	3.1	Gietijzer Lamellair	< 150	> 500
	3.2	Gietijzer Lamellair	> 150 <300	> 500 < 1000
	3.3	Nodulair gietijzer / Smeedbaar gietijzer	< 200	< 700
	3.4	Nodulair gietijzer / Smeedbaar gietijzer	> 200 < 300	> 700 < 1000
4. Titaan	4.1	Titaan, ongelegeerd	< 200	< 700
	4.2	Titaan, gelegeerd	< 270	< 900
	4.3	Titaan, gelegeerd	> 270 < 350	> 900 ≤ 1250
5. Nikkel	5.1	Nikkel, ongelegeerd	< 150	< 500
	5.2	Nikkel, gelegeerd	< 270	> 900
	5.3	Nikkel, gelegeerd	> 270 < 350	> 900 < 1200
6. Koper	6.1	Koper	< 100	< 350
	6.2	β-Messing, brons	< 200	< 700
	6.3	α-Messing	< 200	< 700
	6.4	Extra-sterk brons	< 470	< 1500
7. Aluminium Magnesium	7.1	Al, Mg, ongelegeerd	< 100	< 350
	7.2	Al gelegeerd, Si < 0.5%	< 150	< 500
	7.3	Al gelegeerd, Si > 0.5% < 10%	< 120	< 400
	7.4	Al gelegeerd, Si>10% whisker versterkt Al-legeringen, Mg-legeringen	< 120	< 400
8. Kunststof	8.1	Thermoplasten	---	---
	8.2	Duraplasten	---	---
	8.3	Versterkte kunststofmaterialen	---	---
9. Cermets	9.1	Cermets (metal-ceramics)	< 550	< 1700
10. Grafiet	10.1	Standaard Grafiet	---	< 100

Français			Dureté	Résistance à la traction
Groupes d'application Matière			HB	N/mm²
1. Acier	1.1	Acier doux magnétique	< 120	< 400
	1.2	Acier de construction, Acier de cémentation	< 200	< 700
	1.3	Acier au carbone ordinaire	< 250	< 850
	1.4	Acier allié	< 250	< 850
	1.5	Acier allié/ Acier trempé et revenu	> 250 < 350	> 850 < 1200
	1.6	Acier allié/ Acier trempé et revenu	> 350	> 1200 < 1620
	1.7	Acier allié trempé	49-55HRC	> 1620
	1.8	Acier allié trempé	55-63HRC	> 1980
2. Acier inoxydable	2.1	Acier inoxydable de décolletage	< 250	< 850
	2.2	Austénitique	< 320	< 1100
	2.3	Ferritique + Austénitique, Martensitique	< 300	< 1000
	2.4	Acier Inoxydable Trempé	>320 <410	>1100 <1400
3. Fonte	3.1	Graphite lamellaire	< 150	> 500
	3.2	Graphite lamellaire	> 150 <300	> 500 < 1000
	3.3	Graphite nodulaire/ Fonte malléable	< 200	< 700
	3.4	Graphite nodulaire/ Fonte malléable	> 200 < 300	> 700 < 1000
4. Titane	4.1	Titane, non-allié	< 200	< 700
	4.2	Titane, allié	< 270	< 900
	4.3	Titane, allié	> 270 < 350	> 900 ≤ 1250
5. Nickel	5.1	Nickel, non-allié	< 150	< 500
	5.2	Nickel, allié	< 270	> 900
	5.3	Nickel, allié	> 270 < 350	> 900 < 1200
6. Cuivre	6.1	Cuivre	< 100	< 350
	6.2	β-Laiton, Bronze	< 200	< 700
	6.3	α-Laiton	< 200	< 700
	6.4	Bronze, haute résistance	< 470	< 1500
7. Aluminium Magnésium	7.1	Al, Mg, non-allié	< 100	< 350
	7.2	Al allié, Si < 0.5%	< 150	< 500
	7.3	Al allié, Si > 0.5% < 10%	< 120	< 400
	7.4	Al allié, Si>10% Alliages d'Al ou Mg, céramique renforcée	< 120	< 400
8. Matières synthétiques	8.1	Thermoplastiques	---	---
	8.2	Plastiques thermodurcissables	---	---
	8.3	Plastiques renforcés	---	---
9. Matières dures	9.1	Cermets (céramiques métalliques)	< 550	< 1700
10. Graphite	10.1	Graphite standard	---	< 100

Español			Dureza	Resistencia a la tracción
Aplicación por grupo de material			HB	N/mm ²
1. Acero	1.1	Acero blando	< 120	< 400
	1.2	Acero de construcción/cementación	< 200	< 700
	1.3	Acero al carbono	< 250	< 850
	1.4	Acero aleado	< 250	< 850
	1.5	Acero aleado/temple y revenido	> 250 < 350	> 850 < 1200
	1.6	Acero aleado/temple y revenido	> 350	> 1200 < 1620
	1.7	Acero aleado cementado	49-55HRC	> 1620
	1.8	Acero aleado cementado	55-63HRC	> 1980
2. Acero inoxidable	2.1	Acero inoxidable fácil mecanizado	< 250	< 850
	2.2	Austenítico	< 320	< 1100
	2.3	Ferrítico, Ferr. + Aust., Marten	< 300	< 1000
	2.4	Acero Inoxidable Templado	>320 <410	>1100 <1400
3. Hierro Fundido	3.1	Con grafito laminar	< 150	> 500
	3.2	Con grafito laminar	> 150 <300	> 500 < 1000
	3.3	Con graf. laminar, fundic. maleable	< 200	< 700
	3.4	Con graf. laminar, fundic. maleable	> 200 < 300	> 700 < 1000
4. Titanio	4.1	Titanio no aleado	< 200	< 700
	4.2	Titanio aleado	< 270	< 900
	4.3	Titanio aleado	> 270 < 350	> 900 ≤ 1250
5. Nickel	5.1	Níquel no aleado	< 150	< 500
	5.2	Níquel aleado	< 270	> 900
	5.3	Níquel aleado	> 270 < 350	> 900 < 1200
6. Cobre	6.1	Cobre	< 100	< 350
	6.2	β-Latón, bronce	< 200	< 700
	6.3	α-Latón	< 200	< 700
	6.4	Metal AMPCO	< 470	< 1500
7. Aluminio Magnesio	7.1	Al, Mg, no aleado	< 100	< 350
	7.2	Al aleado con Si < 0.5%	< 150	< 500
	7.3	Al aleado con Si > 0.5% < 10%	< 120	< 400
	7.4	Al aleado, Si>10% Reforzado por filamentos Al-aleados, Mg-aleados	< 120	< 400
8. Materiales Sintéticos	8.1	Termoplásticos	---	---
	8.2	Plásticos endurecidos por calor	---	---
	8.3	Materiales plásticos reforzados	---	---
9. Materiales duros	9.1	Cermetales (metales-cerámicas)	< 550	< 1700
10. Grafito	10.1	Grafito standard	---	< 100

Português			Dureza	Resistência à força de tracção
Grupos de Materiais (AMG)			HB	N/mm ²
1. Aço	1.1	Aço macio magnético	< 120	< 400
	1.2	Aço estrutural, Aço cementado	< 200	< 700
	1.3	Aço-carbono	< 250	< 850
	1.4	Aço de liga	< 250	< 850
	1.5	Aço de liga, Aço temperado	> 250 < 350	> 850 < 1200
	1.6	Aço de liga, Aço temperado	> 350	> 1200 < 1620
	1.7	Aço de liga temperado	49-55HRC	> 1620
	1.8	Aço de liga temperado	55-63HRC	> 1980
2. Aço inoxidável	2.1	Aço inoxidável de maquinaria fácil	< 250	< 850
	2.2	Austenítico	< 320	< 1100
	2.3	Ferrítico + Austenítico + Martensítico	< 300	< 1000
	2.4		>320 <410	>1100 <1400
3. Ferro fundido	3.1	Grafito lamelar	< 150	> 500
	3.2	Grafito lamelar	> 150 <300	> 500 < 1000
	3.3	Grafito nodular/ Ferro fundido maleável	< 200	< 700
	3.4	Grafito nodular/ Ferro fundido maleável	> 200 < 300	> 700 < 1000
4. Titânio	4.1	Titânio, sem liga	< 200	< 700
	4.2	Titânio, com liga	< 270	< 900
	4.3	Titânio, com liga	> 270 < 350	> 900 ≤ 1250
5. Níquel	5.1	Níquel, sem liga	< 150	< 500
	5.2	Níquel, com liga	< 270	> 900
	5.3	Níquel, com liga	> 270 < 350	> 900 < 1200
6. Cobre	6.1	Cobre	< 100	< 350
	6.2	Latão beta, bronze	< 200	< 700
	6.3	Latão alfa	< 200	< 700
	6.4	Bronze de alta resistência	< 470	< 1500
7. Alumínio Magnésio	7.1	Al, Mg, sem liga	< 100	< 350
	7.2	Al com liga, Si<0.5%	< 150	< 500
	7.3	Al com liga, Si>0.5%<10%	< 120	< 400
	7.4	Al com liga, Si>10% reforçadas com monocristais filiformes, ligas de Al/Mg	< 120	< 400
8. Materiais sintéticos	8.1	Termoplásticos	---	---
	8.2	Plásticos termoduros	---	---
	8.3	Materiais plásticos reforçados	---	---
9. Materiais duros	9.1	Cermet (metalocerâmica)	< 550	< 1700
10. Grafito	10.1	Grafito standard	---	< 100

EXAMPLES OF WORKPIECE MATERIALS FROM DIFFERENT STANDARDS / BEISPIELE VON WERKSTÜCK-MATERIALIEN
VERSCHIEDENER STANDARDS / VOORBEELD VAN WERKSTUK MATERIAAL IN VERSCHILLENDE SPECIFICATIES /
EXEMPLES DE MATIERES A USINER SELON DIFFERENTES NORMES / EJEMPLOS DE MATERIALES DE LAS PIEZAS DE
TRABAJO EN DIFERENTES NORMAS / EXEMPLOS DE MATERIAIS DE PEÇAS A MAQUINAR

AMG	EN	W Nr.	DIN	BS	ISO
1.1		1.1015, 1.1013	Rfe60, Rfe100	230Mo7, 050A12	P
1.2	EN 10 025 – S235JRG2	1.1012, 1.1053, 1.7131	St37-2, 16MnCr5, St50-2	060A35, 080M40, 4360-50B	P
1.3	EN 10 025 – E295	1.1191, 1.0601	CK45, C60	080M46, 080A62	P
1.4	EN 10 083-1 – 42 CrMo 4 - EN 10 270-2	1.7225, 1.3505, 1.6582, 1.3247	42CrMo4, 100Cr6, 34CrNiMo6, S2-10-1-8	708M40/42, 817M40, 534A99, BM2, BT42	P
1.5	EN ISO 4957 – HS6-5-2 - EN-ISO 4957 – HS6-5-2-5	1.2510, 1.2713, 1.3247, 1.2080	100MnCrW12, 55NiCrMoV6, X210Cr12, S2-10-1-8	B01, BM2, BT42, 826 M40, 830M31	P
1.6	EN-ISO 4957 – HS2-9-1-8	1.2510, 1.2713, 1.3247, 1.2080	100MnCrW12, X210Cr12, S2-10-1-8	801, 826 M40, 830M31	P
1.7	EN-ISO 4957 – HS2-9-1-8	1.2510	100MnCrW4	BO1, BD3, BH13	H
1.8	EN-ISO 4957 – X40CrMoV5-1	1.3343, 1.2344	S6-5-2, GX40CrMoV5-1	BM2, BH13	H
2.1	EN 10 088-3 – X14CrMoS17	1.4305, 1.4104	X10CrNiS189, X12CrMoS17	303 S21, 416 S37	M
2.2	EN 10 088-2,0 -3 – 1.4301+AT	1.4301, 1.4541, 1.4571	X5CrNi189 X10CrNiMoTi1810	304 S15, 321 S17, 316 S, 320 S12	M
2.3	EN 10 088-3 – 1.4460	1.4460, 1.4512, 1.4582	XBCrNiMo275, X4CrNiMoN6257	317 S16, 316 S16	M
2.4	EN 1.4547	1.4547	X2CrNiMo20-18-6	HR41	M
3.1	EN 1561 – EN-JL1030	0.6010, 0.6040	GG10, GG40	Grade150, Grade 400	K
3.2	EN 1561 – EN-JL1050	0.6025, 0.6040	GG25, GG40	Grade200, Grade 400	K
3.3	EN 1561 – EN-JL2040	0.7040, 0.7070, 0.8145, 0.8045	GGG40, GGG70, GTS45-06, GTW45-07	420/12, P440/7, 700/2, 30g/72	K
3.4	EN 1561 – EN-JL2050	0.7040, 0.7070, 0.8145, 0.8045	GGG40, GGG70, GTS45-06, GTW45-07	420/12, P440/7, 700/2, 30g/72	K
4.1		3.7024LN	Ti99,8	TA1 to 9	S
4.2		3.7164LN, 3.7119LN	TiAl6V4, TiAl5Sn2	TA10 to 14, TA17	S
4.3		3.7164LN, 3.7174LN, 3.7184LN	TiAl6V4, TiAl6V5Sn2, TiAl4MoSn2	TA10 to 13, TA28	S
5.1		2.4060, 2.4066	Nickel 200, 270, Ni99,6	NA 11, NA12	S
5.2		2.4630LN, 2.4602, 2.4650LN	Nimonic 75, Monel 400, Hastelloy C, Inconel 600	HR203, 3027-76	S
5.3		2.4668LN, 2.4631LN, 2.6554LN	Inconel 718, Nimonic 80A, Waspaloy	HR8, HR401, 601	S
6.1	EN 1652 – CW004A	2.0060, 2.0070	E-Cu57, SE-Cu	C101	N
6.2	EN 1652 – CW612N	2.0380, 2.0360, 2.1030, 2.1080	CuZn39Pb2, CuZn40, CuSn8, CuSn6Zn	CZ120, CZ109,PB104	N
6.3	EN 1652 – CW508L	2.0321, 2.0260	CuZn37, CuZn28	CZ108,CZ106	N
6.4			Ampco 18, Ampco 25	AB1 type	N
7.1	EN 485-2 – EN AW-1070A	3.0255	Al99,5	LMO, 1 B (1050A)	N
7.2	EN 755-2 – EN AW-5005	3.1355, 3.3525	AlCuMg2, AlMg2Mn0,8	LM5, 10, 12, N4 (5251)	N
7.3	EN 1706 – EN AC-42000	3.2162.05, 3.2341.01	GD-AlSi8Cu, G-AlSi5Mg	LM2,4,16,18,21,22, , 24,25,26,27,L109	N
7.4	SS-EN 1706 – EN AC-47000	3.2581.01	G-AlSi18, G-AlSi12	LM6, 12,13, 20, 28, 29, 30	N
8.1				Polystyrene, Nylon, PVC Cellulose, Acetate & Nitrate	O
8.2				Ebonite, Tufnol, Bakelite	O
8.3				Kevlar, Printed Circuit boards	O
9,1				Ferrotic, Ferrotitanit	H
10.1					O

AMG	SS	USA	UNS	ISO
1.1	1160	Leaded Steels	G12120	P
1.2	1312, 1412, 1914	135, 30	G10100	P
1.3	1550, 2142, 2172	1024, 1060, 1061	G10600	P
1.4	1672-04, 2090, 2244-02, 2541-02	4140, A2, 4340, M42, M2	G41270, G41470, T30102, T11342	P
1.5	2244-04, 2541-03, 2550, 2722, 2723	01, L6, M42, D3, A2, M2, 4140, 8630	G86300, T30102' T11302, T30403, T11342	P
1.6	2244-05, 2541-05, , HARDOX 400	01, L6, M42, D3, 4140, 8130	T30403, G41400, J14047	P
1.7	HARDOX 500			H
1.8	2242 HARDOX 600			H
2.1	2301, 2312, 2314, 2346, 2380	303, 416, 430F	S30300, S41600, S43020	M
2.2	2310, 2333, 2337, 2343, 2353, 2377	304, 321, 316	S30400, S32100, S31600	M
2.3	2324, 2387, 2570	409, 430, 436	S40900, S4300, S43600	M
2.4	2378	17-4PH	S31254	M
3.1	0120, 0212, 0814	ASTM A48 class 20	F11401, F12801	K
3.2	0125, 0130, 0140, 0217	ASTM A48 class 40, STM A48 class 60	F12801, F14101	K
3.3	0219, 0717, 0727, 0732, 0852	ASTM A220 grade 40010, ASTM A602 grade M4504	F22830, F20001	K
3.4	0221, 0223, 0737, 0854	ASTM A220 grade 90001, ASTM A602 grade M8501	F26230, 20005	K
4.1	Ti99,8	ASTM B265 grade 1	R50250	S
4.2	TiAl6V4, TiAl5Sn2	AMS4928	R54790	S
4.3	TiAl6V5Sn2	AMS4928, AMS4971	R56400, R54790	S
5.1	Ni200, Ni270	Nickel 200, Nickel 230	N02200, N02230	S
5.2		Nimonic 75, Monel400, Hastelloy, Inconel600	N06075, N10002, N04400, N06600	S
5.3		Inconel 718, 625, Nimonic 80	N07718, N07080, N06625	S
6.1	5010	101	C10100, C1020	N
6.2	5168		C28000, C37710	N
6.3	5150		C2600, C27200	N
6.4	5238, JMT-20			N
7.1	4005	EC, 1060, 1100	A91060, A91100	N
7.2	4106, 4212	380, 520.0, 520.2, 2024, 6061	A03800, A05200, A92024	N
7.3	4244	319.0, 333.0, 319.1, 356.0	A03190, A03330, C35600	N
7.4	4260, 4261, 4262	4032, 222.1, A332.0	A94032, A02220, A13320	N
8.1		Polystyrene, Nylon, PVC		O
8.2		Bakelite		O
8.3		Kevlar		O
9,1				H
10.1				O

m/Min		5	8	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	150
Feet/Min		16	26	32	50	66	82	98	130	165	197	230	262	296	330	362	495
Ø		Vc ↔ RPM															
mm	inch																
1,00		1592	2546	3183	4775	6366	7958	9549	12732	15916	19099	22282	25465	28648	31831	35014	47747
1,50		1061	1698	2122	3183	4244	5305	6366	8488	10610	12732	14854	16977	19099	21221	23343	31831
2,00		796	1273	1592	2387	3183	3979	4775	6366	7958	9549	11141	12732	14324	15916	17507	23873
2,50		637	1019	1273	1910	2546	3183	3820	5093	6366	7639	8913	10186	11459	12732	14006	19099
3,00		531	849	1061	1592	2122	2653	3183	4244	5305	6366	7427	8488	9549	10610	11671	15916
3,18	1/8	500	801	1001	1501	2002	2502	3003	4004	5005	6006	7007	8008	9009	10010	11011	15015
3,50		455	728	909	1364	1819	2274	2728	3638	4547	5457	6366	7276	8185	9095	10004	13642
4,00		398	637	796	1194	1592	1989	2387	3183	3979	4775	5570	6366	7162	7958	8754	11937
4,50		354	566	707	1061	1415	1768	2122	2829	3537	4244	4951	5659	6366	7074	7781	10610
4,76	3/16	334	535	669	1003	1337	1672	2006	2675	3344	4012	4681	5350	6018	6687	7356	10031
5,00		318	509	637	955	1273	1592	1910	2546	3183	3820	4456	5093	5730	6366	7003	9549
6,00		265	424	531	796	1061	1326	1592	2122	2653	3183	3714	4244	4775	5305	5836	7958
6,35	1/4	251	401	501	752	1003	1253	1504	2005	2506	3008	3509	4010	4511	5013	5514	7519
7,00		227	364	455	682	909	1137	1364	1819	2274	2728	3183	3638	4093	4547	5002	6821
7,94	5/16	200	321	401	601	802	1002	1203	1604	2004	2405	2806	3207	3608	4009	4410	6013
8,00		199	318	398	597	796	995	1194	1592	1989	2387	2785	3183	3581	3979	4377	5968
9,00		177	283	354	531	707	884	1061	1415	1768	2122	2476	2829	3183	3537	3890	5305
9,53	3/8	167	267	334	501	668	835	1002	1336	1670	2004	2338	2672	3006	3340	3674	5010
10,00		159	255	318	477	637	796	955	1273	1592	1910	2228	2546	2865	3183	3501	4775
11,11	7/16	143	229	287	430	573	716	860	1146	1433	1719	2006	2292	2579	2865	3152	4298
12,00		133	212	265	398	531	663	796	1061	1326	1592	1857	2122	2387	2653	2918	3979
12,70	1/2	125	201	251	376	501	627	752	1003	1253	1504	1754	2005	2256	2506	2757	3760
14,00		114	182	227	341	455	568	682	909	1137	1364	1592	1819	2046	2274	2501	3410
14,29	9/16	111	178	223	334	446	557	668	891	1114	1337	1559	1782	2005	2228	2450	3341
15,00		106	170	212	318	424	531	637	849	1061	1273	1485	1698	1910	2122	2334	3183
15,88	5/8	100	160	200	301	401	501	601	802	1002	1203	1403	1604	1804	2004	2205	3007
16,00		99	159	199	298	398	497	597	796	995	1194	1393	1592	1790	1989	2188	2984
17,46	11/16	91	146	182	273	365	456	547	729	912	1094	1276	1458	1641	1823	2005	2735
18,00		88	141	177	265	354	442	531	707	884	1061	1238	1415	1592	1768	1945	2653
19,05	3/4	84	134	167	251	334	418	501	668	835	1003	1170	1337	1504	1671	1838	2506
20,00		80	127	159	239	318	398	477	637	796	955	1114	1273	1432	1592	1751	2387
24,00		66	106	133	199	265	332	398	531	663	796	928	1061	1194	1326	1459	1989
25,00		64	102	127	191	255	318	382	509	637	764	891	1019	1146	1273	1401	1910
27,00		59	94	118	177	236	295	354	472	589	707	825	943	1061	1179	1297	1768
30,00		53	85	106	159	212	265	318	424	531	637	743	849	955	1061	1167	1592
32,00		50	80	99	149	199	249	298	398	497	597	696	796	895	995	1094	1492
36,00		44	71	88	133	177	221	265	354	442	531	619	707	796	884	973	1326
40,00		40	64	80	119	159	199	239	318	398	477	557	637	716	796	875	1194
50,00		32	51	64	95	127	159	191	255	318	382	446	509	573	637	700	955

HV Vickers	HRC Rockwell	HB Brinell	Tensile Strength Newtons/ mm ²	Tons/ sq. in.
940	68			
900	67			
864	66			
829	65			
800	64			
773	63			
745	62			
720	61			
698	60			
675	59			
655	58		2200	142
650		618	2180	141
640		608	2145	139
639	57	607	2140	138
630		599	2105	136
620		589	2070	134
615	56	584	2050	133
610		580	2030	131
600		570	1995	129
596	55	567	1980	128
590		561	1955	126
580		551	1920	124
578	54	549	1910	124
570		542	1880	122
560	53	532	1845	119
550		523	1810	117
544	52	517	1790	116
540		513	1775	115
530		504	1740	113
527	51	501	1730	112
520		494	1700	110
514	50	488	1680	109
510		485	1665	108
500		475	1630	105
497	49	472	1620	105
490		466	1595	103
484	48	460	1570	102
480		456	1555	101
473	47	449	1530	99
470		447	1520	98
460		437	1485	96
458	46	435	1480	96
450		428	1455	94
446	45	424	1440	93
440		418	1420	92

HV Vickers	HRC Rockwell	HB Brinell	Tensile Strength Newtons/ mm ²	Tons/ sq. in.
434	44	413	1400	91
423	43	402	1360	88
413	42	393	1330	86
403	41	383	1300	84
392	40	372	1260	82
382	39	363	1230	80
373	38	354	1200	78
364	37	346	1170	76
355	36	337	1140	74
350		333	1125	73
345	35	328	1110	72
340		323	1095	71
336	34	319	1080	70
330		314	1060	69
327	33	311	1050	68
320		304	1030	67
317	32	301	1020	66
310	31	295	995	64
302	30	287	970	63
300		285	965	62
295		280	950	61
293	29	278	940	61
290		276	930	60
287	28	273	920	60
285		271	915	59
280	27	266	900	58
275		261	880	57
272	26	258	870	56
270		257	865	56
268	25	255	860	56
265		252	850	55
260	24	247	835	54
255	23	242	820	53
250	22	238	800	52
245		233	785	51
243	21	231	780	50
240		228	770	50
235		223	755	49
230		219	740	48
225		214	720	47
220		209	705	46
215		204	690	45
210		199	675	44
205		195	660	43
200		190	640	41

	Ø mm							
	> 1 ≤ 3	> 3 ≤ 6	> 6 ≤ 10	> 10 ≤ 18	> 18 ≤ 30	> 30 ≤ 50	> 50 ≤ 80	> 80 ≤ 120
e8	-14 / -28	-20 / -38	-25 / -47	-32 / -59	-40 / -73	-50 / -89	-60 / -106	-72 / -126
f6	-6 / -12	-10 / -18	-13 / -22	-16 / -27	-20 / -33	-25 / -41	-30 / -49	-36 / -58
f7	-6 / -16	-10 / -22	-13 / -28	-16 / -34	-20 / -41	-25 / -50	-30 / -60	-36 / -71
h6	0 / -6	0 / -8	0 / -9	0 / -11	0 / -13	0 / -16	0 / -19	0 / -22
h7	0 / -10	0 / -12	0 / -15	0 / -18	0 / -21	0 / -25	0 / -30	0 / -35
h8	0 / -14	0 / -18	0 / -22	0 / -27	0 / -33	0 / -39	0 / -46	0 / -54
h9	0 / -25	0 / -30	0 / -36	0 / -43	0 / -52	0 / -62	0 / -74	0 / -87
h10	0 / -40	0 / -48	0 / -58	0 / -70	0 / -84	0 / -100	0 / -120	0 / -140
h11	0 / -60	0 / -75	0 / -90	0 / -110	0 / -130	0 / -160	0 / -190	0 / -220
h12	0 / -100	0 / -120	0 / -150	0 / -180	0 / -210	0 / -250	0 / -300	0 / -350
k10	+40 / 0	+48 / 0	+58 / 0	+70 / 0	+84 / 0	+100 / 0	+120 / 0	+140 / 0
k12	+100 / 0	+120 / 0	+150 / 0	+180 / 0	+210 / 0	+250 / 0	+300 / 0	+350 / 0
m7	+2 / +12	+4 / +16	+6 / +21	+7 / +25	+8 / +29	+9 / +34	+11 / +41	+13 / +48
js14	+/- 125	+/- 150	+/- 180	+/- 215	+/- 260	+/- 310	+/- 370	+/- 435
js16	+/- 300	+/- 375	+/- 450	+/- 550	+/- 650	+/- 800	+/- 950	+/- 1100
H7	+10 / 0	+12 / 0	+15 / 0	+18 / 0	+21 / 0	+25 / 0	+30 / 0	+35 / 0
H8	+14 / 0	+18 / 0	+22 / 0	+27 / 0	+33 / 0	+39 / 0	+46 / 0	+54 / 0
H9	+25 / 0	+30 / 0	+36 / 0	+43 / 0	+52 / 0	+62 / 0	+74 / 0	+87 / 0
H12	+100 / 0	+120 / 0	+150 / 0	+180 / 0	+210 / 0	+250 / 0	+300 / 0	+350 / 0
P9	-6 / -31	-12 / -42	-15 / -51	-18 / -61	-22 / -74	-26 / -86	-32 / -106	-37 / -124

DRILLING

GENERAL HINTS ON DRILLING

1. Select the most appropriate drill for the application, bearing in mind the material to be machined, the capability of the machine tool and the coolant to be used.
2. Flexibility within the component and machine tool spindle can cause damage to the drill as well as the component and machine - ensure maximum stability at all times. This can be improved by selecting the shortest possible drill for the application.
3. Tool holding is an important aspect of the drilling operation and the drill cannot be allowed to slip or move in the tool holder.
4. The correct use of Morse Taper Shank drills relies on an efficient fit between the taper surfaces of the tool and the tool holder. The use of a soft-faced hammer should be used to drive the drill into the holder.
5. The use of suitable coolants and lubricants are recommended as required by the particular drilling operation. When using coolants and lubricants, ensure a copious supply, especially at the drill point.
6. Swarf evacuation whilst drilling is essential in ensuring the correct drilling procedure. Never allow the swarf to become stationary in the flute.
7. When regrinding a drill, always make sure that the correct point geometry is produced and that any wear has been removed.

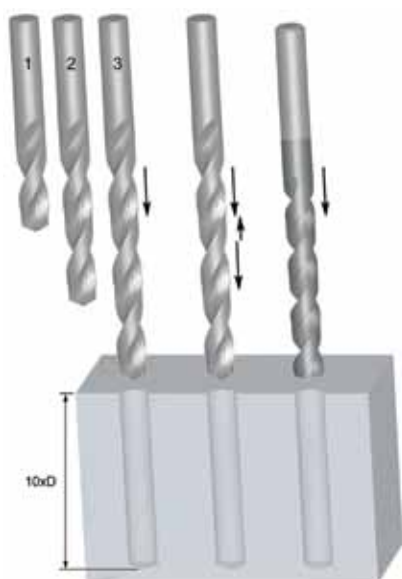
HOLE SIZE

As geometric, substrate and coating configurations become more advanced, the ability of a drill to produce a more accurate hole size increases. In general, a standard geometry tool will achieve a hole size to H12. However as the configuration of the drill becomes more complex the achievable hole size, under favourable conditions, can be as good as H8. To offer a better insight, listed below are the product types and their achievable hole tolerances:

- HSS General Purpose drills – H12
- HSS / HSS-E Parabolic Flute Deep Hole Drills – H10
- Solid Carbide High Performance coated – H8/H9

DEEP HOLE DRILLING STRATEGY

When drilling deep holes, several methods can be adopted to achieve the depth required. The example below shows four ways of drilling a hole with 10 x the diameter of the drill.



	Series Drilling	Series Drilling
No of drills	3 (2,5xD, 6xD, 10xD)	2 (2,5xD, 10xD)
Type of drill	Standard geometry, general purpose	Standard geometry, general purpose
+ / -	Expensive Time consuming	More cost effective Quick

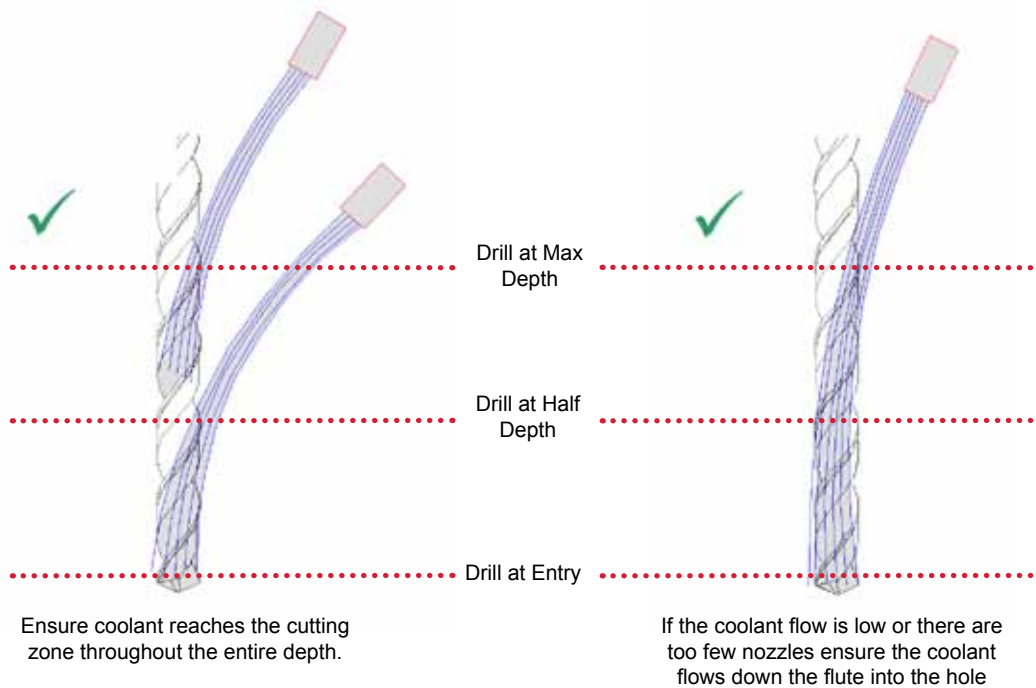
	Peck Drilling	Single Pass Drilling
No of drills	1 (10xD)	1 (10xD)
Type of drill	Standard geometry, general purpose	Purpose specific tools
+ / -	Time consuming	Cost effective Fast

INTERNAL COOLANT PRESSURE

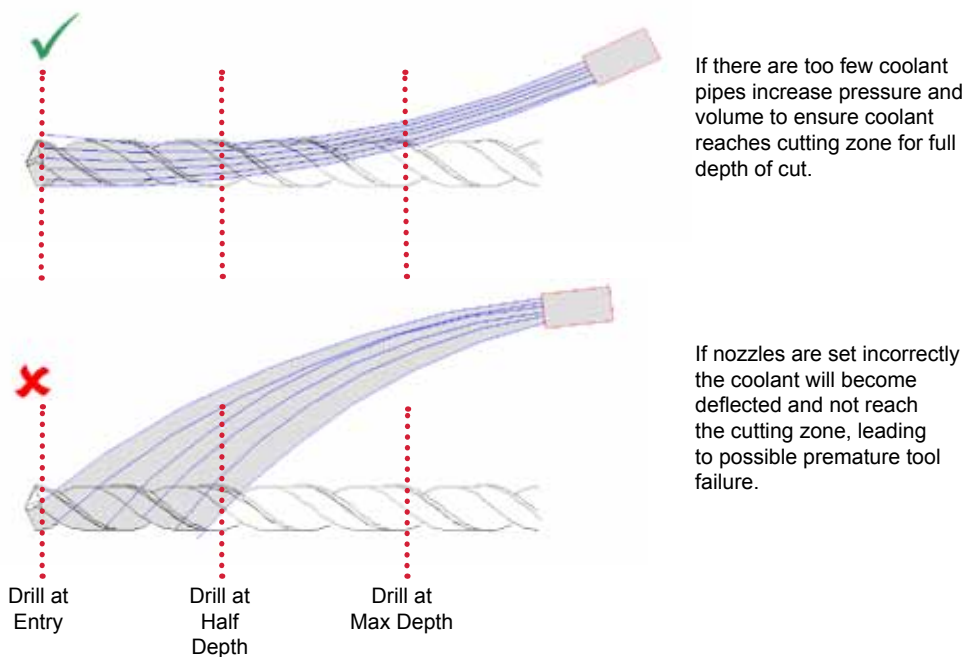
The use of through tool coolant is to maintain a copious coolant flow direct to the point of the drill, therefore reducing the amount of heat generated and consequently increasing tool life. High performance drills require an increase in coolant pressure as the coolant flow not only keeps the cutting area cool, it helps with the efficient evacuation of swarf at high penetration rates. In short, the higher the coolant pressure, the more efficient the cooling and swarf evacuation processes are. For high performance and increased productivity, the coolant pressure should be at a minimum 20 bar.

EXTERNAL COOLANT POSITIONING

Vertical Machining



Horizontal Machining



TROUBLE SHOOTING WHEN DRILLING

PROBLEM	CAUSE	REMEDY
Broken or twisted tangs	Bad fit between shank and socket	Ensure the shank and socket are clean and free from damage
Splitting of the web	Feed too high	Reduce feed to optimum rate
	Insufficient initial clearance	Regrind to correct specification
	Excessive web thinning	Regrind to correct specification
	Heavy impact at point of drill	Avoid impact at the point of drill. Take care with taper shank drills when inserting/ejecting from spindle
Worn outer corners	Excessive speed	Reduce speed to optimum - may be able to increase feed
Broken outer corners	Unstable component set up	Reduce movement in the component
Chipped cutting lips	Excessive initial clearance	Regrind to correct specification
Breakage at flute run out	Choking of flutes	Adopt a peck/series drilling concept
	Drill slipping	Ensure the drill is held securely in the chuck and spindle
Spiral finish in hole	Insufficient feed	Increase feed
	Bad positional accuracy	Use a spot drill before drilling
Hole size too large	Incorrect point geometry	Check point geometry
	Ineffective swarf clearance	Adjust speed, feed and peck length to achieve more manageable swarf

BOHREN

ALLGEMEINE HINWEISE ZUM BOHREN

1. Auswahl des geeignetsten Bohrers für die Anwendung, wobei zu bearbeitendes Material, die Eigenschaften des Zerspanungswerkzeuges und die Kühlung berücksichtigt werden müssen.
2. Instabilitäten des Werkstückes und der Werkzeugspindel können den Bohrer, das Werkstück und die Maschine beschädigen - auf maximale Stabilität sollte immer geachtet werden. Sie kann durch Nutzung des für die Anwendung geeigneten kürzesten Bohrers verbessert werden.
3. Werkzeugspannung ist ein wichtiger Aspekt beim Bohrvorgang. Der Bohrer darf sich keinesfalls im Werkzeughalter auf irgendeine Art bewegen.
4. Die Nutzung geeigneter Kühl- und Schmiermittel je nach Bohrvorgang ist empfehlenswert. Beim Einsatz von Kühl- und Schmiermitteln auf eine ausgiebige Zufuhr achten, besonders an der Bohrerspitze.
5. Der Spanabtransport beim Bohren ist entscheidend, um einen korrekten Bohrvorgang zu gewährleisten. Ein Spanstau in den Nuten muss vermieden werden.
6. Beim Nachschleifen eines Bohrers immer darauf achten, dass die korrekte Spitzengeometrie erzeugt und Verschleiß entfernt wurde.

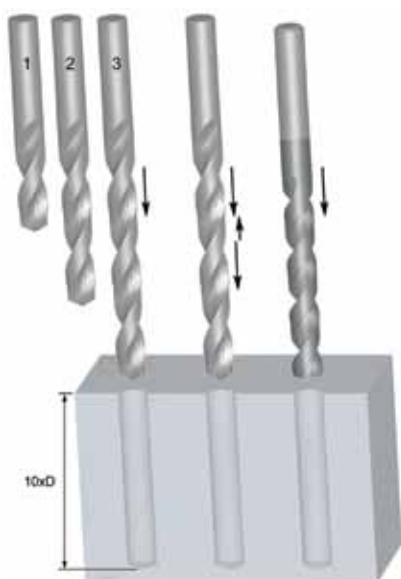
BOHRUNGSGRÖSSE

In dem Maße wie Geometrien, Trägermaterialien und Beschichtungen weiterentwickelt werden, erreicht man immer präzisere Bohrungsgrößen. Allgemein erreicht ein Werkzeug mit Standardgeometrie eine Bohrungsgröße bis H12. Für komplexere Bohrerkonfigurationen können unter günstigen Bedingungen H8-Bohrungstoleranzen realisiert werden. Für eine bessere Übersicht sind im folgenden die Produkttypen und ihre erreichbaren Bohrungsgrößen aufgelistet:

- HSS Standardbohrer – H12
- HSS / HSS-E Tieflochbohrer mit parabolischen Nuten – H10
- Beschichtete Hochleistungs VHM-Bohrer – H8/H9

STRATEGIE FÜR DAS TIEFLOCHBOHREN

Bei hohen Bohrtiefen kann die nötige Tiefe mit verschiedenen Methoden erreicht werden. Das folgende Beispiel zeigt vier Wege, eine Bohrung von 10xD Tiefe zu erzeugen.



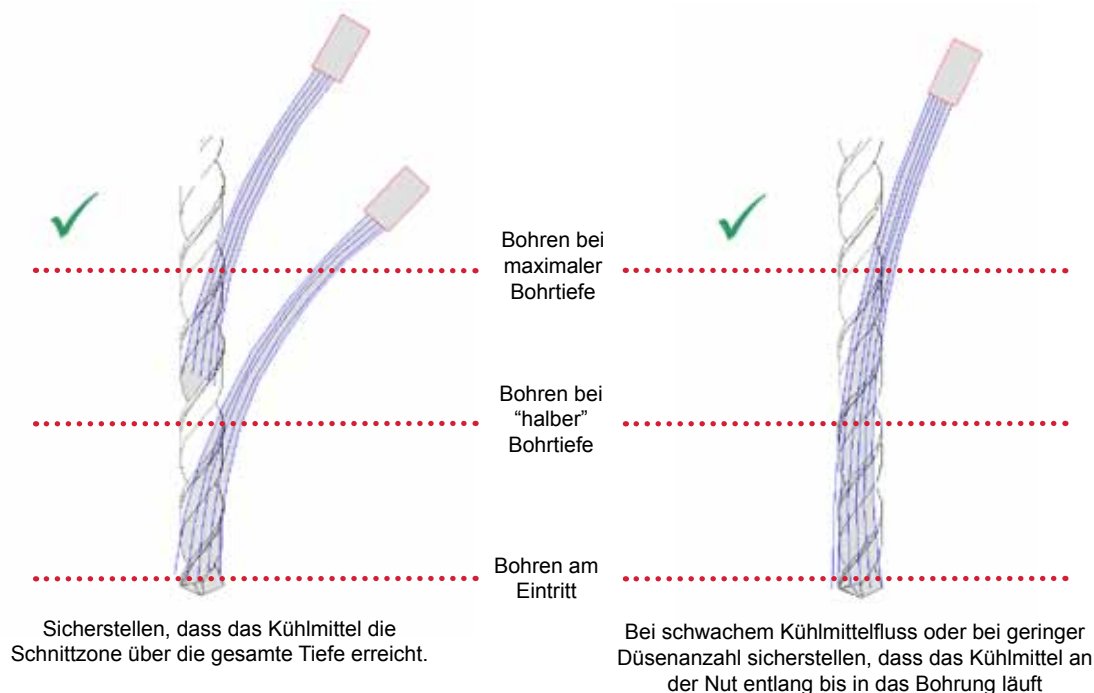
	Serienbohrung	Serienbohrung
Bohreranzahl	3 (2,5xD, 6xD, 10xD)	2 (2,5xD, 10xD)
Bohrertyp	Standardgeometrie, allgemeine Verwendung	Standardgeometrie, allgemeine Verwendung
+ / -	Teuer Zeitaufwendig	Kostengünstiger Schnell
	Bohren mit Entspannen	Bohren ohne Entspannen
Bohreranzahl	1 (10xD)	1 (10xD)
Bohrertyp	Standardgeometrie, allgemeine Verwendung	Anwendung spezifische Werkzeuge
+ / -	Zeitaufwendig	Kostengünstig Schnell

KÜHLMITTELDRUCK BEI INTERNER KÜHLMITTELZUFUHR

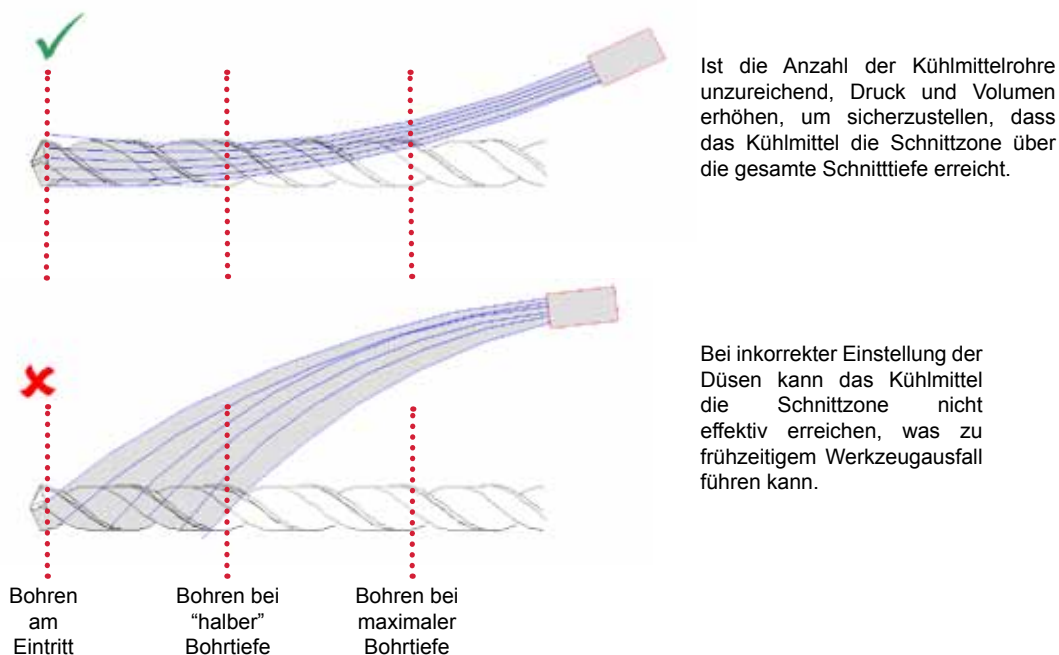
Der Einsatz von Werkzeugen mit interner Kühlmittelzufuhr ermöglicht eine ausgiebige Kühlmittelversorgung direkt bis zur Bohrspitze (Schnittzone). Dadurch wird die thermische Belastung verringert und die Standzeit erhöht. Hochleistungsbohrer benötigen einen höheren Kühlmitteldruck, da der Kühlmittelfluss nicht nur den Schnittbereich kühlt, sondern bei hohen Vorschubwerten und/oder Eindringtiefen auch die Spanabfuhr unterstützt. Kurz gesagt: Je höher der Kühlmitteldruck, desto effektiver sind Kühlung und Spanabfuhr. Für höchste Leistung und verbesserte Produktivität sollte der Kühlmitteldruck mindestens 20 bar betragen.

POSITIONIERUNG DER EXTERNEN KÜHLUNG

Vertikale Bearbeitung



Horizontale Bearbeitung



FEHLERSUCHE BEIM BOHREN

PROBLEM	URSACHE	ABHILFE
Abgebrochene oder verformte Mitnehmer	Schlechter Sitz zwischen Schaft und Spannmittel	Schaft und Spannmittel sauber und unbeschädigt halten
Riss im Kern	Vorschub zu hoch	Vorschub bis zum optimalen Wert verringern
	Zu wenig Hinterschliff	Nach korrekter Spezifikation nachschleifen
	Kernausspitzung zu stark	Nach korrekter Spezifikation nachschleifen
	Schlag auf die Querschneide	Schlag auf die Querschneide vermeiden. Kegelschaftbohrer vorsichtig in die Spindel einsetzen bzw. austreiben
Eckenverschleiß	Überhöhte Drehzahl	Drehzahl auf das Optimum verringern - möglicherweise Erhöhung des Vorschubs
Ausbruch der Außenkanten	Instabile Arbeitsverhältnisse	Spindelspiel beseitigen
Ausbruch der Schneidkanten	Zu viel Hinterschliff	Nach korrekter Spezifikation nachschleifen
Bruch des Schaftauslaufs	“Abwürgen” der Nuten	Entspanen bzw. Serienbohrung anwenden
	Abrutschen des Bohrers	Sicherstellen, dass der Bohrer sicher in Spannfutter und Spindel sitzt
Spiralenförmiger Abschluss im Kernloch	Vorschub zu gering	Vorschub erhöhen
	Schlechte Positionsgenauigkeit	Bohrung vorher anzentrieren
Bohrungstoleranz zu groß	Falsche Spitzengeometrie	Spitzengeometrie prüfen
	Spanabfuhr nicht effektiv	Drehzahl, Vorschub und Bohrtiefe anpassen, um besseren Spanfluss zu erhalten

BOREN

ALGEMENE TIPS VOOR BOREN

1. Kies het beste type boor voor uw bewerking. Daarbij dienen het te boren materiaal, de mogelijkheden van de machine en de koeling in ogenschouw genomen te worden.
2. Instabiliteit van werkstuk en machinespindel kan schade aan het gereedschap tot gevolg hebben. Creëer altijd een stabiele opspanning. Dit kan ook worden bevorderd door de keuze van een zo kort mogelijke boor.
3. De houder waarin de boor moet worden opgespannen moet van een goede kwaliteit zijn. Als de boor in de houder slipt en de voeding automatisch is kan de boor breken.
4. Gebruik de aanbevolen koel- en smeermiddelen om de levensduur van de boor te verlengen. Zorg ervoor dat voldoende koel- en smeermiddel bij de boorpunt komt.
5. Een goede spaanafvoer is van essentieel belang. Voorkom ten allen tijde dat spaan kan ophopen in de spiraalgroef.
6. Zorg bij het herslijpen van de boor dat de originele geometrie weer hersteld wordt en dat de boor voldoende geslepen wordt zodat alle slijtage weg is.

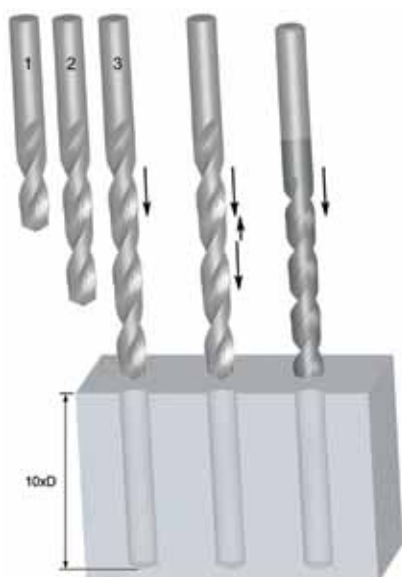
GATTOLERANTIE

Naarmate het gereedschapmateriaal, de geometrie en de oppervlakte coatings verbeteren, is het mogelijk steeds nauwkeuriger gaten te boren. Normaal kan een standaard boor een gat boren met een H12 tolerantie. Nu kan met de huidige applicatie gereedschappen, onder de juiste omstandigheden H8 gehaald worden. Gattoleranties welke in het algemeen haalbaar zijn:

- HSS standaard boren – H12
- HSS / HSS-E Parabolische spaangroef diepgatboren – H10
- Volhardmetaal high performance gecoat bijv. – H8/H9

BEWERKINGSSTRATEGIE VOOR DIEPGATBOREN

Voor het boren van diepe gaten kunnen verschillende methodes toegepast worden om de gewenste diepte te bereiken. Onderstaand voorbeeld geeft vier manieren om een gat van 10xD te boren.



	Meerdere boren	Meerdere boren
Aantal gebruikte boren	3 (2,5xD, 6xD, 10xD)	2 (2,5xD, 10xD)
Type boor	Standaard geometrie, algemeen gebruik	Standaard geometrie, algemeen gebruik
+ / -	Duur Tijdrovend	Goedkoper Snel

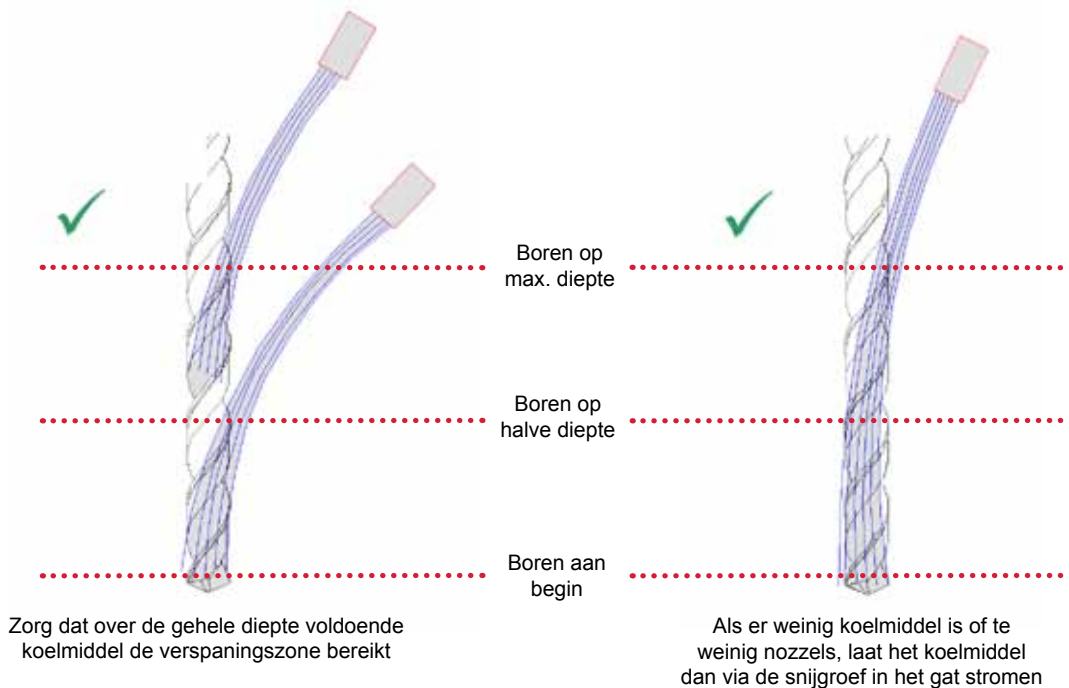
	Lossend boren	Zonder te lossen boren
Aantal gebruikte boren	1 (10xD)	1 (10xD)
Type boor	Standaard geometrie, algemeen gebruik	Toepassingsgerichte boren
+ / -	Tijdrovend	Goedkoopst Snelst

INWENDIGE KOELDRUK

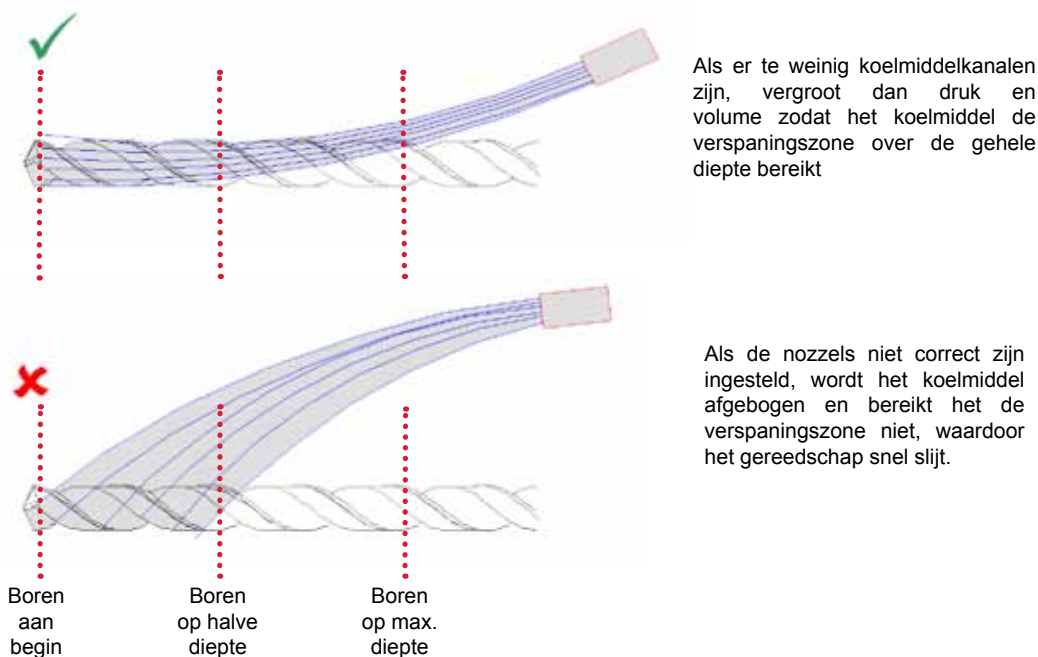
Het doel van de inwendige koeling is het verzorgen van koeling aan de punt van de boor, zodat de warmteontwikkeling gereduceerd wordt en de levensduur van de boor toeneemt. High performance boren vragen een hogere koeldruk omdat het koelmiddel niet alleen dient voor de koeling, maar ook helpt de spanen af te voeren bij hoge penetratiesnelheden. Kortom, hoe hoger de druk van het koelmiddel, hoe beter de koeling en de afvoer van spanen. Tevens dient de inwendige koeling voor de afvoer van de spanen en daarvoor is het noodzakelijk dat de druk van de inwendige koeling minimaal 20 bar bedraagt.

EXTERNE POSITIE KOELING

Verticale bewerking



Horizontale bewerking



PROBLEMEN EN OPLOSSINGEN BIJ BOREN

PROBLEEM	OORZAAK	OPLOSSING
Gebroken of gedraaide lip	Slecht contact tussen de morse conus en de spindel	Beschadigde spindel of morseconus
Gespleten over de ziel van de boor	Te hoge voeding	Reduceer de voeding naar de juiste waarde
	Onvoldoende vrijloop	Herslijp volgens specificatie
	Ziel te veel uitgedund	Herslijp volgens specificatie
	Punt van de boor hard gestoten	Voorkom het stoten van de boorpunt. Let op met het plaatsen en verwijderen van morseconus boren
Versleten hoeken van de snijkant (de neus)	Te hoge snijsnelheid	Reduceer de snijsnelheid naar een optimum – misschien kan de voeding verhoogt worden
Uitbreken van de hoeken van de snijkant	Onstabiliteit van het werkstuk	Verbeter de stabiliteit van het werkstuk
Afbrokkelen van de snijkant	Te grote vrijloop	Herslijp volgens specificatie
Breuk bij de uitloop van de spaangroef	Het vollopen van de spaangroef met spanen	Tijdig lossen of een diepgat boor toepassen
	De boor slijpt in de houder	Voorkom dat de boor kan slippen in de houder of spindel
Spiraal vormige vertekening in de wand van het gat	Onvoldoende voeding	Verhoog de voeding
	Slechte centreer werking van de boor	Gebruik een centreerboor om aan te centreren
Overmaat van het geboorde gat	Geen juiste puntgeometrie	Controleer of de boor juist herslepen is
	Onvoldoende spaanafvoer	Pas de snelheid, voeding of de diepte tussen het lossen aan om de spanen beter af te voeren

PERCAGE

RECOMMANDATIONS GENERALES POUR LE PERCAGE

1. Sélectionner le foret le plus approprié à l'application, en gardant en mémoire le matériau à usiner, la capacité de la machine outil et l'huile de coupe utilisée.
2. La flexibilité entre la pièce et l'axe de la machine peut abîmer le foret aussi bien que la pièce et la machine – il faut donc assurer un maximum de stabilité tout le temps. Ceci peut être amélioré en choisissant le foret le plus court possible pour l'application.
3. Le mandrin est un aspect important dans l'opération de perçage et le foret ne peut se permettre de casser ou de bouger du porte-outil.
4. Il est recommandé d'utiliser l'huile et les lubrifiants requis par l'opération de perçage. Lors de l'utilisation d'huiles ou de lubrifiants, il faut assurer un arrosage copieux, spécialement à la pointe du foret.
5. L'évacuation des copeaux durant le perçage est essentielle pour assurer une bonne opération de perçage. Ne jamais permettre aux copeaux de rester dans la goujure.
6. Lors du réaffûtage d'un foret, il faut toujours être sûr que la géométrie de pointe correcte est produite et que toute usure a été éliminée.

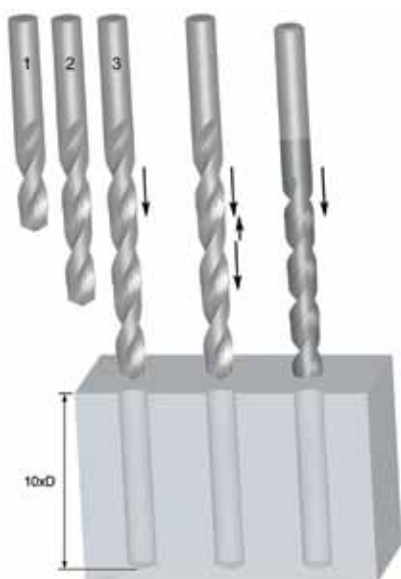
DIMENSION DE TROU

Plus les configurations de géométrie, de substrat et de revêtement sont avancées, plus la capacité d'un foret à produire un trou précis augmente. En général, un outil à géométrie standard produira un trou d'une tolérance H12. Cependant, étant donné que la configuration du foret devient plus complexe la dimension du trou fini, dans des conditions favorables, peut se rapprocher de la tolérance H8. Pour offrir une plus grande précision, les types de produits et la tolérance des trous qu'ils réalisent sont listés ci-dessous :

- Forets HSS d'utilisation générale – H12
- Forets à goujure parabolique HSS / HSS-E pour trous profonds – H10
- Forets avec revêtement en carbure monobloc hautes performances – H8/H9

STRATEGIE DE PERCAGE DE TROUS PROFONDS

Lors du perçage de trous profonds, il est possible d'utiliser différentes méthodes. L'exemple ci-dessous nous montre quatre possibilités de perçage de trous de 10 x le diamètre.



	Percage en Serie	Percage en Serie
No de forets	3 (2,5xD, 6xD, 10xD)	2 (2,5xD, 10xD)
Type de forets	Géométrie standard, utilisation générale	Géométrie standard, utilisation générale
+ / -	Coûteux Long	Plus rentable Rapide

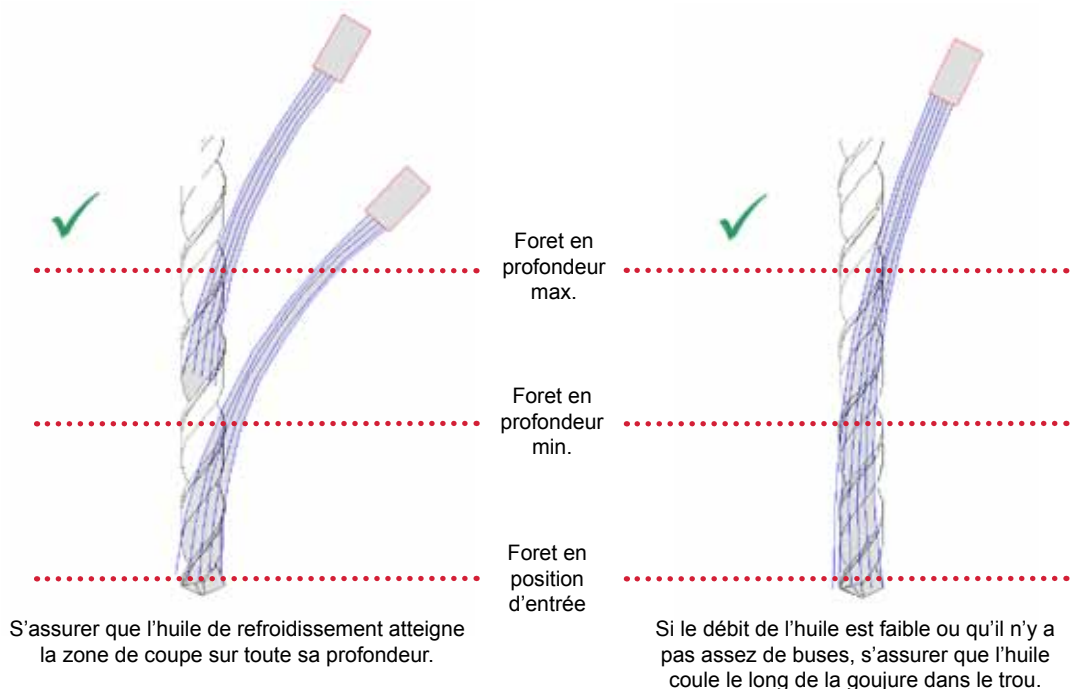
	Perçage en plusieurs passes	Perçage en une seule passe
No de forets	1 (10xD)	1 (10xD)
Type de forets	Géométrie standard, utilisation générale	Outils d'utilisation spécifique
+ / -	Long	Rentable Rapide

PRESSIION DE REFROIDISSEMENT INTERNE

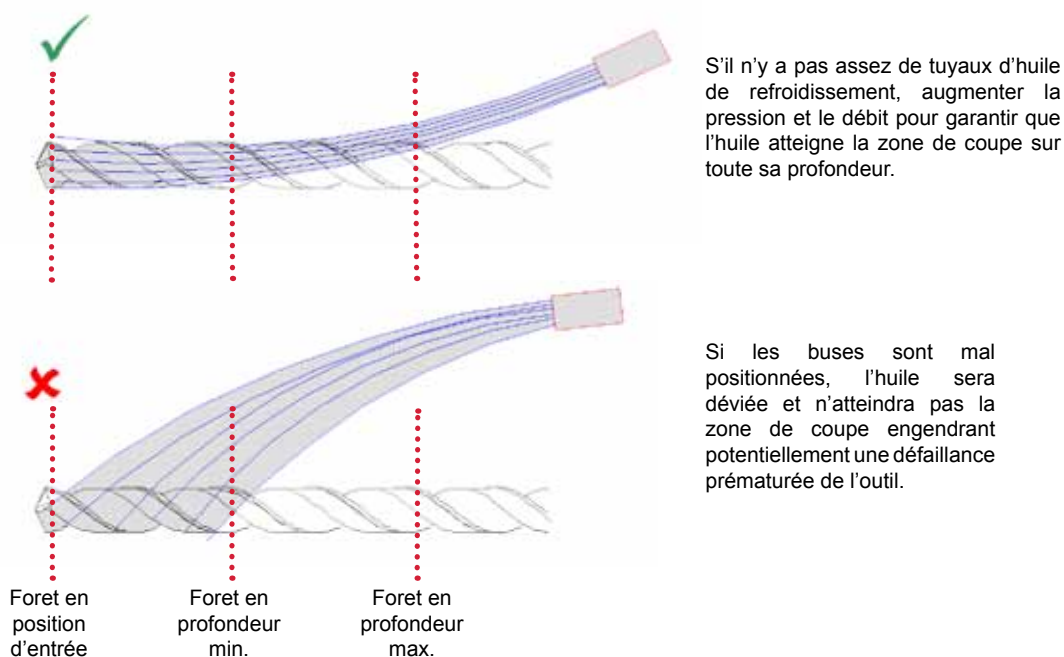
On utilise des outils à trou d'huile pour maintenir un flux d'huile copieux directement sur la pointe du foret, réduisant ainsi la chaleur générée et augmentant la durée de vie de l'outil. Les forets haute performance nécessitent une pression d'huile plus grande étant donné que le flux d'huile ne sert pas uniquement à refroidir la zone de coupe, mais il permet aussi d'avoir une bonne évacuation de copeaux à des taux de pénétration élevés. En quelques mots, plus la pression d'huile est forte, plus le refroidissement est efficace et mieux les copeaux s'évacuent. Pour une productivité plus performante et accrue, la pression d'huile devrait être au minimum de 20 bars.

POSITIONNEMENT EXTERNE DE L'HUILE DE REFROIDISSEMENT

Usinage vertical



Usinage horizontal



INTERRUPTIONS LORS DU PERÇAGE

PROBLÈME	CAUSE	REMÈDE
Tenon cassé ou tordu	Mauvais contact entre la queue et le porte-outil	S'assurer du bon état de la queue et du porte-outil
Casse de l'âme	Avance trop élevée	Réduire l'avance à un taux optimum
	Dépouille initiale insuffisante	Réaffûter selon les spécifications correctes
	Amincissement de l'âme excessif	Réaffûter selon les spécifications correctes
	Lourd impact au niveau de la pointe du foret	Eviter tout impact au niveau de la pointe du foret. Faire attention lors de la mise en place ou de l'éjection des forets queue cône morse de l'axe
Usure des angles extérieurs	Vitesse excessive	Réduire la vitesse – peut-être augmenter l'avance
Casse des angles extérieurs	Pièce à usiner instable	Réduire le jeu de la pièce
Eclat des lèvres de coupe	Dépouille initiale excessive	Réaffûter selon les spécifications correctes
Casse de la goujure	Choc sur les goujures	Adopter un concept de perçage en plusieurs passes/ en série
	Glisse du foret	S'assurer que le foret est bien maintenu dans le mandrin et dans l'axe
Finition en spiral dans le trou	Avance insuffisante	Augmenter la vitesse de coupe
	Manque de précision dans le positionnement	Utiliser un foret de pré-perçage avant le perçage
Trou trop grand	Géométrie de pointe incorrecte	Vérifier la géométrie de pointe
	Mauvaise évacuation des copeaux	Ajuster la vitesse, l'avance et la longueur des passes pour obtenir une meilleure fragmentation des copeaux

TALADRADO

INSTRUCCIONES GENERALES PARA EL TALADRADO

1. Seleccione la broca más apropiada para la aplicación, en función del material que se debe mecanizar, la capacidad de la máquina herramienta y el refrigerante que se va a utilizar.
2. La falta de rigidez del componente y del husillo de la máquina herramienta puede ocasionar daños en la broca, además de en el componente y en la máquina. Deberá garantizarse por tanto la máxima estabilidad en todo momento. Dicha estabilidad puede mejorarse seleccionando la broca más corta posible para la aplicación.
3. La sujeción de la herramienta es un aspecto importante en la operación de taladrar y no se puede permitir que la broca resbale o que se mueva en el portaherramientas.
4. El uso de refrigerantes y lubricantes adecuados se recomienda en función de la operación específica de taladrado. Cuando utilice refrigerantes y lubricantes, asegure un suministro abundante, especialmente en la punta de la broca.
5. La evacuación de la viruta durante el taladrado es esencial para garantizar un correcto procedimiento del taladrado. No permita que las estrías de la broca se atasquen de virutas.
6. Al reafilarse la broca, cerciórese de que se ha eliminado todo el desgaste y de que se produce la geometría de punta correcta.

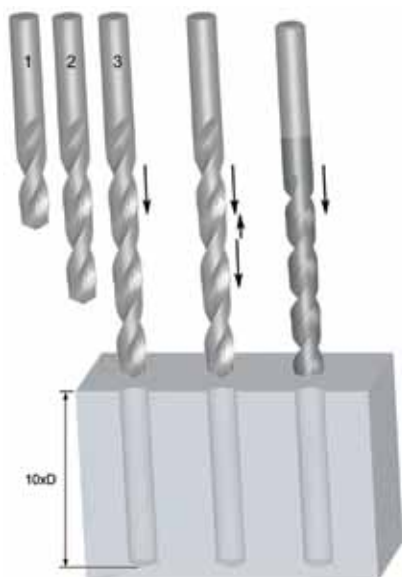
TAMAÑO DEL AGUJERO

A medida que aumenta la complejidad de las configuraciones de geometría, sustrato y recubrimiento, aumenta también la capacidad de la broca para producir tamaños de agujero más precisos. En general, una herramienta con geometría estándar logrará, como máximo, un tamaño de agujero H12. Sin embargo, a medida que la configuración de la broca se hace más compleja, el tamaño del agujero puede llegar, en condiciones favorables, hasta una tolerancia H8. A continuación se muestran las tolerancias de agujero que se puede lograr para cada tipo de brocas:

- Brocas HSS para aplicaciones generales – H12
- Brocas HSS/HSS-E con estrías parabólicas para agujeros profundos – H10
- Metal duro con recubrimiento de alto rendimiento – H8/H9

ESTRATEGIA DE TALADRADO DE AGUJEROS PROFUNDOS

Al taladrar agujeros profundos, pueden adoptarse varios métodos para lograr la profundidad requerida. En el ejemplo se muestran cuatro formas de taladrar un agujero con una profundidad de 10 veces el diámetro de la broca.



	Taladro en series	Series Drilling
Número de brocas	3 (2,5 xD, 6 xD, 10 xD)	2 (2,5 xD, 10 xD)
Tipo de broca	Geometría estándar, aplicaciones generales	Geometría estándar, aplicaciones generales
+ / -	Caro Largo	Más rentable Rápido

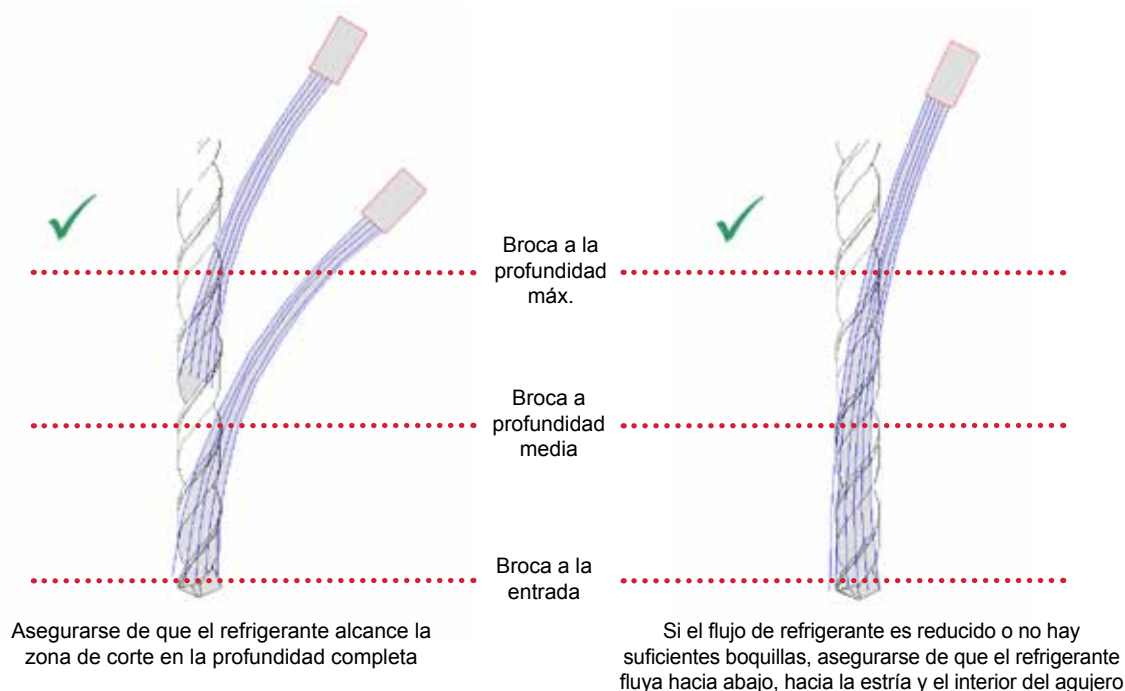
	Taladro con desahogo (misma broca)	Taladro en 1 paso
Número de brocas	1 (10 xD)	1 (10 xD)
Tipo de broca	Geometría estándar, aplicaciones generales	Herramientas específicas
+ / -	Largo	Rentable Rápido

PRESIÓN DEL REFRIGERANTE INTERNO

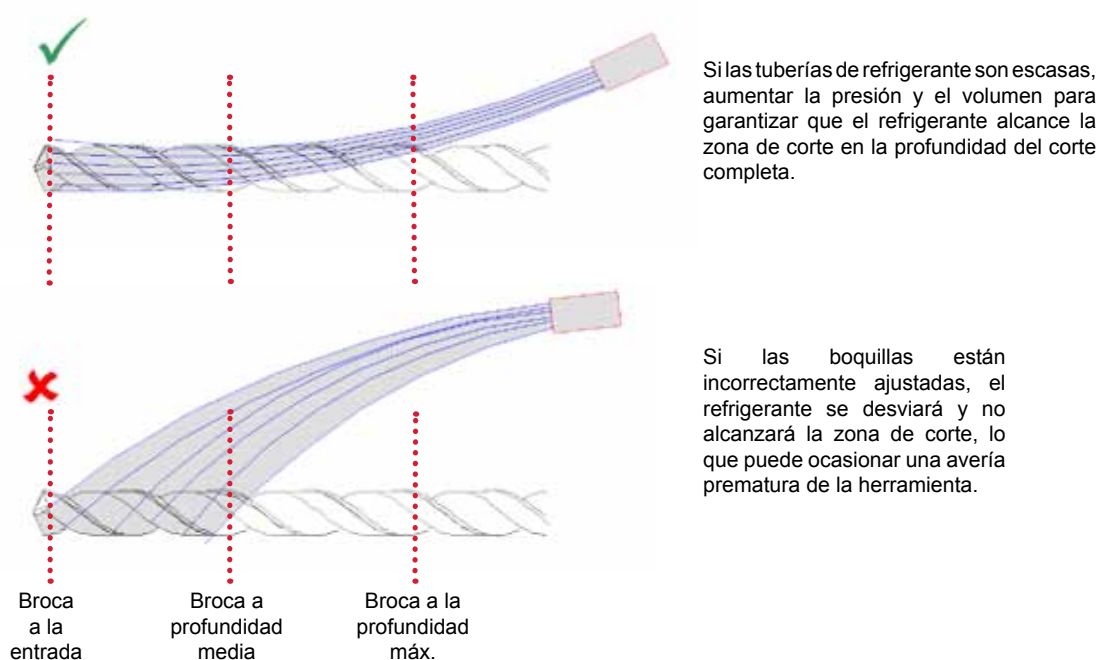
La utilización de refrigeración interior en las herramientas proporciona un flujo de refrigerante abundante dirigido hacia la punta de la broca, lo que reduce la generación de calor y, como consecuencia, prolonga la vida útil de la herramienta. Las brocas de alto rendimiento requieren un incremento de la presión de refrigeración, ya que el refrigerante que fluye no sólo conserva el área de corte refrigerada, sino que también ayuda a una eficiente evacuación de la viruta a altas velocidades de penetración. En resumen, cuanto mayor es la presión del refrigerante, más eficientes son los procesos de refrigeración y evacuación de la viruta. Para un alto rendimiento y un incremento de la productividad, la presión del refrigerante debe ser como mínimo de 20 bares.

POSICIONAMIENTO DEL REFRIGERANTE EXTERNO

Mecanizado vertical



Mecanizado horizontal



PROBLEMAS EN EL TALADRADO

PROBLEMA	CAUSA	REMEDIO
Rotura o torsión en la espiga	Malas condiciones entre el mango y el portaherramientas	Comprobar que el mango y el portaherramientas están limpios y no están dañados
Grietas en el alma de la herramienta	Avance demasiado alto	Reducir el avance a un valor óptimo
	Insuficiente holgura inicial	Reafilarse según las especificaciones correctas
	Alma excesivamente delgada	Reafilarse según las especificaciones correctas
	Duro impacto en la punta de la broca	Evitar impactos en la punta de la broca. Tener precaución con las brocas del mango cónico al introducirlas/expulsarlas del husillo
Desgaste en las esquinas exteriores	Excesiva velocidad	Reducir la velocidad al valor óptimo, debe poder incrementarse el avance
Rotura de las esquinas exteriores	Montaje de la herramienta inestable	Reducir el movimiento en el componente
Labios de corte astillados	Excesiva holgura inicial	Reafilarse según las especificaciones correctas
Rotura en la salida de la estría	Estrías atascadas	Adoptar un concepto de taladrado con desahogo/en serie
	Resbalamiento de la broca	Asegurar que la broca está bien sujeta en el portapinzas y el husillo
Acabado en espiral del agujero	Avance insuficiente	Incrementar el avance
	Exactitud del posicionamiento mala	Usar una broca de centrar antes del taladrado
Tamaño del agujero demasiado grande	Geometría de la punta incorrecta	Corregir la geometría de la punta
	Holgura de la viruta deficiente	Ajustar la velocidad y el avance y la longitud de desahogo para lograr una viruta más manejable

FURAÇÃO

SUGESTÕES GERAIS SOBRE FURAÇÃO

1. Escolha a broca mais adequada à aplicação, tendo em conta o material a ser maquinado, a capacidade da ferramenta mecânica e o refrigerante a ser utilizado.
2. A flexibilidade dentro do componente e eixo da ferramenta mecânica pode danificar a broca, bem como o componente e a máquina - assegurar, sempre, estabilidade máxima. Pode fazê-lo, seleccionando para a aplicação a broca mais curta possível.
3. O suporte da ferramenta é um aspecto importante da furação, sendo que a broca não pode escorregar ou deslocar-se do porta-ferramentas.
4. Recomenda-se a utilização de refrigerantes e lubrificantes adequados, conforme necessário para o processo de furação. Ao utilizar refrigerantes e lubrificantes, assegurar um fornecimento abundante, especialmente na ponta da broca.
5. A remoção das aparas durante a furação é essencial para garantir um procedimento correcto. Nunca deixar que se acumulem aparas no sulco.
6. Ao reafiar a broca, assegurar sempre a geometria correcta da ponta e a remoção de qualquer sinal de desgaste.

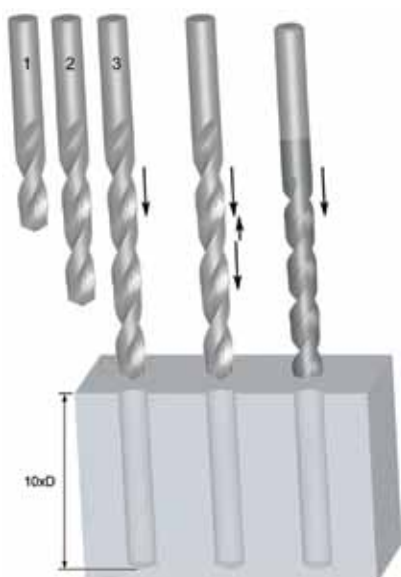
TAMANHO DO ORIFÍCIO

À medida que as configurações geométricas, substratas e de revestimento progridem, maior é a capacidade de a broca atingir um tamanho de orifício mais exacto. Em geral, uma ferramenta geométrica normalizada atingirá um tamanho de orifício até H12. Contudo, à medida que a configuração da broca se torna mais complexa, o tamanho atingido, sob condições favoráveis, será H8. Para uma melhor perspectiva, são apresentados abaixo os tipos de produto e respectivas tolerâncias de orifício alcançáveis:

- HSS Brocas para Fins Gerais – H12
- HSS/HSS-E Brocas para Orifícios Profundos com Sulco Parabólico – H10
- Alto Desempenho de Carboneto Sólido revestido – H8/H9

ESTRATÉGIA PARA ABERTURA DE ORIFÍCIOS PROFUNDOS

Para abrir orifícios profundos, podem ser adoptados vários métodos, de modo atingir a profundidade requerida. O exemplo a seguir apresenta quatro maneiras de abrir um orifício com 10 x o diâmetro da broca.



	Furação em Série	Furação em Série
N.º de brocas	3 (2,5xD, 6xD, 10xD)	2 (2,5xD, 10xD)
Tipo de broca	Geometria normalizada, fins gerais	Geometria normalizada, fins gerais
+ / -	Dispendiosa Lenta	Mais rentável Rápida

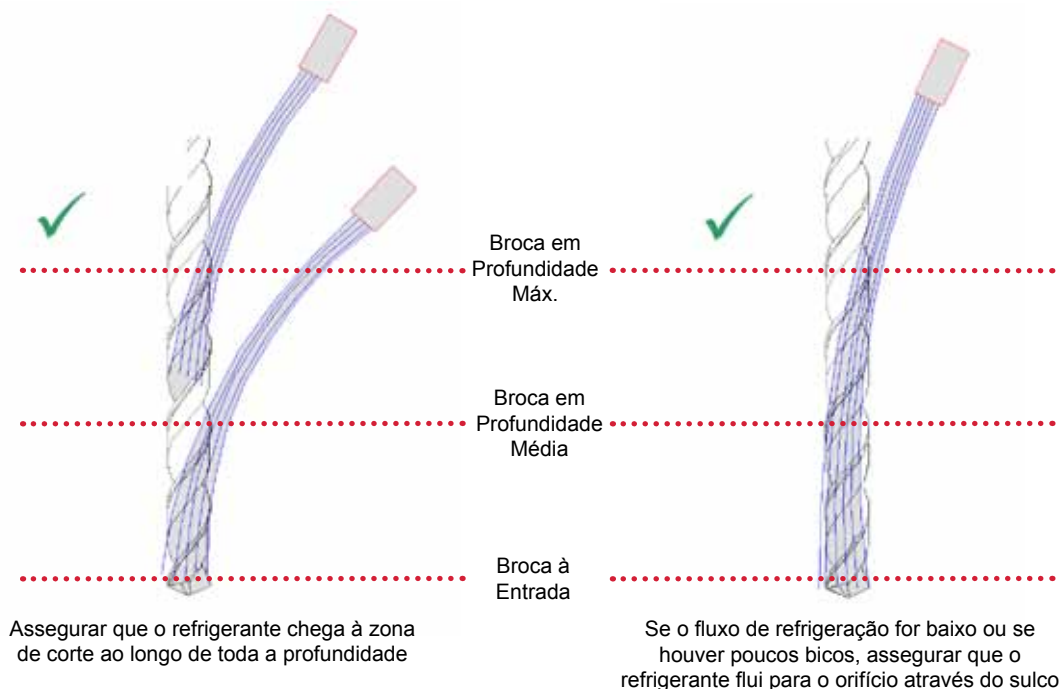
	Furação Intermitente	Furação de um Único Passo
N.º de brocas	1 (10xD)	1 (10xD)
Tipo de broca	Geometria normalizada, fins gerais	Ferramentas para usos específicos
+ / -	Lenta	Rentável Rápida

PRESSÃO INTERNA DO REFRIGERANTE

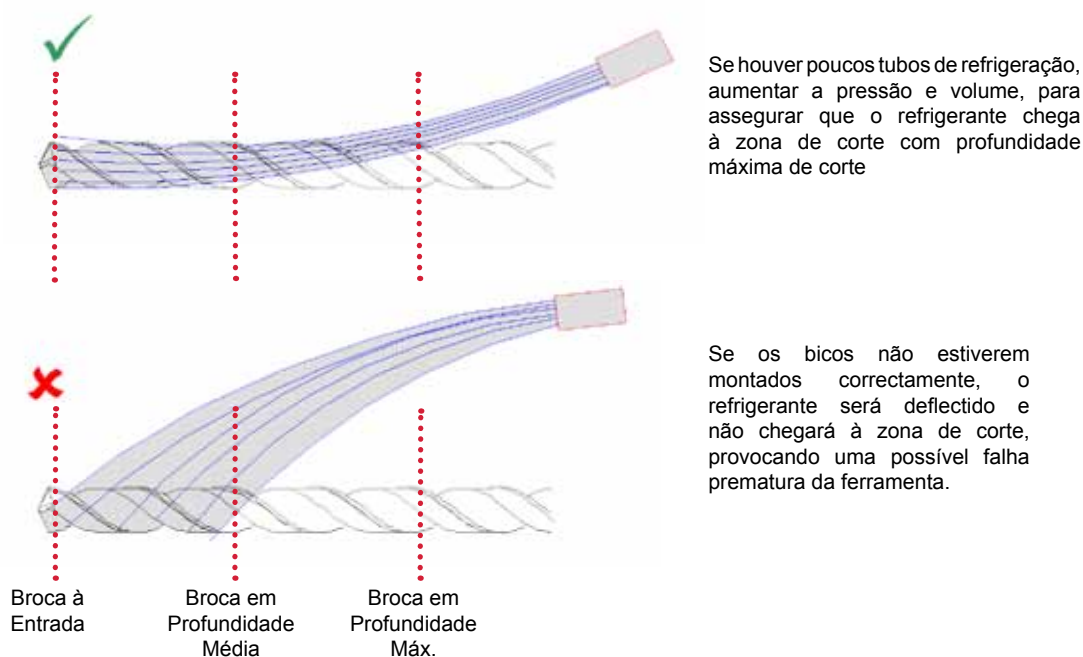
A utilização de sistemas de refrigeração de ferramentas por emulsão consiste em manter um fluxo abundante de refrigerante directamente na ponta da broca, reduzindo o calor gerado e aumentando, consequentemente, a vida da ferramenta. As brocas de alto desempenho requerem um aumento da pressão do refrigerante, já que o fluxo de refrigeração não só arrefece a área de corte, como contribui para a remoção eficaz das aparas em níveis elevados de penetração. Resumindo, quanto maior for a pressão de refrigeração, mais eficazes serão a refrigeração e remoção das aparas. Para obter uma produtividade acrescida e um alto desempenho, a pressão do refrigerante deve ser, no mínimo, de 20 bar.

POSICIONAMENTO DO REFRIGERANTE EXTERNO

Maquinagem vertical



Maquinagem Horizontal



RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DURANTE A FURAÇÃO

PROBLEMA	CAUSA	SOLUÇÃO
Patilhas quebradas ou torcidas	Má adequação da haste à anilha	Certificar-se de que a haste e a anilha estão limpas e sem danos
Divisão da alma da broca	Avanço demasiado elevado	Reduzir avanço a uma taxa óptima
	Folga inicial insuficiente	Rectificar para a especificação correcta
	Adelgaçamento excessivo da alma	Rectificar para a especificação correcta
	Forte impacto na ponta da broca	Evitar impacto na ponta da broca. Ter cuidado com as brocas de haste cónica ao inserir/ejectar do eixo
Esquinas de corte gastas	Velocidade excessiva	Reduzir a velocidade para óptima - poderá aumentar o avanço
Esquinas de corte quebradas	Montagem instável do componente	Reduzir o movimento no componente
Bordos de corte lascados	Folga inicial excessiva	Rectificar para a especificação correcta
Vazamento por ruptura no sulco	Afogamento de sulcos	Adoptar um conceito de furação por intermitente/em série
	Deslizamento da broca	Assegurar que a broca está bem apoiada no mandril porta-ferramentas e eixo
Acabamento no orifício em espiral	Avanço insuficiente	Aumentar avanço
	Má precisão posicional	Utilizar uma broca de marcação antes da furação
Tamanho do orifício demasiado grande	Geometria da ponta incorrecta	Verificar a geometria da ponta
	Remoção ineficaz das aparas	Ajustar velocidade, avanço e comprimento de furação, para obter aparas mais fáceis de remover

REAMING

GENERAL HINTS ON REAMING

To obtain the best results when using reamers it is essential to make them 'work'. It is a common fault to prepare holes for reaming with too little stock left in. If insufficient stock is left in the hole before reaming, then the reamer will rub, quickly show wear and will result in loss of diameter. It is equally important for performance not to leave too much stock in the hole. (See Stock Removal below).

1. Select the optimum type of reamer and the optimum speeds and feeds for the application. Ensure that pre-drilled holes are the correct diameter.
2. The workpiece must be held rigid and the machine spindle should have no play.
3. The chuck in which a straight shank reamer is held must be good quality. If the reamer slips in the chuck and the feed is automatic, breakage of the reamer may occur.
4. Keep tool overhang from machine spindle to a minimum.
5. Use recommended lubricants to enhance the life of the reamer and ensure the fluid reaches the cutting edges. As reaming is not a heavy cutting operation, soluble oil 40:1 dilution is normally satisfactory. Air blasting may be used with grey cast iron, if dry machining.
6. Do not allow the flutes of a reamer to become blocked with swarf.
7. Before the reamer is reground, check concentricity between centres. In most instances only the bevel lead will need regrinding.
8. Keep reamers sharp. Frequent regrinding is good economy, but it is important to understand that reamers cut only on the bevel and taper leads and not on the lands. Consequently only these leads need regrinding. Accuracy of regrinding is important to hole quality and tool life.

STOCK REMOVAL

The recommended stock removal in reaming is dependent on the application material and the surface finish of the pre-drilled hole. General guidelines for stock removal are shown in the following tables:

Size of reamed hole (mm)	When pre-drilled	When pre-core-drilled	Size of reamed hole (inches)	When pre-drilled	When pre-drilled
Below 4	0.1	0.1	Below 3/16	0.004	0.004
Over 4 to 11	0.2	0.15	3/16 to 1/2	0.008	0.006
Over 11 to 39	0.3	0.2	1/2 to 1 1/2	0.010	0.008
Over 39 to 50	0.4	0.3	1 1/2 to 2	0.016	0.010

TOLERANCE LIMITS



1. ON THE CUTTING DIAMETER OF STANDARD REAMERS

The diameter (d_1) is measured across the circular land immediately behind the bevel or taper lead. The tolerance is in accordance with DIN 1420 and is intended to produce H7 holes.

REAMER TOLERANCE			
Diameter (mm)		Tolerance Limit (mm)	
Over	Up to and including	High +	Low +
	3	0.008	0.004
3	6	0.010	0.005
6	10	0.012	0.006
10	18	0.015	0.008

REAMER TOLERANCE			
Diameter (mm)		Tolerance Limit (mm)	
Over	Up to and including	High +	Low +
18	30	0.017	0.009
30	50	0.021	0.012
50	80	0.025	0.014

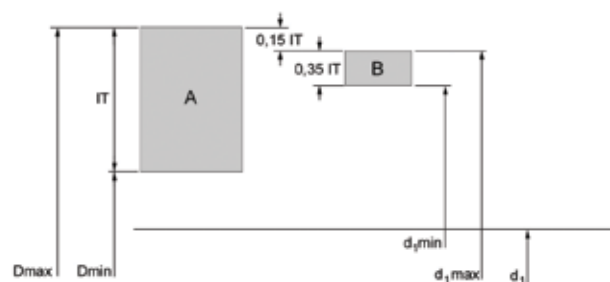
2. ON A H7 HOLE

The most common tolerance on a finished hole is H7 (see table below). For any other tolerance the figure and table beneath point 3 can be used to calculate the reamers tolerance location and width.

HOLE TOLERANCE			
Diameter (mm)		Tolerance Limit (mm)	
Over	Up to and including	High +	Low +
	3	0.010	0
3	6	0.012	0
6	10	0.015	0
10	18	0.018	0

HOLE TOLERANCE			
Diameter (mm)		Tolerance Limit (mm)	
Over	Up to and including	High +	Low +
18	30	0.021	0
30	50	0.025	0
50	80	0.030	0

3. When it is necessary to define the dimensions of a special reamer intended to cut to a specific tolerance, e.g. D8, this well proven guide can be used.



A = Hole Tolerance
B = Reamer Tolerance
IT = Tolerance Width
Dmax = Max Diameter of Hole
Dmin = Min Diameter of Hole
 d_1 = Nominal Diameter
 $d_{1,max}$ = Max Diameter of Reamer
 $d_{1,min}$ = Min Diameter of Reamer

Tolerance width (microns)	Diameter Tolerance Width (mm)							
	over 1 incl. 3	over 3 incl. 6	over 6 incl. 10	over 10 incl. 18	over 18 incl. 30	over 30 incl. 50	over 50 incl. 80	over 80 incl. 120
IT5	4	5	6	8	9	11	13	15
IT6	6	8	9	11	13	16	19	22
IT7	10	12	15	18	21	25	30	35
IT8	14	18	22	27	33	39	46	54
IT9	25	30	36	43	52	62	74	87
IT10	40	48	58	70	84	100	120	140
IT11	60	75	90	110	130	160	190	220
IT12	100	120	150	180	210	250	300	350

e.g. 10mm hole with tolerance D8, Max dia = 10.062, Min dia = 10.040, Hole tol (IT8) = 0.022

Maximum limit: $0.15 \times \text{hole tolerance (IT8)} = 0.0033$, rounded up = 0.004

Minimum limit: $0.35 \times \text{hole tolerance (IT8)} = 0.0077$, rounded up = 0.008

Maximum limit for reamer = $10.062 - 0.004 = 10.058$

Minimum limit for reamer = $10.058 - 0.008 = 10.050$

TROUBLE SHOOTING WHEN REAMING

PROBLEM	CAUSE	REMEDY
Broken or twisted tangs	Incorrect fit between shank and socket	Ensure the shank and socket are clean and free from damage
Rapid tool wear	Insufficient stock to remove	Increase the amount of stock to be removed
Oversize hole	Excessive lip height variation	Regrind to correct specification
	Displacement in the machine spindle	Repair and rectify spindle displacement
	Deflects on the tool holder	Replace tool holder
	Tool shank is damaged	Replace or regrind the shank
	Ovality of the tool	Replace or regrind the tool
	Asymmetric bevel lead angle	Regrind to correct specification
	Too high feed or cutting speed	Adjust cutting conditions in accordance with Catalogue
Undersize hole	Insufficient stock to remove	Increase the amount of stock to be removed
	Too much heat generated while reaming. The hole widens and shrinks	Increase coolant flow
	The tool diameter is worn and is undersize	Regrind to correct specification
	Too low feed or cutting speed	Adjust cutting conditions in accordance with the Catalogue
	Pre-drilled hole is too small	Decrease the amount of stock to be removed
Oval and conical holes	Displacement in the machine spindle	Repair and rectify spindle displacement
	Misalignment between tool and hole	Use a bridge reamer
	Asymmetric bevel lead angle	Regrind to correct specification
Bad hole finish	Excessive stock to remove	Decrease the amount of stock to be removed
	Worn out tool	Regrind to correct specification
	Too small cutting rake angle	Regrind to correct specification
	Too diluted emulsion or cutting oil	Increase % concentration
	Feed and/or speed too low	Adjust cutting conditions in accordance with Catalogue
	Cutting speed too high	Adjust cutting conditions in accordance with Catalogue
The tool clamps and breaks	Worn out tool	Regrind to correct specification
	Back taper of the tool is too small	Check and replace/modify the tool
	The width of the land is too wide	Check and replace/modify the tool
	Workpiece material tend to squeeze	Use an adjustable reamer to compensate for the displacement
	Pre-drilled hole is too small	Decrease the amount of stock to be removed
	Heterogeneous material with hard inclusions	Use solid carbide reamer

REIBEN

ALLGEMEINE HINWEISE ZUM REIBEN

Um die besten Ergebnisse bei der Benutzung von Reibahlen zu erzielen, ist es wichtig, dass sie zerspanen. Es ist ein typischer Fehler, die Bohrung, die gerieben werden soll, mit zu wenig Aufmaß vorzubereiten. Wenn vor dem Reiben zu wenig Material in der Bohrung verbleibt, wird die Reibahle anfangen zu schaben bzw. sehr schnell verschleifen, was zu einem geringeren Durchmesser führt. Es ist aber auch wichtig, nicht zu viel Material in der Bohrung zu belassen. (Siehe Materialabtragung weiter unten).

1. Den optimalen Reibahlen-Typ sowie die optimalen Drehzahlen und Vorschübe für die Anwendung auswählen. Die vorgebohrten Kernlöcher sollten den korrekten Durchmesser haben.
2. Das Werkstück muss fest eingespannt sein und die Maschinenspindel sollte kein Spiel haben.
3. Das Spannfutter für Reibahlen mit Zylinderschaft sollte über eine gute Qualität verfügen. Wenn die Reibahle bei automatischem Vorschub im Spannfutter rutscht, kann diese zerbrechen.
4. Der Überhang vom Werkzeug zur Maschinenspindel sollte so gering wie möglich gehalten werden.
5. Empfohlene Schmiermittel verwenden, um eine möglichst hohe Standzeit des Werkzeugs zu erreichen. Darauf achten, dass es die Schnittkanten erreicht. Da Reiben keine schwere Schnittoperation darstellt, ist eine lösliche Öl 40:1-Verdünnung normalerweise zufriedenstellend. Bei Trockenbearbeitung in Grauguss kann mit Pressluft gearbeitet werden.
6. Die Nuten einer Reibahle dürfen nicht durch Späne blockiert werden.
7. Bevor die Reibahle nachgeschliffen wird, sollte die Rundlaufgenauigkeit zwischen den Zentrierbohrungen überprüft werden. In den meisten Fällen muss nur der Anschnitt nachgeschliffen werden.
8. Reibahlen scharf halten. Regelmäßiges Nachschleifen ist ökonomisch sinnvoll, allerdings ist es wichtig zu verstehen, dass die Reibahle nur mit dem Anschnitt schneidet, nicht mit der Fase. Aus diesem Grund muss nur der Anschnitt nachgeschliffen werden. Die Genauigkeit beim Nachschleifen ist wichtig für Lochqualität und Standzeit des Werkzeugs.

MATERIALABTRAGUNG

Die empfohlene Materialmenge, die abgetragen werden soll, hängt vom Anwendungsmaterial und der Oberfläche des vorgebohrten Loches ab. Allgemeine Richtlinien für Materialabtragungen werden in der folgenden Tabelle aufgelistet:

Größe der aufgeriebenen Bohrung (mm)	Wenn vorgebohrt	Wenn aufgebohrt	Größe der aufgeriebenen Bohrung (Zoll)	Wenn vorgebohrt	Wenn aufgebohrt
Unter 4	0.1	0.1	Unter 3/16	0.004	0.004
Über 4 bis 11	0.2	0.15	3/16 bis 1/2	0.008	0.006
Über 11 bis 39	0.3	0.2	1/2 bis 1,1/2	0.010	0.008
Über 39 bis 50	0.4	0.3	1,1/2 bis 2	0.016	0.010

TOLERANZGRENZEN



1. AUF DEM SCHNEIDENDURCHMESSER VON STANDARD-REIBAHLEN

Der Durchmesser (d_1) wird über die kreisförmige Fase hinweg direkt hinter dem Anschnitt oder der Kegelführung gemessen. Die Toleranz in Übereinstimmung mit der DIN 1420 ist dazu gedacht, H7 Bohrungen zu erzeugen.

REIBAHLEN-TOLERANZ			
Durchmesser (mm)		Toleranzgrenze (mm)	
Über	Bis einschließlich	Hoch +	Niedrig +
	3	0.008	0.004
3	6	0.010	0.005
6	10	0.012	0.006
10	18	0.015	0.008

REIBAHLEN-TOLERANZ			
Durchmesser (mm)		Toleranzgrenze (mm)	
Über	Bis einschließlich	Hoch +	Niedrig +
18	30	0.017	0.009
30	50	0.021	0.012
50	80	0.025	0.014

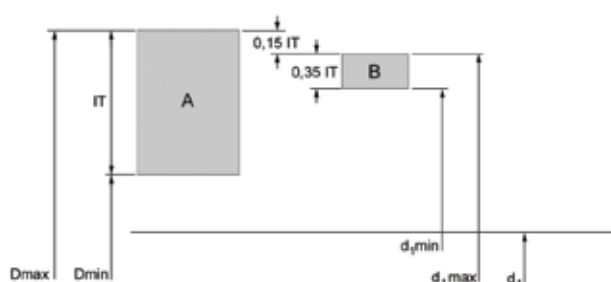
2. BEI EINER H7 BOHRUNG

Die normale Toleranz einer fertigen Bohrung ist H7 (siehe Tabelle unten). Für alle anderen Toleranzen können die Werte aus der Abbildung und der Tabelle unter Punkt 3 zur Berechnung des gewünschten Toleranzbereiches verwendet werden.

BOHRUNGSTOLERANZ			
Durchmesser (mm)		Toleranzgrenze (mm)	
Über	Bis einschließlich	Hoch +	Niedrig +
	3	0.010	0
3	6	0.012	0
6	10	0.015	0
10	18	0.018	0

BOHRUNGSTOLERANZ			
Durchmesser (mm)		Toleranzgrenze (mm)	
Über	Bis einschließlich	Hoch +	Niedrig +
18	30	0.021	0
30	50	0.025	0
50	80	0.030	0

3. Diese Tabelle kann zur Definition der Dimensionen einer speziellen Reibahle genutzt werden, um gemäß einer spezifischen Toleranz zu zerspanen, z. B. D8.



A = Bohrungstoleranz
B = Reibahlen-Toleranz
IT = Toleranzbereich
Dmax = Maximaler Bohrungsdurchmesser
Dmin = Minimaler Bohrungsdurchmesser
 d_1 = Nominale Durchmesser
 $d_{1,max}$ = Maximaler Durchmesser der Reibahle
 $d_{1,min}$ = Minimaler Durchmesser der Reibahle

Toleranzbereich (Mikron)	Durchmesser Toleranzbereich (mm)							
	Über 1 bis 3	Über 3 bis 6	Über 6 bis 10	Über 10 bis 18	Über 18 bis 30	Über 30 bis 50	Über 50 bis 80	Über 80 bis 120
IT5	4	5	6	8	9	11	13	15
IT6	6	8	9	11	13	16	19	22
IT7	10	12	15	18	21	25	30	35
IT8	14	18	22	27	33	39	46	54
IT9	25	30	36	43	52	62	74	87
IT10	40	48	58	70	84	100	120	140
IT11	60	75	90	110	130	160	190	220
IT12	100	120	150	180	210	250	300	350

z. B. 10 mm Bohrung mit Toleranz D8; Maximaler Bohrungsdurchmesser = 10,062; Minimaler Bohrungsdurchmesser = 10,040; Bohrungstoleranz (IT8) = 0,022

Maximalgrenze: $0,15 \times \text{Bohrungstoleranz (IT8)} = 0,0033$; aufgerundet = 0,004
Minimalgrenze: $0,35 \times \text{Bohrungstoleranz (IT8)} = 0,0077$; aufgerundet = 0,008

Maximalgrenze für Reibahle = $10,062 - 0,004 = 10,058$
Minimalgrenze für Reibahle = $10,058 - 0,008 = 10,050$

FEHLERSUCHE BEIM REIBEN

PROBLEM	URSACHE	ABHILFE
Abgebrochene oder verdrehte Mitnehmer	Inkorrekter Sitz zwischen Schaft und Spannmittel	Schaft und Spannmittel sauber und unbeschädigt halten
Schneller Werkzeugverschleiß	Zu wenig Aufmaß	Aufmaß vergrößern
Übermaß Bohrung	Übermäßige Schneidhöhen-Differenz	Nach korrekten Spezifikationen nachschleifen
	Kein korrekter Sitz in der Maschinenspindel	Spindel reparieren und Sitz korrigieren
	Beschädigungen am Werkzeughalter	Werkzeughalter ersetzen
	Werkzeugschaft ist beschädigt	Werkzeug ersetzen oder Schaft nachschleifen
	Rundlauffehler	Werkzeug ersetzen oder nachschleifen
	Asymmetrischer Anschnittwinkel	Nach korrekten Spezifikationen nachschleifen
	Vorschub oder Schnittgeschwindigkeit zu groß	Schnittbedingungen gemäß Katalog anpassen
Untermaß Bohrung	Zu wenig Aufmaß	Aufmaß vergrößern
	Zu große Hitzeentwicklung beim Reiben. Die Bohrung weitet sich und zieht sich wieder zusammen	Kühlmittelfluss erhöhen
	Der Werkzeugdurchmesser ist abgenutzt und Untermaß	Nach korrekten Spezifikationen nachschleifen
	Vorschub oder Schnittgeschwindigkeit zu gering	Schnittbedingungen gemäß Katalog anpassen
	Vorgebohrtes Kernloch zu eng	Aufmaß verringern
Ovale oder konische Bohrungen	Kein korrekter Sitz in der Maschinenspindel	Spindel reparieren und Sitz korrigieren
	Ausrichtungsfehler zwischen Werkzeug und Bohrung	Eine stirnschneidende Reibahle verwenden
	Asymmetrischer Anschnittwinkel	Nach korrekten Spezifikationen nachschleifen
Schlechte Oberflächenqualität der Bohrung	Zu viel Aufmaß	Aufmaß verringern
	Abgenutztes Werkzeug	Nach korrekten Spezifikationen nachschleifen
	Zu geringer Spanwinkel	Nach korrekten Spezifikationen nachschleifen
	Emulsion oder Bohröl zu stark verdünnt	Konzentration (%) erhöhen
	Vorschub und/oder Drehzahl zu gering	Schnittbedingungen gemäß Katalog anpassen
	Schnittgeschwindigkeit zu hoch	Schnittbedingungen gemäß Katalog anpassen
Das Werkzeug klemmt und zerbricht	Abgenutztes Werkzeug	Nach korrekten Spezifikationen nachschleifen
	Die "Halslänge" des Werkzeugs ist zu kurz	Werkzeug überprüfen und ersetzen/anpassen
	Die Breite der Fase ist zu groß	Werkzeug überprüfen und ersetzen/anpassen
	Werkstück-Material neigt zum Klemmen	Einstellbare Reibahle zur Kompensation der Toleranz benutzen
	Vorgebohrtes Kernloch zu eng	Aufmaß verringern
	Heterogenes Material mit Einschlüssen	Vollhartmetall-Reibahle verwenden

REAMING

GENERAL HINTS ON REAMING

To obtain the best results when using reamers it is essential to make them 'work'. It is a common fault to prepare holes for reaming with too little stock left in. If insufficient stock is left in the hole before reaming, then the reamer will rub, quickly show wear and will result in loss of diameter. It is equally important for performance not to leave too much stock in the hole. (See Stock Removal below).

1. Select the optimum type of reamer and the optimum speeds and feeds for the application. Ensure that pre-drilled holes are the correct diameter.
2. The workpiece must be held rigid and the machine spindle should have no play.
3. The chuck in which a straight shank reamer is held must be good quality. If the reamer slips in the chuck and the feed is automatic, breakage of the reamer may occur.
4. Keep tool overhang from machine spindle to a minimum.
5. Use recommended lubricants to enhance the life of the reamer and ensure the fluid reaches the cutting edges. As reaming is not a heavy cutting operation, soluble oil 40:1 dilution is normally satisfactory. Air blasting may be used with grey cast iron, if dry machining.
6. Do not allow the flutes of a reamer to become blocked with swarf.
7. Before the reamer is reground, check concentricity between centres. In most instances only the bevel lead will need regrinding.
8. Keep reamers sharp. Frequent regrinding is good economy, but it is important to understand that reamers cut only on the bevel and taper leads and not on the lands. Consequently only these leads need regrinding. Accuracy of regrinding is important to hole quality and tool life.

STOCK REMOVAL

The recommended stock removal in reaming is dependent on the application material and the surface finish of the pre-drilled hole. General guidelines for stock removal are shown in the following tables:

Size of reamed hole (mm)	When pre-drilled	When pre-core-drilled	Size of reamed hole (inches)	When pre-drilled	When pre-drilled
Below 4	0.1	0.1	Below 3/16	0.004	0.004
Over 4 to 11	0.2	0.15	3/16 to 1/2	0.008	0.006
Over 11 to 39	0.3	0.2	1/2 to 1 1/2	0.010	0.008
Over 39 to 50	0.4	0.3	1 1/2 to 2	0.016	0.010

TOLERANCE LIMITS



1. ON THE CUTTING DIAMETER OF STANDARD REAMERS

The diameter (d_1) is measured across the circular land immediately behind the bevel or taper lead. The tolerance is in accordance with DIN 1420 and is intended to produce H7 holes.

REAMER TOLERANCE			
Diameter (mm)		Tolerance Limit (mm)	
Over	Up to and including	High +	Low +
	3	0.008	0.004
3	6	0.010	0.005
6	10	0.012	0.006
10	18	0.015	0.008

REAMER TOLERANCE			
Diameter (mm)		Tolerance Limit (mm)	
Over	Up to and including	High +	Low +
18	30	0.017	0.009
30	50	0.021	0.012
50	80	0.025	0.014

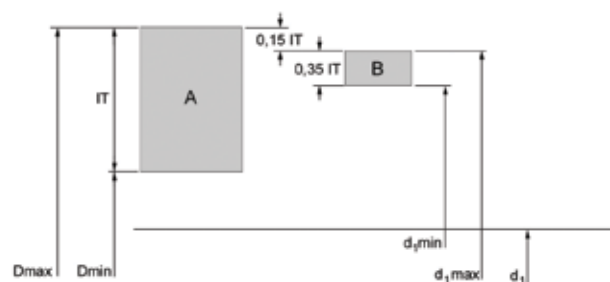
2. ON A H7 HOLE

The most common tolerance on a finished hole is H7 (see table below). For any other tolerance the figure and table beneath point 3 can be used to calculate the reamers tolerance location and width.

HOLE TOLERANCE			
Diameter (mm)		Tolerance Limit (mm)	
Over	Up to and including	High +	Low +
	3	0.010	0
3	6	0.012	0
6	10	0.015	0
10	18	0.018	0

HOLE TOLERANCE			
Diameter (mm)		Tolerance Limit (mm)	
Over	Up to and including	High +	Low +
18	30	0.021	0
30	50	0.025	0
50	80	0.030	0

3. When it is necessary to define the dimensions of a special reamer intended to cut to a specific tolerance, e.g. D8, this well proven guide can be used.



A = Hole Tolerance
B = Reamer Tolerance
IT = Tolerance Width
Dmax = Max Diameter of Hole
Dmin = Min Diameter of Hole
 d_1 = Nominal Diameter
 $d_{1,max}$ = Max Diameter of Reamer
 $d_{1,min}$ = Min Diameter of Reamer

Tolerance width (microns)	Diameter Tolerance Width (mm)							
	over 1 incl. 3	over 3 incl. 6	over 6 incl. 10	over 10 incl. 18	over 18 incl. 30	over 30 incl. 50	over 50 incl. 80	over 80 incl. 120
IT5	4	5	6	8	9	11	13	15
IT6	6	8	9	11	13	16	19	22
IT7	10	12	15	18	21	25	30	35
IT8	14	18	22	27	33	39	46	54
IT9	25	30	36	43	52	62	74	87
IT10	40	48	58	70	84	100	120	140
IT11	60	75	90	110	130	160	190	220
IT12	100	120	150	180	210	250	300	350

e.g. 10mm hole with tolerance D8, Max dia = 10.062, Min dia = 10.040, Hole tol (IT8) = 0.022

Maximum limit: $0.15 \times \text{hole tolerance (IT8)} = 0.0033$, rounded up = 0.004

Minimum limit: $0.35 \times \text{hole tolerance (IT8)} = 0.0077$, rounded up = 0.008

Maximum limit for reamer = $10.062 - 0.004 = 10.058$

Minimum limit for reamer = $10.058 - 0.008 = 10.050$

TROUBLE SHOOTING WHEN REAMING

PROBLEM	CAUSE	REMEDY
Broken or twisted tangs	Incorrect fit between shank and socket	Ensure the shank and socket are clean and free from damage
Rapid tool wear	Insufficient stock to remove	Increase the amount of stock to be removed
Oversize hole	Excessive lip height variation	Regrind to correct specification
	Displacement in the machine spindle	Repair and rectify spindle displacement
	Deflects on the tool holder	Replace tool holder
	Tool shank is damaged	Replace or regrind the shank
	Ovality of the tool	Replace or regrind the tool
	Asymmetric bevel lead angle	Regrind to correct specification
	Too high feed or cutting speed	Adjust cutting conditions in accordance with Catalogue
Undersize hole	Insufficient stock to remove	Increase the amount of stock to be removed
	Too much heat generated while reaming. The hole widens and shrinks	Increase coolant flow
	The tool diameter is worn and is undersize	Regrind to correct specification
	Too low feed or cutting speed	Adjust cutting conditions in accordance with Catalogue
	Pre-drilled hole is too small	Decrease the amount of stock to be removed
Oval and conical holes	Displacement in the machine spindle	Repair and rectify spindle displacement
	Misalignment between tool and hole	Use a bridge reamer
	Asymmetric bevel lead angle	Regrind to correct specification
Bad hole finish	Excessive stock to remove	Decrease the amount of stock to be removed
	Worn out tool	Regrind to correct specification
	Too small cutting rake angle	Regrind to correct specification
	Too diluted emulsion or cutting oil	Increase % concentration
	Feed and/or speed too low	Adjust cutting conditions in accordance with Catalogue
	Cutting speed too high	Adjust cutting conditions in accordance with Catalogue
The tool clamps and breaks	Worn out tool	Regrind to correct specification
	Back taper of the tool is too small	Check and replace/modify the tool
	The width of the land is too wide	Check and replace/modify the tool
	Workpiece material tend to squeeze	Use an adjustable reamer to compensate for the displacement
	Pre-drilled hole is too small	Decrease the amount of stock to be removed
	Heterogeneous material with hard inclusions	Use solid carbide reamer

ALESAGE

RECOMMANDATIONS GENERALES POUR L'ALESAGE

Pour obtenir les meilleurs résultats avec les alésoirs, il est important de les faire « travailler ». On fait souvent l'erreur de préparer les trous à aléser en y laissant une surépaisseur insuffisante. Si on ne laisse pas assez de surépaisseur dans le trou à aléser, le frottement entraîne une usure rapide de l'alésoir, avec pour conséquence une perte de diamètre. Pour de bons résultats, il est tout aussi important que la surépaisseur ne soit pas excessive. (Voir la section Enlèvement de matière ci-dessous).

1. Sélectionner le type d'alésoir le plus adapté ainsi que les conditions de vitesse de coupe et d'avance optimales pour l'application. Vérifiez que les trous percés ont un diamètre correct.
2. La pièce doit être maintenue de manière rigide et la broche de la machine ne doit pas avoir de jeu.
3. Le mandrin utilisé pour monter un alésoir à queue cylindrique doit être de bonne qualité. Si l'alésoir glisse dans le mandrin et si l'avance est automatique, l'alésoir risque de se casser.
4. Réduisez au minimum le porte-à-faux de l'outil par rapport à l'axe de la machine.
5. Utilisez les lubrifiants recommandés pour prolonger la durée de vie de l'alésoir et veillez à ce que le fluide atteigne toute les arêtes de coupe. Comme l'alésage n'est pas une opération de coupe difficile, une dilution 40:1 d'huile soluble convient généralement. De l'air comprimé peut être utilisé pour l'alésage à sec de la fonte grise.
6. Evitez le bourrage des copeaux dans les goujures d'un alésoir.
7. Avant d'affûter l'alésoir, vérifiez sa concentricité entre pointes. Dans la plupart des cas, seul le chanfrein d'entrée a besoin d'être réaffûté.
8. Veillez à ce que les alésoirs soient toujours bien affûtés. Un affûtage fréquent se justifie d'un point de vue économique, mais il ne faut pas oublier que les alésoirs ne coupent que sur le chanfrein et le cône d'entrée et non pas sur les listels de guidage. Par conséquent, seuls le chanfrein et le cône d'entrée doivent être réaffûtés. La précision de l'affûtage est importante tant pour la qualité du trou que pour la durée de vie de l'outil.

ENLEVEMENT DE SUREPAISSEUR

L'enlèvement de surépaisseur recommandé en alésage dépend du matériau de l'application et de la finition de surface du trou à aléser. Les recommandations de surépaisseur à enlever sont décrites dans les tableaux ci-dessous :

Diamètre du trou alésé (mm)	Sur avant trou au foret	Sur avant trou au foret alésoir	Diamètre du trou alésé (pouce)	Sur avant trou au foret	Sur avant trou au foret alésoir
En dessous de 3/16	0.1	0.1	En dessous de 3/16	0.004	0.004
De 4 à 11	0.2	0.15	3/16 à 1/2	0.008	0.006
De 11 à 39	0.3	0.2	1/2 à 1,1/2	0.010	0.008
De 39 à 50	0.4	0.3	1,1/2 à 2	0.016	0.010

ECARTS DE TOLERANCE



1. SUR LE DIAMETRE DE COUPE D'ALESOIRS STANDARDS

Le diamètre se mesure sur le listel de guidage juste derrière le chanfrein ou le cône d'entrée. La tolérance selon la DIN 1420 est destinée à produire des alésages H7.

TOLERANCE DE L'ALESOIR			
Diamètre (mm)		Ecart de tolérance (mm)	
Supérieur	Jusqu'à et y compris	Elevé +	Faible +
	3	0.008	0.004
3	6	0.010	0.005
6	10	0.012	0.006
10	18	0.015	0.008

TOLERANCE DE L'ALESOIR			
Diamètre (mm)		Ecart de tolérance (mm)	
Supérieur	Jusqu'à et y compris	Elevé +	Faible +
18	30	0.017	0.009
30	50	0.021	0.012
50	80	0.025	0.014

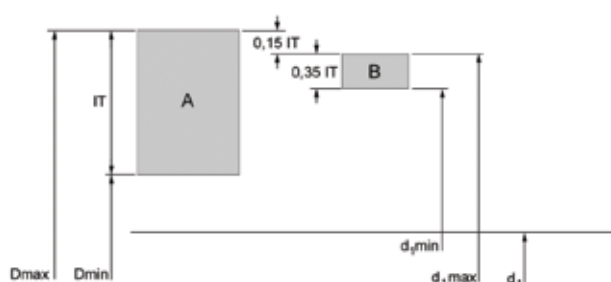
2. SUR UN ALESAGE H7

La tolérance la plus commune pour un trou fini est H7 (voir le tableau ci-dessous). Pour toute autre tolérance les données en dessous du point 3 peuvent être utilisées pour la calculer.

TOLERANCE DU TROU			
Diamètre (mm)		Ecart de tolérance (mm)	
Supérieur	Jusqu'à et y compris	Elevé +	Faible +
	3	0.010	0
3	6	0.012	0
6	10	0.015	0
10	18	0.018	0

TOLERANCE DU TROU			
Diamètre (mm)		Ecart de tolérance (mm)	
Supérieur	Jusqu'à et y compris	Elevé +	Faible +
18	30	0.021	0
30	50	0.025	0
50	80	0.030	0

3. Lorsqu'il est nécessaire de définir les dimensions d'un alésoir spécial destiné à produire une tolérance spécifique, par ex. D8, utilisez la formule suivante :



A = Tolerance du Trou
 B = Tolerance de l'alésoir
 IT = Amplitude de tolérance
 Dmax = Diamètre de trou max
 Dmin = Diamètre de trou min
 d₁ = Diamètre nominal
 d₁max = Diamètre max de l'alésoir
 d₁min = Diamètre min de l'alésoir

Amplitude de tolérance de tolérance (microns)	Amplitude de tolérance du diamètre (mm)							
	de 1 à 3	de 3 à 6	de 6 à 10	de 10 à 18	de 18 à 30	de 30 à 50	de 50 à 80	de 80 à 120
IT5	4	5	6	8	9	11	13	15
IT6	6	8	9	11	13	16	19	22
IT7	10	12	15	18	21	25	30	35
IT8	14	18	22	27	33	39	46	54
IT9	25	30	36	43	52	62	74	87
IT10	40	48	58	70	84	100	120	140
IT11	60	75	90	110	130	160	190	220
IT12	100	120	150	180	210	250	300	350

par ex. trou de 10 mm avec une tolérance D8, diam. max. = 10,062, diam. min. = 10,040, tol. alésage (IT8) = 0,022

Diamètre maximal : 0,15 x tolérance de l'alésage (IT8) = 0,0033, soit = 0,004

Diamètre minimal : 0,35 x tolérance de l'alésage (IT8) = 0,0077, soit = 0,008

Diamètre maximal de l'alésoir = 10,062 - 0,004 = 10,058

Diamètre minimal de l'alésoir = 10,058 - 0,008 = 10,050

INTERRUPTIONS LORS DE L'ALEPAGE

PROBLÈME	CAUSE	REMÈDE
Tenon cassé ou tordu	Mauvais contact entre la pince et la queue	S'assurer du bon état de la queue et de la douille
Usure rapide de l'outil	Enlèvement de matière insuffisant	Accroître la surépaisseur de matière
Trou surdimensionné	Variation excessive de la hauteur de lèvre	Réaffûter selon les spécifications correctes
	Jeu dans la broche de la machine	Réparer et rectifier l'axe
	Défaut du porte-outil	Remplacer le porte-outil
	Queue de l'outil endommagée	Remplacer ou réaffûter la queue
	Ovalisation de l'outil	Remplacer ou rectifier l'outil
	Angle de chanfrein d'entrée asymétrique	Réaffûter selon les spécifications correctes
	Avance ou vitesse de coupe trop élevées	Ajuster les conditions de coupe selon le catalogue
Trou sous dimensionné	Enlèvement de matière insuffisant	Accroître la surépaisseur de matière
	Trop de chaleur dégagée lors de l'alésage. Le trou s'élargit et se rétrécit	Accroître le flux d'huile
	Le diamètre de l'outil est détérioré et sous-dimensionné	Réaffûter selon les spécifications correctes
	Avance et vitesse de coupe trop faibles	Ajuster les conditions de coupe selon le catalogue
	Le trou de pré perçage est trop petit	Diminuer la surépaisseur de matière
Trous ovales et coniques	Jeu dans la broche de la machine	Réparer et rectifier l'axe
	Mauvais alignement entre l'outil et le trou	Utiliser un alésoir guide
	Angle de chanfrein d'entrée asymétrique	Réaffûter selon les spécifications correctes
Mauvaise finition de trou	Enlèvement de surépaisseur excessif	Diminuer la surépaisseur de matière
	Détérioration de l'outil	Réaffûter selon les spécifications correctes
	Angle de coupe trop faible	Réaffûter selon les spécifications correctes
	Huile de coupe ou émulsion trop diluée	Accroître le % de concentration
	Avance et/ou vitesse trop faibles	Ajuster les conditions de coupe selon le catalogue
	Vitesse de coupe trop élevée	Ajuster les conditions de coupe selon le catalogue
L'outil se bloque et casse	Détérioration de l'outil	Réaffûter selon les spécifications correctes
	La conicité arrière de l'outil est trop faible	Vérifier et remplacer / modifier l'outil
	Une dépouille trop grande	Vérifier et remplacer / modifier l'outil
	Le matériau de la pièce usinée a tendance à se resserrer	Utiliser un alésoir réglable pour compenser le jeu
	Le trou de pré perçage est trop petit	Diminuer la surépaisseur de matière
	Matériau hétérogène avec inclusions dures	Utiliser un alésoir en carbure monobloc dures

ESCARIADO

INSTRUCCIONES GENERALES PARA EL ESCARIADO

Para obtener los mejores resultados con los escariadores, es esencial hacerlos ‘trabajar’. Un error frecuente es el de preparar orificios para escariar dejando dentro poco material. Si se deja en el orificio material insuficiente antes de escariar, el escariador rozará, se desgastará rápidamente y el resultado será la pérdida de diámetro. Para garantizar un buen rendimiento, también es importante no dejar demasiado material en el agujero. (Véase el apartado “Eliminación de material” a continuación).

1. Seleccionar el tipo óptimo de escariador y las velocidades y avances óptimos para la aplicación. Asegurar que los agujeros pretaladrados sean del diámetro correcto.
2. La pieza de trabajo debe sujetarse rígida y el husillo de la máquina no debe tener juego.
3. El portapinzas en el que se sujeta un escariador de mango recto debe ser de buena calidad. Si el escariador resbala en el portapinzas y el avance es automático, el escariador podría romperse.
4. Mantener al mínimo el vuelo de la herramienta respecto al husillo de la máquina.
5. Usar los lubricantes recomendados para prolongar la vida útil del escariador y asegurar que el fluido llegue a los filos de corte. Como la operación de escariar no es un trabajo de corte pesado, normalmente bastará una disolución 40:1 de aceite soluble. Cuando se trata de mecanizado en seco, se puede emplear aire a presión (ej. con el mecanizado de acero de fundición gris).
6. No permitir que las estrías del escariador se atasquen de virutas.
7. Antes de volver a reafilarse el escariador, comprobar la concentricidad entre centros. En la mayoría de los casos, sólo habrá que rectificar el paso del bisel.
8. Mantener afilados los escariadores. El reafilado frecuente es rentable, pero es importante entender que los escariadores sólo cortan en el chaflán de entrada y no en las superficies entre estrías. Por lo tanto, sólo hay que rectificar dichas superficies. La exactitud de la rectificación es importante para la calidad del acabado del orificio y la vida útil de la herramienta.

ELIMINACIÓN DE MATERIAL

La eliminación de material recomendada al escariar depende del material de aplicación y el acabado de la superficie del orificio pretaladrado. En la siguiente tabla se dan las directrices generales para la eliminación de material:

Tamaño del agujero escariado (mm)	Con pretaladrado	Con pretaladrado de núcleo	Tamaño del agujero escariado (pulgadas)	Con pretaladrado	Con pretaladrado de núcleo
Menos de 4	0.1	0.1	Menos de 3/16	0.004	0.004
De 4 a 11	0.2	0.15	3/16 a 1/2	0.008	0.006
De 11 a 39	0.3	0.2	1/2 a 1 1/2	0.010	0.008
De 39 a 50	0.4	0.3	1 1/2 a 2	0.016	0.010

LÍMITES DE TOLERANCIA



1. EN EL DIÁMETRO DE CORTE DE LOS ESCARIADORES ESTÁNDAR

El diámetro (d_1) se mide sobre la superficie circular entre estrías inmediatamente detrás del bisel o paso cónico. La tolerancia se ajusta a DIN 1420 y sirve para producir agujeros H7.

TOLERANCIA DEL ESCARIADOR			
Diámetro (mm)		Límite de tolerancia (mm)	
Por encima de	Hasta e incluido	Alto +	Bajo +
	3	0.008	0.004
3	6	0.010	0.005
6	10	0.012	0.006
10	18	0.015	0.008

TOLERANCIA DEL ESCARIADOR			
Diámetro (mm)		Límite de tolerancia (mm)	
Por encima de	Hasta e incluido	Alto +	Bajo +
18	30	0.017	0.009
30	50	0.021	0.012
50	80	0.025	0.014

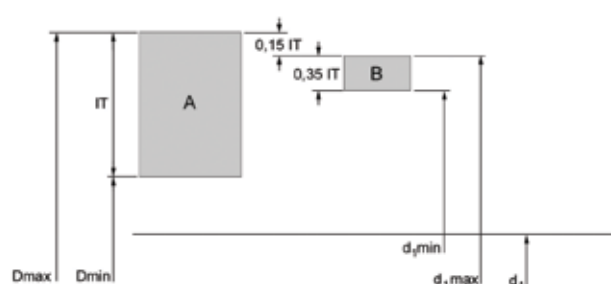
2. EN UN AGUJERO H7

La tolerancia más común en un agujero acabado es H7 (ver la tabla de abajo). Para cualquier otra tolerancia, ver la figura y la tabla del punto 3 (se muestra más abajo); esta tabla se puede usar para calcular el ancho y la ubicación de tolerancia de los escariadores.

TOLERANCIA DEL AGUJERO			
Diámetro (mm)		Límite de tolerancia (mm)	
Por encima de	Hasta e incluido	Alto +	Bajo +
	3	0.010	0
3	6	0.012	0
6	10	0.015	0
10	18	0.018	0

TOLERANCIA DEL AGUJERO			
Diámetro (mm)		Límite de tolerancia (mm)	
Por encima de	Hasta e incluido	Alto +	Bajo +
18	30	0.021	0
30	50	0.025	0
50	80	0.030	0

3. Cuando es necesario definir las dimensiones para un escariador especial para cortar según una tolerancia específica, por ejemplo D8, se puede usar esta guía.



A = Tolerancia del Agujero
 B = Tolerancia del Escariador
 IT = Ancho de tolerancia
 Dmax = Diámetro máx. del agujero
 Dmin = Diámetro mín. del agujero
 d_1 = Diámetro nominal
 $d_{1,max}$ = Diámetro máx. del escariador
 $d_{1,min}$ = Diámetro mín. del escariador

Ancho de tolerancia (micrones)	Ancho de tolerancia del diámetro (mm)							
	por encima de 1 incl. 3	por encima de 3 incl. 6	por encima de 6 incl. 10	por encima de 10 incl. 18	por encima de 18 incl. 30	por encima de 30 incl. 50	por encima de 50 incl. 80	por encima de 80 incl. 120
IT5	4	5	6	8	9	11	13	15
IT6	6	8	9	11	13	16	19	22
IT7	10	12	15	18	21	25	30	35
IT8	14	18	22	27	33	39	46	54
IT9	25	30	36	43	52	62	74	87
IT10	40	48	58	70	84	100	120	140
IT11	60	75	90	110	130	160	190	220
IT12	100	120	150	180	210	250	300	350

por ejemplo: agujero de 10 mm con tolerancia D8, diám. máx. = 10,062, diám. mín. = 10,040, toler. del agujero (IT8) = 0,022

Límite máximo: $0.15 \times$ tolerancia de agujero (IT8) = 0.0033, redondeado = 0.004

Límite mínimo: $0.35 \times$ tolerancia de agujero (IT8) = 0.0077, redondeado = 0.008

Límite máximo para escariador = $10.062 - 0.004 = 10.058$

Límite mínimo para escariador = $10.058 - 0.008 = 10.050$

PROBLEMAS EN EL ESCARIADO

PROBLEMA	CAUSA	REMEDIO
Rotura o torsión en la espiga	Ajuste incorrecto entre el mango y el portaherramientas	Comprobar que el mango y el portaherramientas están limpios y no están dañados
Desgaste rápido de la herramienta	Material insuficiente que eliminar	Aumentar la cantidad de material que eliminar
Agujero sobredimensionado	Excesiva variación de la altura del labio	Reafilarse según las especificaciones correctas
	Desplazamiento en el husillo de la máquina	Reparar y rectificar el desplazamiento del husillo
	Desviaciones en el portaherramientas	Reemplazar el portaherramientas
	El mango de la herramienta está dañado	Sustituir o rectificar el mango
	Forma ovalada de la herramienta	Sustituir o rectificar la herramienta
	Ángulo del paso biselado asimétrico	Reafilarse según las especificaciones correctas
	Avance o velocidad de corte de la herramienta demasiado alto	Ajustar las condiciones de corte de acuerdo con el catálogo
Menor tamaño del agujero	Material insuficiente que eliminar	Aumentar la cantidad de material que eliminar
	Excesiva generación de calor en el escariado El agujero se amplía y se contrae	Incrementar la refrigeración
	El diámetro de la herramienta está desgastado e infradimensionado	Reafilarse según las especificaciones correctas
	Avance o velocidad de corte de la herramienta demasiado baja	Ajustar las condiciones de corte de acuerdo con el catálogo
	El agujero pretaladrado es demasiado pequeño	Reducir la cantidad de material que eliminar
Agujeros ovalados y cónicos	Desplazamiento en el husillo de la máquina	Reparar y rectificar el desplazamiento del husillo
	Mal centrado entre la herramienta y el agujero	Usar un escariador guiado
	Ángulo de avance del bisel asimétrico	Reafilarse según las especificaciones correctas
Acabado del agujero deficiente	Excesivo material a eliminar	Reducir la cantidad de material que eliminar
	Herramienta muy gastada	Reafilarse según las especificaciones correctas
	Ángulo de desprendimiento demasiado pequeño	Reafilarse según las especificaciones correctas
	Emulsión o aceite de corte demasiado diluido	Incrementar el % de concentración
	Avance y/o velocidad demasiado baja	Ajustar las condiciones de corte de acuerdo con el catálogo
	Velocidad de corte demasiado alta	Ajustar las condiciones de corte de acuerdo con el catálogo
La herramienta se clava o se rompe	Herramienta muy gastada	Reafilarse según las especificaciones correctas
	Chafilado de salida de la herramienta demasiado pequeño	Verificar y reemplazar o modificar la herramienta
	Ancho entre estrías demasiado grande	Verificar y reemplazar o modificar la herramienta
	El material de la pieza de trabajo tiende a retorcerse	Utilizar un escariador regulable para compensar el desplazamiento
	El agujero pretaladrado es demasiado pequeño	Reducir la cantidad de material que eliminar
	Material heterogéneo con inclusiones duras	Usar un escariador de metal duro

MANDRILAGEM

SUGESTÕES GERAIS SOBRE MANDRILAGEM

Para obter os melhores resultados ao utilizar mandris, é fundamental fazê-los “funcionar”. Um erro comum passa por preparar orifícios para mandrilar com muito pouco material restante. Se existir material restante insuficiente no orifício antes da mandrilagem, a broca irá lixar, desgastar rapidamente e resultar na perda de diâmetro. É igualmente importante, para o desempenho, não deixar demasiado material restante no orifício. (Ver Remoção de material restante abaixo).

1. Seleccionar o tipo óptimo de mandril, bem como as velocidades e avanços óptimos para a aplicação. Assegurar que os orifícios pré-abertos têm o diâmetro certo.
2. A peça tem de estar segura com força, sem que o eixo da máquina interfira.
3. O mandril porta-ferramentas onde a haste do mandril está pousada deve ser de boa qualidade. Se o mandril deslizar no mandril porta-ferramentas e o avanço for automático, o mandril poderá partir-se.
4. Manter a ferramenta inclinada do eixo da máquina, no mínimo.
5. Utilizar lubrificantes recomendados, para melhorar a vida do mandril e assegurar que o fluido chega aos extremos de corte. Como a mandrilagem não é um trabalho de corte pesado, opta-se, normalmente, pela diluição de óleo solúvel 40:1. O jacto de ar pode ser utilizado com ferro fundido cinzento, no caso de maquinagem a seco.
6. Não permitir que os sulcos do mandril fiquem bloqueados por aparas.
7. Antes de o mandril ser reafiado, verificar a concentricidade entre os centros. Na maior parte dos casos, apenas o avanço bisel precisará ser reafiado.
8. Manter os mandris afiados. A reafiação frequente é um bom método, mas é importante perceber que os mandris apenas cortam nos biséis e inclinações, e não nas costuras. Consequentemente, apenas estes avanços precisam ser reafiados. A exactidão da reafiação é importante para a qualidade do orifício e vida da ferramenta.

REMOÇÃO DE MATERIAL RESTANTE

A remoção de material restante recomendada na mandrilagem depende do material da aplicação e do acabamento da superfície do orifício pré-aberto. As orientações gerais para a remoção de material restante estão apresentadas nas seguintes tabelas:

Tamanho do orifício mandrilado (mm)	Quando pré-aberto	Quando pré-aberto no centro	Tamanho do orifício mandrilado (polegadas)	Quando pré-aberto	Quando pré-aberto no centro
Inferior a 4	0.1	0.1	Inferior a 3/16	0.004	0.004
Superior a 4 até 11	0.2	0.15	3/16 a 1/2	0.008	0.006
Superior a 11 até 39	0.3	0.2	1/2 a 1 1/2	0.010	0.008
Superior a 39 até 50	0.4	0.3	1 1/2 a 2	0.016	0.010

LIMITES DE TOLERÂNCIA



1. NO DIÂMETRO DE CORTE DE BROCAS NORMALIZADAS

O diâmetro (d_1) é medido ao longo da costura circular, imediatamente atrás do bisel ou inclinação. A tolerância está de acordo com a DIN 1420 e tem o objectivo de criar orifícios H7.

TOLERÂNCIA DO MANDRIL			
Diâmetro (mm)		Limite de tolerância (mm)	
Superior a	Até e incluindo	Alto +	Low +
	3	0.008	0.004
3	6	0.010	0.005
6	10	0.012	0.006
10	18	0.015	0.008

TOLERÂNCIA DO MANDRIL			
Diâmetro (mm)		Limite de tolerância (mm)	
Superior a	Até e incluindo	Alto +	Low +
18	30	0.017	0.009
30	50	0.021	0.012
50	80	0.025	0.014

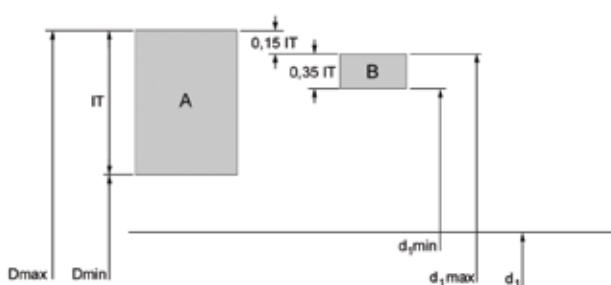
2. NUM ORIFÍCIO H7

A tolerância mais comum num orifício acabado é a H7 (ver tabela abaixo). Para qualquer outra tolerância, o valor e a tabela abaixo do ponto 3 podem ser utilizados para calcular a localização e largura da tolerância dos mandris.

TOLERÂNCIA DO ORIFÍCIO			
Diâmetro (mm)		Limite de tolerância (mm)	
Superior a	Até e incluindo	Alto +	Low +
	3	0.010	0
3	6	0.012	0
6	10	0.015	0
10	18	0.018	0

TOLERÂNCIA DO ORIFÍCIO			
Diâmetro (mm)		Limite de tolerância (mm)	
Superior a	Até e incluindo	Alto +	Low +
18	30	0.021	0
30	50	0.025	0
50	80	0.030	0

3. Se for necessário definir as dimensões de um mandril especial, destinado a cortar a uma tolerância específica, p. ex. D8, pode ser utilizado este guia aprovado.



A = Tolerância do Orifício
 B = Tolerância do Mandril
 IT = Largura da Tolerância
 Dmax = Diâmetro Máx. do Orifício
 Dmin = Diâmetro Mín. do Orifício
 d_1 = Diâmetro Nominal
 $d_{1,max}$ = Diâmetro Máx. do Mandril
 $d_{1,min}$ = Diâmetro Mín. do Mandril

Largura da Tolerância do Diâmetro (mm)								
Largura da Tolerância (micrones)	Superior a 1 incl. 3	Superior a 3 incl. 6	Superior a 6 incl. 10	Superior a 10 incl. 18	Superior a 18 incl. 30	Superior a 30 incl. 50	Superior a 50 incl. 80	Superior a 80 incl. 120
IT5	4	5	6	8	9	11	13	15
IT6	6	8	9	11	13	16	19	22
IT7	10	12	15	18	21	25	30	35
IT8	14	18	22	27	33	39	46	54
IT9	25	30	36	43	52	62	74	87
IT10	40	48	58	70	84	100	120	140
IT11	60	75	90	110	130	160	190	220
IT12	100	120	150	180	210	250	300	350

p. ex. um orifício de 10 mm com tolerância D8, Máx. dia = 10,062, Mín. dia = 10,040, tol Orifício (IT8) = 0,022

Limite máximo: $0,15 \times \text{tolerância orifício (IT8)} = 0,0033$, arredondado = 0,004

Limite mínimo: $0,35 \times \text{tolerância orifício (IT8)} = 0,0077$, arredondado = 0,008

Limite máximo para a broca = $10,062 - 0,004 = 10,058$

Limite mínimo para a broca = $10,058 - 0,008 = 10,050$

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DURANTE A MANDRILAGEM

PROBLEMA	CAUSA	SOLUÇÃO
Patilhas quebradas ou torcidas	Adequação incorrecta da haste à anilha	Certificar-se de que a haste e a anilha estão limpas e sem danos
Rápido desgaste da ferramenta	Material restante insuficiente para remover	Aumentar a quantidade de material restante a ser removida
Orifício de tamanho excessivo	Variação excessiva da altura do bordo	Rectificar para a especificação correcta
	Deslocação no eixo da máquina	Reparar e rectificar a deslocação do eixo
	Deformações no apoio da ferramenta	Substituir apoio da ferramenta
	A haste da ferramenta está danificada	Substituir ou reafiar a haste
	Ovalização da ferramenta	Substituir ou reafiar a ferramenta
	Ângulo do bisel assimétrico	Rectificar para a especificação correcta
	Avanço ou velocidade de corte demasiado elevados	Ajustar as condições de corte em conformidade com o Catálogo
Orifício de tamanho insuficiente	Material restante insuficiente para remover	Aumentar a quantidade de material restante a ser removida
	Demasiado calor gerado durante a mandrilagem. O orifício alarga e encolhe	Aumentar o fluxo de refrigeração
	O diâmetro da ferramenta está gasto e sem tamanho suficiente	Rectificar para a especificação correcta
	Avanço ou velocidade de corte demasiado baixos	Ajustar as condições de corte em conformidade com o Catálogo
	O orifício pré-aberto é demasiado pequeno	Diminuir a quantidade de material restante a ser removida
Orifícios ovais e cónicos	Deslocação no eixo da máquina	Repair and rectify spindle displacement
	Desalinhamento entre a ferramenta e o orifício	Utilizar uma broca de ponte
	Ângulo do bisel assimétrico	Rectificar para a especificação correcta
Mau acabamento do orifício	Demasiado material restante para remover	Diminuir a quantidade de material restante a ser removida
	Ferramenta desgastada	Rectificar para a especificação correcta
	Ângulo de corte demasiado pequeno	Rectificar para a especificação correcta
	Emulsão ou óleo de corte demasiado diluídos	Increase % concentration
	Avanço e/ou velocidade demasiado baixos	Ajustar as condições de corte em conformidade com o Catálogo
	Velocidade de corte demasiado elevada	Ajustar as condições de corte em conformidade com o Catálogo
A ferramenta bloqueia e quebra	Ferramenta desgastada	Rectificar para a especificação correcta
	A inclinação traseira da ferramenta é demasiado pequena	Verificar e substituir/alterar a ferramenta
	A largura da costura é demasiado grande	Verificar e substituir/alterar a ferramenta
	O material da peça tem tendência para comprimir	Utilizar uma broca ajustável para compensar a deslocação
	O orifício pré-aberto é demasiado pequeno	Diminuir a quantidade de material restante a ser removida
	Material heterogéneo com inclusões duras	Utilizar uma broca de carboneto sólido

THREADING

GENERAL HINTS ON TAPPING

The success of any tapping operation depends on a number of factors, all of which effect the quality of the finished product.

1. Select the correct design of tap for the component material and type of hole, i.e. through or blind, from the Materials Classification chart.
2. Ensure the component is securely clamped - lateral movement may cause tap breakage or poor quality threads.
3. Select the correct size of drill from the relevant catalogue page. Always ensure that work hardening of the component material is kept to a minimum.
4. Select the correct cutting speed as shown on the catalogue product page.
5. Use appropriate cutting fluid for correct application.
6. In NC applications ensure that the feed value chosen for the program is correct. When using a tapping attachment, 95% to 97% of the pitch is recommended to allow the tap to generate its own pitch.
7. Where possible, hold the tap in a good quality torque limiting tapping attachment, which ensures free axial movement of the tap and presents it squarely to the hole. It also protects the tap from breakage if accidentally 'bottomed' in a blind hole.
8. Ensure smooth entry of the tap into the hole, as an uneven feed may cause 'bell mouthing'.

CUTTING TAPS CLASSES 2B & 3B: UNIFIED INCH SCREW THREADS

Size	TPI		Tap limits	
	UNC	UNF	Class 2B	Class 3B
0		80	H2	H1
1	64		H2	H1
1		72	H2	H1
2	56		H2	H1
2		64	H2	H1
3	48		H2	H1
3		56	H2	H1
4	40		H2	H2
4		48	H2	H1
5	40		H2	H2
5		44	H2	H1
6	32		H3	H2
6		40	H2	H2
8	32		H3	H2
8		36	H2	H2
10	24		H3	H3
10		32	H3	H2
12	24		H3	H3
12		28	H3	H3
1/4	20		H5	H3
1/4		28	H4	H3
5/16	18		H5	H3
5/16		24	H4	H3
3/8	16		H5	H3

Size	TPI		Tap limits	
	UNC	UNF	Class 2B	Class 3B
3/8		24	H4	H3
7/16	14		H5	H3
7/16		20	H5	H3
1/2	13		H5	H3
1/2		20	H5	H3
9/16	12		H5	H3
9/16		18	H5	H3
5/8	11		H5	H3
5/8		18	H5	H3
3/4	10		H5	H5
3/4		16	H5	H3
7/8	9		H6	H4
7/8		14	H6	H4
1"	8		H6	H4
1"		12	H6	H4
1.1/8	7		H8	H4
1.1/8		12	H6	H4
1.1/4	7		H8	H4
1.1/4		12	H6	H4
1.3/8	6		H8	H4
1.3/8		12	H6	H4
1.1/2	6		H8	H4
1.1/2		12	H6	H4

GEWINDEBOHREN

ALLGEMEINE HINWEISE ZUM GEWINDEBOHREN

Der Erfolg jeder Gewindebohr-Operation hängt von einer Anzahl Faktoren ab, welche alle die Qualität des fertigen Produktes beeinflussen.

1. Die korrekte Geometrie des Gewindebohrers aufgrund des zu bearbeitenden Materials und des Bohrungstyps (z. B. Durchgangs- oder Sackloch-Bohrung) aus der Materialklassifizierungstabelle wählen.
2. Das Werkzeug muss fest eingespannt sein - Rundlauffehler können zu einer schlechten Qualität des Gewindes und im schlimmsten Falle zu einem Bruch des Gewindebohrers führen.
3. Auswahl der korrekten Bohrergröße aus den Tabellen der entsprechenden Katalogseite. Eine Materialverhärtungen des zu fertigenden Bauteils sollte immer minimal gehalten werden.
4. Die korrekte Schnittgeschwindigkeit aus der Produktseite im Katalog wählen.
5. Das passende Kühlschmiermittel für die Anwendung benutzen.
6. Bei NC-Anwendungen sollten die Vorschubwerte für das gewählte Programm korrekt sein. Beim Einsatz einer Gewindebohr-Vorrichtung sollte der Vorschub auf 95% bis 97% der Steigung gewählt werden, damit der Gewindebohrer ohne Druck ins Material läuft.
7. Wenn man mit einer Gewindeschneidvorrichtung mit Kupplung arbeitet, ist es sehr wichtig, dass der Gewindebohrer ohne Druck und Zug arbeitet. Bei höherem Drehmoment schaltet die Kupplung ab (z. B. bei Berührung des Bohrungsgrundes).
8. Der Gewindebohrer sollte mit einem gleichmäßigen Vorschub in die Bohrung einlaufen, da ein ungleichmäßiger Vorschub zu einer 'Gewindeflanken-Verschiebung' führen kann.

GEWINDEBOHRER KLASSEN 2B & 3B: VEREINHEITLICHTE ZOLLGEWINDESCHRAUBEN

Größe	TPI		Gewindegrenzen	
	UNC	UNF	Klasse 2B	Klasse 3B
0		80	H2	H1
1	64		H2	H1
1		72	H2	H1
2	56		H2	H1
2		64	H2	H1
3	48		H2	H1
3		56	H2	H1
4	40		H2	H2
4		48	H2	H1
5	40		H2	H2
5		44	H2	H1
6	32		H3	H2
6		40	H2	H2
8	32		H3	H2
8		36	H2	H2
10	24		H3	H3
10		32	H3	H2
12	24		H3	H3
12		28	H3	H3
1/4	20		H5	H3
1/4		28	H4	H3
5/16	18		H5	H3
5/16		24	H4	H3
3/8	16		H5	H3

Größe	TPI		Gewindegrenzen	
	UNC	UNF	Klasse 2B	Klasse 3B
3/8		24	H4	H3
7/16	14		H5	H3
7/16		20	H5	H3
1/2	13		H5	H3
1/2		20	H5	H3
9/16	12		H5	H3
9/16		18	H5	H3
5/8	11		H5	H3
5/8		18	H5	H3
3/4	10		H5	H5
3/4		16	H5	H3
7/8	9		H6	H4
7/8		14	H6	H4
1"	8		H6	H4
1"		12	H6	H4
1.1/8	7		H8	H4
1.1/8		12	H6	H4
1.1/4	7		H8	H4
1.1/4		12	H6	H4
1.3/8	6		H8	H4
1.3/8		12	H6	H4
1.1/2	6		H8	H4
1.1/2		12	H6	H4

DRAADSNIJDEN

ALGEMENE TIPS BIJ HET TAPPEN

Het succes van de tapbewerking hangt van een aantal factoren af, die alle de kwaliteit van het tapgat beïnvloeden.

1. Gebruik de juiste tap overeenkomstig het te bewerken materiaal en het type gat, d.w.z. blind of doorlopend, overeenkomstig de “Materiaalclassificatie” tabel.
2. Verzeker u van een goede opspanning van het werkstuk – verschuiven van het stuk kan tapbreuk of slechte draadkwaliteit tot gevolg hebben.
3. Selecteer de correcte maat van de boor op de betreffende pagina van de catalogus. Sluit zoveel mogelijk zelfharding van het werkstuk uit.
4. Gebruik de juiste snijsnelheid zoals deze vermeld wordt op de pagina van de productcatalogus.
5. Gebruik de juiste snijolie.
6. Bij NC-toepassingen dient de geprogrammeerde voeding juist te zijn. Bij gebruik van een tapkop met lengtecompensatie moet men 95% tot 97% van de spoed gebruiken teneinde de tap de mogelijkheid te geven zijn eigen spoed te genereren.
7. Indien mogelijk kan men de tap het best opspannen in een tapkop van goede kwaliteit voorzien van een slipkoppeling, zodat vrije axiale beweging mogelijk is. De slipkoppeling kan de tap ook tegen breuk beschermen wanneer het draaimoment te hoog wordt of de tap per vergissing de bodem van het gat zou raken bij het tappen van een blind gat.
8. Zorg ervoor dat de tap soepel in het gat kan komen omdat een onregelmatige voeding in het begin van gat kan resulteren in spoedverschil.

SNIJTAPPEN KLASSE 2B & 3B: UNIFIED INCH SCHROEFDRADEN

Maat	TPI		Tap limieten	
	UNC	UNF	Klasse 2B	Klasse 3B
0		80	H2	H1
1	64		H2	H1
1		72	H2	H1
2	56		H2	H1
2		64	H2	H1
3	48		H2	H1
3		56	H2	H1
4	40		H2	H2
4		48	H2	H1
5	40		H2	H2
5		44	H2	H1
6	32		H3	H2
6		40	H2	H2
8	32		H3	H2
8		36	H2	H2
10	24		H3	H3
10		32	H3	H2
12	24		H3	H3
12		28	H3	H3
1/4	20		H5	H3
1/4		28	H4	H3
5/16	18		H5	H3
5/16		24	H4	H3
3/8	16		H5	H3

Maat	TPI		Tap limieten	
	UNC	UNF	Klasse 2B	Klasse 3B
3/8		24	H4	H3
7/16	14		H5	H3
7/16		20	H5	H3
1/2	13		H5	H3
1/2		20	H5	H3
9/16	12		H5	H3
9/16		18	H5	H3
5/8	11		H5	H3
5/8		18	H5	H3
3/4	10		H5	H5
3/4		16	H5	H3
7/8	9		H6	H4
7/8		14	H6	H4
1"	8		H6	H4
1"		12	H6	H4
1.1/8	7		H8	H4
1.1/8		12	H6	H4
1.1/4	7		H8	H4
1.1/4		12	H6	H4
1.3/8	6		H8	H4
1.3/8		12	H6	H4
1.1/2	6		H8	H4
1.1/2		12	H6	H4

TARAUDE

RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES POUR LE TARAUDE

Le succès de toute opération de taraudage est fonction d'un nombre de facteurs, chacun affectant la qualité du produit fini.

1. Sélectionner le type de taraud qui convient à la matière de la pièce et au type de trou, borgne ou débouchant, dans le tableau de classification des matériaux.
2. Veiller à la rigidité du bridage de la pièce, tout mouvement latéral pouvant causer la rupture du taraud ou la production d'un filetage de mauvaise qualité.
3. Sélectionner le diamètre de foret correct sur la page adéquate du catalogue. Veiller toujours à éviter autant que possible l'écaillage de la pièce.
4. Sélectionner la vitesse de coupe correcte comme il est décrit sur la page produit du catalogue.
5. Utiliser le liquide de coupe adapté à l'application.
6. Sur les machines à commandes numériques, veiller à ce que le programme utilise une valeur de pas correcte. Avec un adaptateur de taraudage, utiliser 95 % à 97 % du pas pour permettre au taraud de générer son propre pas.
7. Si possible, utiliser un adaptateur de taraudage à limiteur de couple de bonne qualité, qui laisse le taraud libre de se déplacer dans le sens axial tout en garantissant sa perpendicularité par rapport au trou. Ces adaptateurs protègent également le taraud et évitent sa rupture s'il touche accidentellement le fond d'un trou borgne.
8. Veiller à la régularité de l'entrée du taraud dans le trou, car une avance irrégulière peut produire un évasement.

TARAUDS DE COUPE CLASSES 2B et 3B : FILETAGES DE VIS UNIFIES

Diamètre	Filets au pouce		Limites du taraud	
	UNC	UNF	Classe 2B	Classe 3B
0		80	H2	H1
1	64		H2	H1
1		72	H2	H1
2	56		H2	H1
2		64	H2	H1
3	48		H2	H1
3		56	H2	H1
4	40		H2	H2
4		48	H2	H1
5	40		H2	H2
5		44	H2	H1
6	32		H3	H2
6		40	H2	H2
8	32		H3	H2
8		36	H2	H2
10	24		H3	H3
10		32	H3	H2
12	24		H3	H3
12		28	H3	H3
1/4	20		H5	H3
1/4		28	H4	H3
5/16	18		H5	H3
5/16		24	H4	H3
3/8	16		H5	H3

Diamètre	Filets au pouce		Limites du taraud	
	UNC	UNF	Classe 2B	Classe 3B
3/8		24	H4	H3
7/16	14		H5	H3
7/16		20	H5	H3
1/2	13		H5	H3
1/2		20	H5	H3
9/16	12		H5	H3
9/16		18	H5	H3
5/8	11		H5	H3
5/8		18	H5	H3
3/4	10		H5	H5
3/4		16	H5	H3
7/8	9		H6	H4
7/8		14	H6	H4
1"	8		H6	H4
1"		12	H6	H4
1.1/8	7		H8	H4
1.1/8		12	H6	H4
1.1/4	7		H8	H4
1.1/4		12	H6	H4
1.3/8	6		H8	H4
1.3/8		12	H6	H4
1.1/2	6		H8	H4
1.1/2		12	H6	H4

ROSCADO

INSTRUCCIONES GENERALES PARA EL ROSCADO

El éxito de toda operación de roscado depende de diversos factores; todos ellos afectan a la calidad del producto acabado.

1. Seleccione el diseño correcto del macho para el material del componente y el tipo de agujero, es decir, pasante o ciego, de la tabla Clasificación de materiales.
2. Asegurar que el componente esté bien sujeto, ya que el movimiento lateral podría causar la rotura del macho o la formación de roscas de mala calidad.
3. Seleccionar el tamaño correcto de la broca de la página del catálogo correspondiente. Asegurarse siempre de mantener al mínimo el endurecimiento del material del componente.
4. Seleccionar la velocidad de corte correcta, según se muestra en la página de productos del catálogo.
5. Usar el fluido de corte adecuado para la aplicación correcta.
6. En aplicaciones NC, asegurar que el valor de avance escogido para el programa sea el correcto. Al usar un accesorio de roscar, se recomienda un 95% a 97% del paso para permitir que el macho genere su propio paso.
7. Siempre que sea posible, sujetar el macho con un dispositivo de roscar de alta calidad con limitador de par; esto asegura el movimiento axial libre del macho y lo sitúa encuadrado en el agujero. Además protege el macho de una posible rotura si "toca fondo" accidentalmente en un agujero ciego.
8. Asegurar la introducción suave del macho en el agujero, ya que un avance desigual podría producir "abocinamiento".

MACHOS CLASE 2B y 3B: ROSCAS DE TORNILLO DE UNA PULGADA UNIFICADAS

Tamaño	TPI		Límites del macho	
	UNC	UNF	Clase 2B	Clase 3B
0		80	H2	H1
1	64		H2	H1
1		72	H2	H1
2	56		H2	H1
2		64	H2	H1
3	48		H2	H1
3		56	H2	H1
4	40		H2	H2
4		48	H2	H1
5	40		H2	H2
5		44	H2	H1
6	32		H3	H2
6		40	H2	H2
8	32		H3	H2
8		36	H2	H2
10	24		H3	H3
10		32	H3	H2
12	24		H3	H3
12		28	H3	H3
1/4	20		H5	H3
1/4		28	H4	H3
5/16	18		H5	H3
5/16		24	H4	H3
3/8	16		H5	H3

Tamaño	TPI		Límites del macho	
	UNC	UNF	Clase 2B	Clase 3B
3/8		24	H4	H3
7/16	14		H5	H3
7/16		20	H5	H3
1/2	13		H5	H3
1/2		20	H5	H3
9/16	12		H5	H3
9/16		18	H5	H3
5/8	11		H5	H3
5/8		18	H5	H3
3/4	10		H5	H5
3/4		16	H5	H3
7/8	9		H6	H4
7/8		14	H6	H4
1"	8		H6	H4
1"		12	H6	H4
1.1/8	7		H8	H4
1.1/8		12	H6	H4
1.1/4	7		H8	H4
1.1/4		12	H6	H4
1.3/8	6		H8	H4
1.3/8		12	H6	H4
1.1/2	6		H8	H4
1.1/2		12	H6	H4

ROSCAGEM

DICAS GERAIS SOBRE A ABERTURA DE ROSCAS

O sucesso de qualquer trabalho de fundição depende de um número de factores, influenciando todos eles a qualidade do produto acabado.

1. Seleccionar o “design” correcto da tarraxa para o material componente e tipo de orifício, ou seja, profundo ou cego, da tabela de Classificação de Materiais.
2. Assegurar que o componente está bem fixo - os movimentos laterais podem provocar a ruptura da tarraxa ou roscas de má qualidade.
3. Seleccionar o tamanho correcto da broca da página do catálogo relevante. Assegurar sempre que a têmpera do material componente é reduzida ao mínimo.
4. Seleccionar a velocidade de corte correcta, conforme apresentado na página do catálogo do produto.
5. Utilizar fluido de corte apropriado para uma aplicação correcta.
6. Em aplicações NC, assegurar que o valor de avanço escolhido para o programa está correcto. Ao utilizar um aparelho de roscagem, recomenda-se 95% a 97% do passo, para permitir que a válvula gere o seu próprio passo.
7. Sustentar a tarraxa, quando possível, com um binário de boa qualidade, limitando o acessório de abertura de roscas, assegurando, assim, um movimento axial livre da tarraxa e apresentando-a perfeitamente ao orifício. Isso também evita que a tarraxa quebre, caso “caia” acidentalmente num orifício cego.
8. Assegurar uma penetração suave da tarraxa no orifício, pois um avanço irregular poderá causar o afilamento do orifício.

TARRAXAS DE CORTE DE CLASSE 2B & 3B: ROSCAS DE POLEGADA UNIFICADAS

Tamanho	TPI		Limites da tarraxa	
	UNC	UNF	Classe 2B	Classe 3B
0		80	H2	H1
1	64		H2	H1
1		72	H2	H1
2	56		H2	H1
2		64	H2	H1
3	48		H2	H1
3		56	H2	H1
4	40		H2	H2
4		48	H2	H1
5	40		H2	H2
5		44	H2	H1
6	32		H3	H2
6		40	H2	H2
8	32		H3	H2
8		36	H2	H2
10	24		H3	H3
10		32	H3	H2
12	24		H3	H3
12		28	H3	H3
1/4	20		H5	H3
1/4		28	H4	H3
5/16	18		H5	H3
5/16		24	H4	H3
3/8	16		H5	H3

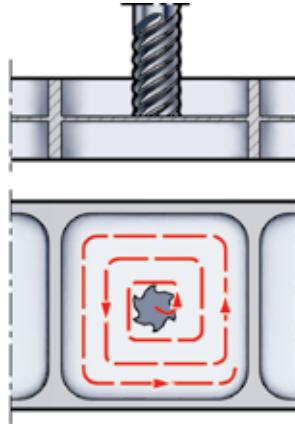
Tamanho	TPI		Limites da tarraxa	
	UNC	UNF	Classe 2B	Classe 3B
3/8		24	H4	H3
7/16	14		H5	H3
7/16		20	H5	H3
1/2	13		H5	H3
1/2		20	H5	H3
9/16	12		H5	H3
9/16		18	H5	H3
5/8	11		H5	H3
5/8		18	H5	H3
3/4	10		H5	H5
3/4		16	H5	H3
7/8	9		H6	H4
7/8		14	H6	H4
1"	8		H6	H4
1"		12	H6	H4
1.1/8	7		H8	H4
1.1/8		12	H6	H4
1.1/4	7		H8	H4
1.1/4		12	H6	H4
1.3/8	6		H8	H4
1.3/8		12	H6	H4
1.1/2	6		H8	H4
1.1/2		12	H6	H4

MACHINING OF THIN BASES

As with the machining of thin walls, common problems faced here relate to vibration and allowances. Therefore, the stiffness of the whole system (clamping, tool assembly, workpiece) has to be maximised, with the two-fold positive effect of reducing vibration and assisting dimensional control.

RECOMMENDATIONS:

- For closed pockets with thin bases use pre-drilling of a starting hole or, as an alternative, a helical interpolation approach at the centre of the base area, then mill outward in a helical path from that point
- Whenever possible support the base from the opposite side (i.e. with push rods)
- If the component has a hole at the centre of the base, leave a support leg in place when machining the first side, then machine the second side and, finally, remove the leg producing the hole



SURFACE QUALITY – VIBRATION PROBLEMS

Every component has general or specific requirements for surface quality. The parameters most commonly measured are Ra (arithmetic roughness) and Rz (average 5 max peak-valley), which affect wear behaviour, corrosion resistance and quality grade of the component. In end milling the parameters with the highest influence on roughness are: feed/tooth, tool assembly run-out, tool assembly length and clamping stiffness. Vibration should always be kept under control as it can drastically reduce Ra-Rz.

RECOMMENDATIONS:

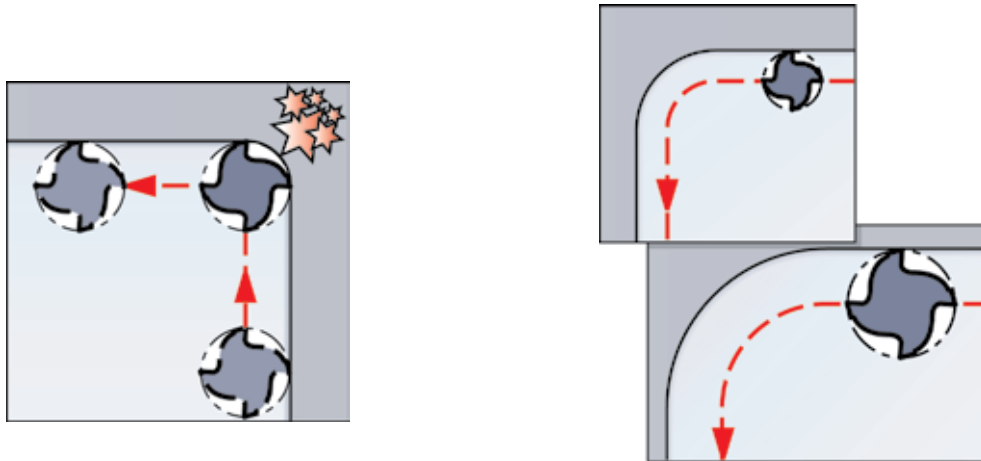
- Reduce feed/tooth to increase surface quality
- Try to minimise tool assembly run-out i.e. for finishing operations use a high precision chuck
- Leave a stock of 0.2 – 0.5 mm to remove in a finishing pass on surfaces with critical Ra-Rz requirements
- Choose a cutter with the lowest cutting length compatible with programmed axial depth of cut
- Choose a cutter with the maximum diameter compatible with the operation to perform
- Use cutters equipped with Dormer's unequal helix geometry to minimise vibration

MACHINING OF CORNERS

Both internal and external corners need to be approached with the right strategy in order to minimise vibration, tool chipping and poor surface quality. The optimum choice is a cutter with a diameter smaller than that of the corner combined with a strategy of circular interpolation, reducing the feed rate appropriately. For external corners connect the passes along the two sides of the corner with circular interpolation (roll-on technique).

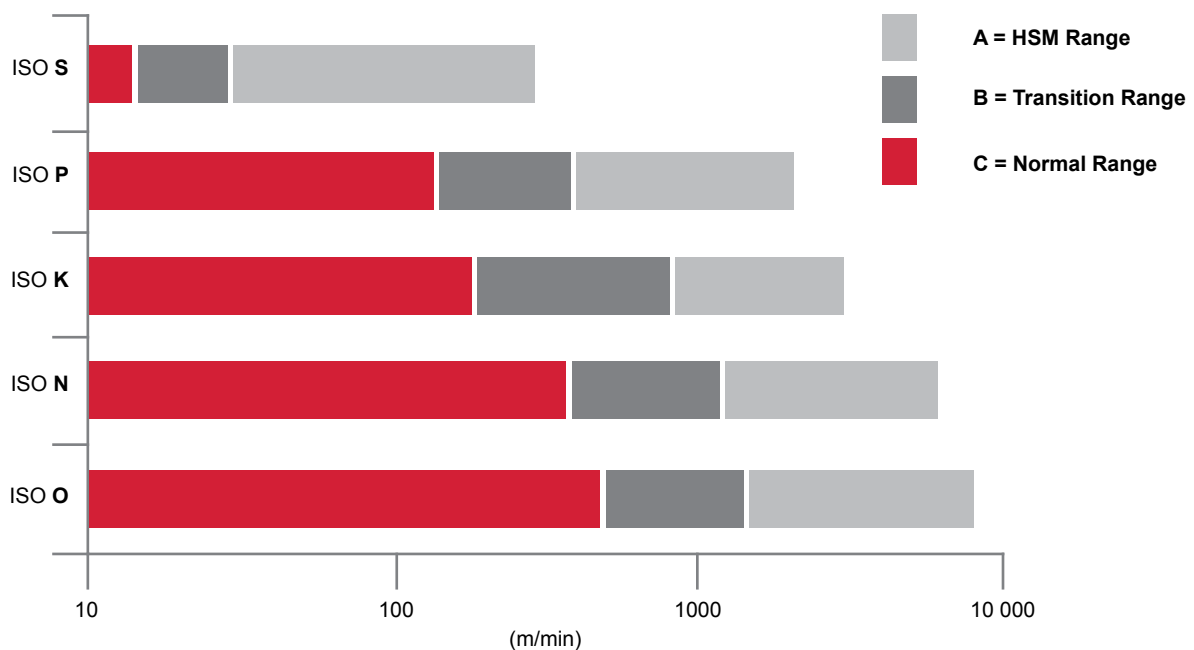
RECOMMENDATIONS:

- Avoid using a cutter with a diameter matching that of the corner
- To minimise vibration and increase surface quality choose a cutter radius $< \frac{2}{3}$ corner radius



HIGH SPEED MACHINING (HSM)

High Speed Machining (HSM) may be defined as operating at cutting speeds significantly higher (5-10 times) than those typically utilised in conventional machining, with the following main advantages: temperature reduction at the cutting edges (low wear), reduction of vibration problems and higher stability, increased MRR and reduced machining time. The machine-tool has to be specifically designed for HSM and the correct machining strategy has to be selected to maximise the performance of the machine.

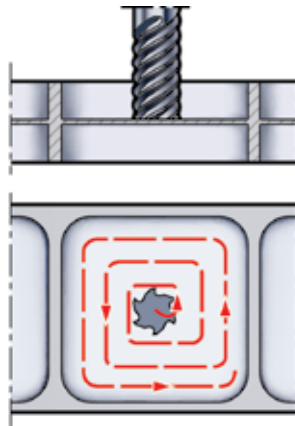


BEARBEITUNG VON DÜNNEN BÖDEN

Wie bei der Bearbeitung von dünnen Stegen sind auch hier die häufigsten Probleme Vibration und Maßhaltigkeit. Aus diesem Grund die Steifigkeit des gesamten Systems (Spannvorrichtung, Werkzeug, Werkstück) maximieren. Dadurch wird sowohl die Vibration verringert als auch die Dimensionskontrolle unterstützt.

EMPFEHLUNGEN:

- Für geschlossene Taschen mit dünnen Böden zunächst eine Startbohrung vorbohren oder alternativ mit Kreisinterpolation im Zentrum der Grundfläche beginnen und dann von diesem Punkt nach außen in einer spiralförmigen Bahn fräsen
- Nach Möglichkeit die Grundfläche von der anderen Seite aus abstützen
- Bei einem Bauteil mit einer Öffnung im Zentrum der Grundfläche, einen Stützfuß bei der Bearbeitung der ersten Seite belassen, dann die zweite Seite bearbeiten



OBERFLÄCHENQUALITÄT – VIBRATIONSPROBLEME

Jedes Bauteil hat allgemeine oder spezifische Anforderungen zur Oberflächenqualität. Die am weitesten verbreiteten Messgrößen sind R_a (arithmetische Rauheit) und R_z (durchschnitt von 5 max. Rautiefen), die Verschleißverhalten, Korrosionsbeständigkeit und Qualitätsgrad des Bauteils beeinflussen. Die Parameter, die die Rauheit beim Fräsen am meisten beeinflussen, sind: Vorschub/Zahn, Rundlaufabweichung, Werkzeuglänge und Stabilität der Spannvorrichtung. Vibrationen so gering wie möglich halten, da dadurch R_a - R_z erheblich reduziert werden können.

EMPFEHLUNGEN:

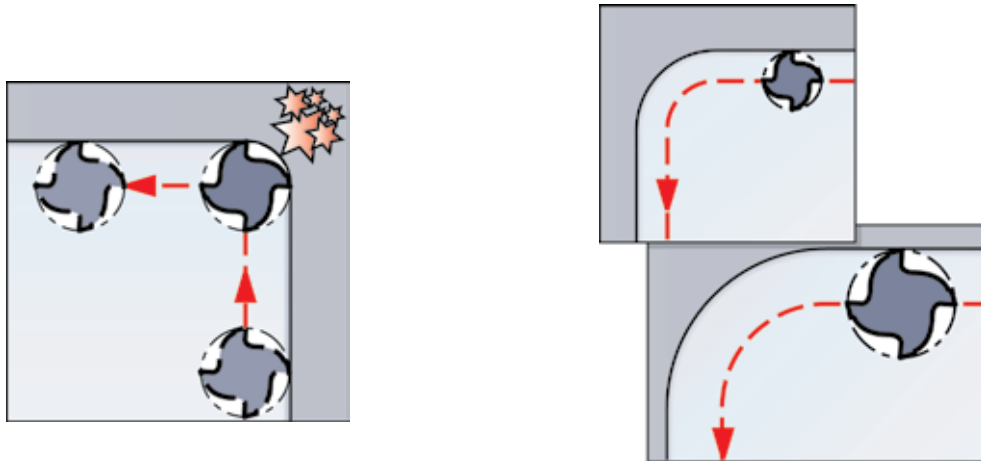
- Vorschub/Zahn verringern, um Oberflächenqualität zu verbessern
- Rundlaufabweichung möglichst gering halten, indem z. B. bei der Endbearbeitung ein Präzisionsspannfutter genutzt wird
- Bei Oberflächen mit besonderen R_a - R_z Anforderungen, ein Aufmaß von 0,2 – 0,5 mm belassen, das bei der Endbearbeitung abgetragen wird
- Fräser mit der kleinstmöglichen Schnittlänge für die programmierte axiale Schnitttiefe wählen
- Fräser mit dem größtmöglichen Durchmesser für die auszuführende Operation wählen
- Zur Minimierung von Vibrationen, Fräser von Dormer mit ungleicher Spiralwinkelgeometrie verwenden

ECKBEARBEITUNG

Innere und äußere Ecken müssen mit der richtigen Strategie bearbeitet werden, um Vibrationen, Werkzeugausbrüche und schlechte Oberflächenqualität so gering wie möglich zu halten. Optimal ist die Wahl eines Fräasers mit einem kleineren Durchmesser als die Ecke in Kombination mit Kreisinterpolation und der entsprechenden Reduzierung des Vorschubs. Für Außenkanten die Schnitte entlang der beiden Seiten der Ecke mit Kreisinterpolation verbinden (Roll-on Technik).

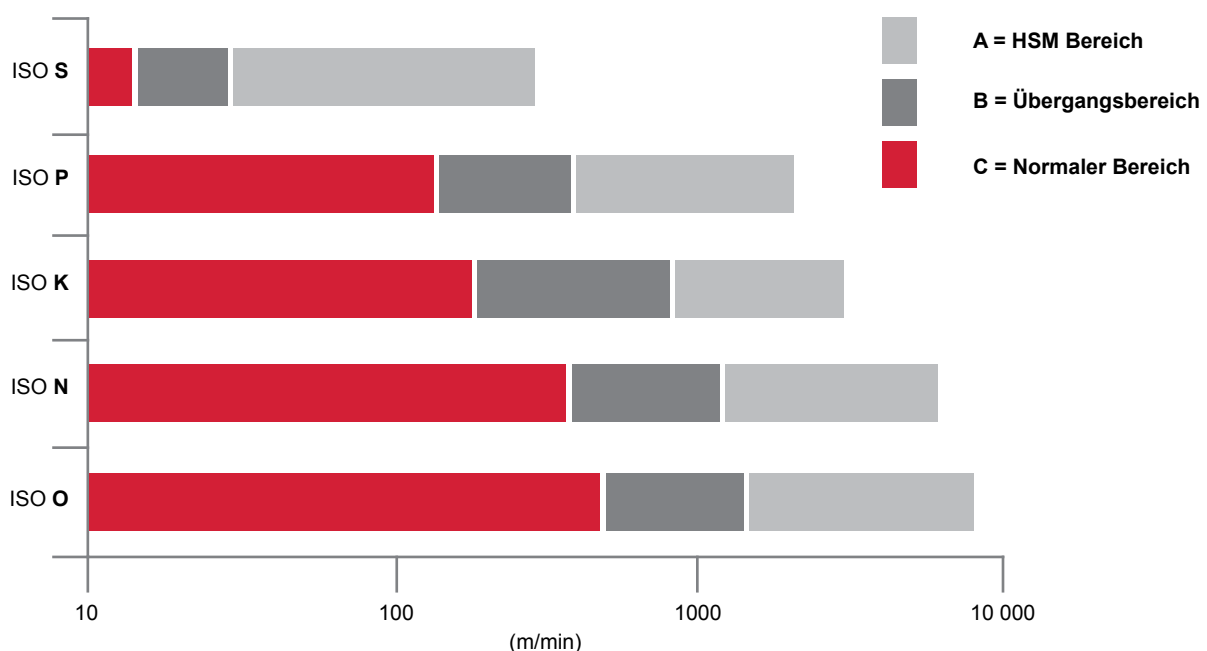
EMPFEHLUNGEN:

- Den Einsatz eines Fräasers mit demselben Durchmesser wie die Ecke vermeiden
- Um Vibration zu reduzieren und die Oberflächenqualität zu erhöhen, einen Fräserradius von $< \frac{2}{3}$ Eckradius auswählen



HOCHGESCHWINDIGKEITSBEARBEITUNG (HSM)

Bei der Hochgeschwindigkeitsbearbeitung (HSM) wird mit erheblich höheren Schnittgeschwindigkeiten (5-10 Mal) als bei der herkömmlichen Bearbeitung gearbeitet. Das hat die folgenden Vorteile: Niedrigere Temperaturen an den Schnittkanten (geringer Verschleiß), weniger Vibrationsprobleme, höhere Stabilität sowie höhere Abtragungsraten (MRR) und verkürzte Bearbeitungszeit. Die Werkzeugmaschine muss für HSM geeignet sein. Um die Maschinenleistung maximal zu nutzen, muss außerdem die richtige Bearbeitungsstrategie gewählt werden.

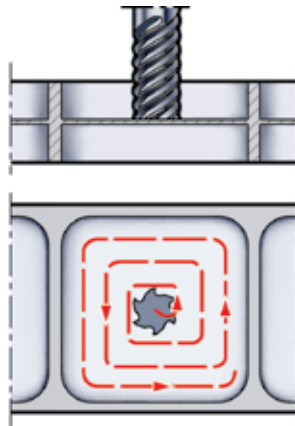


MACHINING OF THIN BASES

As with the machining of thin walls, common problems faced here relate to vibration and allowances. Therefore, the stiffness of the whole system (clamping, tool assembly, workpiece) has to be maximised, with the two-fold positive effect of reducing vibration and assisting dimensional control.

RECOMMENDATIONS:

- For closed pockets with thin bases use pre-drilling of a starting hole or, as an alternative, a helical interpolation approach at the centre of the base area, then mill outward in a helical path from that point
- Whenever possible support the base from the opposite side (i.e. with push rods)
- If the component has a hole at the centre of the base, leave a support leg in place when machining the first side, then machine the second side and, finally, remove the leg producing the hole



SURFACE QUALITY – VIBRATION PROBLEMS

Every component has general or specific requirements for surface quality. The parameters most commonly measured are Ra (arithmetic roughness) and Rz (average 5 max peak-valley), which affect wear behaviour, corrosion resistance and quality grade of the component. In end milling the parameters with the highest influence on roughness are: feed/tooth, tool assembly run-out, tool assembly length and clamping stiffness. Vibration should always be kept under control as it can drastically reduce Ra-Rz.

RECOMMENDATIONS:

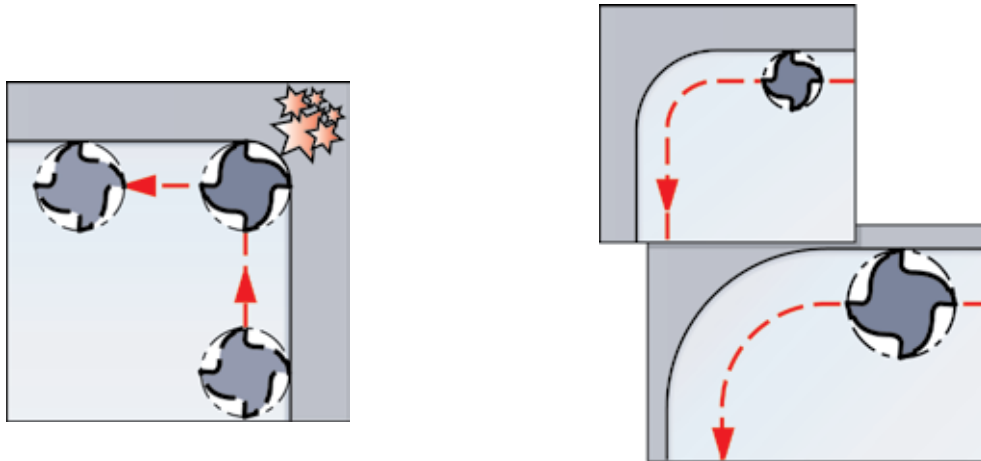
- Reduce feed/tooth to increase surface quality
- Try to minimise tool assembly run-out i.e. for finishing operations use a high precision chuck
- Leave a stock of 0.2 – 0.5 mm to remove in a finishing pass on surfaces with critical Ra-Rz requirements
- Choose a cutter with the lowest cutting length compatible with programmed axial depth of cut
- Choose a cutter with the maximum diameter compatible with the operation to perform
- Use cutters equipped with Dormer's unequal helix geometry to minimise vibration

MACHINING OF CORNERS

Both internal and external corners need to be approached with the right strategy in order to minimise vibration, tool chipping and poor surface quality. The optimum choice is a cutter with a diameter smaller than that of the corner combined with a strategy of circular interpolation, reducing the feed rate appropriately. For external corners connect the passes along the two sides of the corner with circular interpolation (roll-on technique).

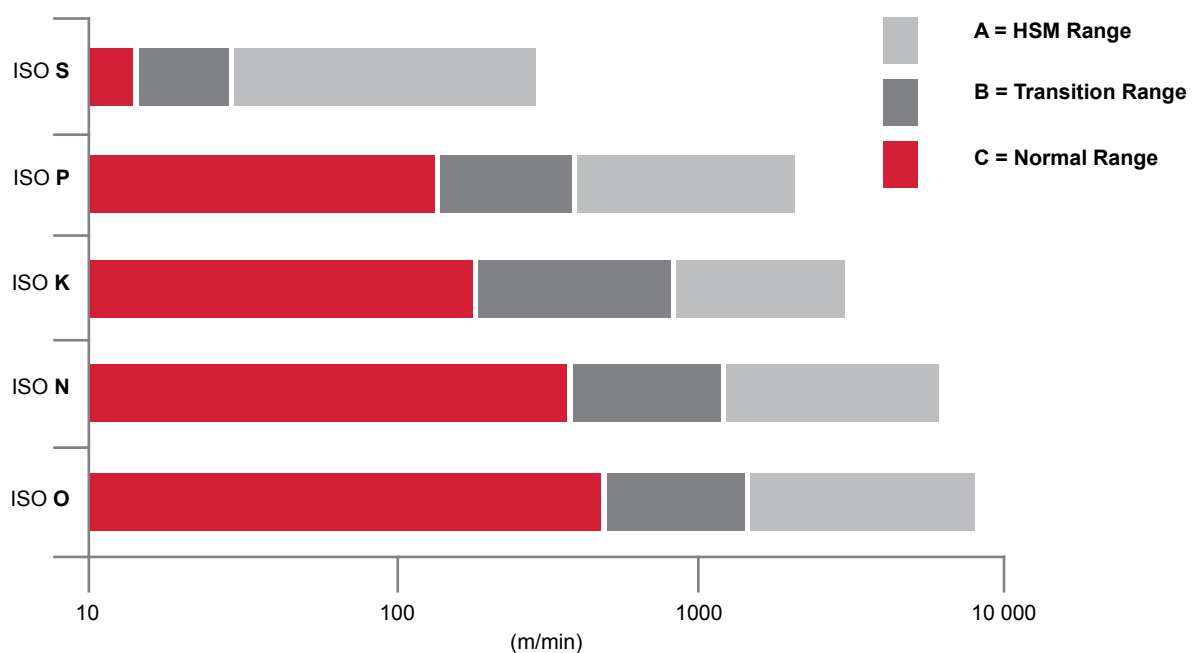
RECOMMENDATIONS:

- Avoid using a cutter with a diameter matching that of the corner
- To minimise vibration and increase surface quality choose a cutter radius $< \frac{2}{3}$ corner radius



HIGH SPEED MACHINING (HSM)

High Speed Machining (HSM) may be defined as operating at cutting speeds significantly higher (5-10 times) than those typically utilised in conventional machining, with the following main advantages: temperature reduction at the cutting edges (low wear), reduction of vibration problems and higher stability, increased MRR and reduced machining time. The machine-tool has to be specifically designed for HSM and the correct machining strategy has to be selected to maximise the performance of the machine.

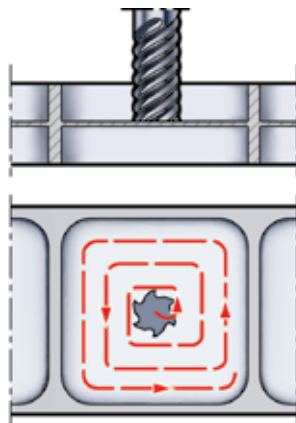


USINAGE DE BASES FINES

Comme pour l'usinage de parois fines, les problèmes les plus courants ici sont liés aux vibrations et aux tolérances. La rigidité de tout le système (fixation, outil, pièce) doit donc être maximale afin de réduire les vibrations et d'aider au contrôle dimensionnel.

RECOMMANDATIONS :

- Pour les poches fermées avec des bases fines, utiliser un avant-trou ou une approche par interpolation hélicoïdale au centre de la surface de base, puis fraiser vers l'extérieur sur un chemin hélicoïdal à partir de ce point
- Lorsque c'est possible, soutenir la base du côté opposé (avec des tringles)
- Si la pièce comporte un trou au centre de la base, laisser un pied support en place lors de l'usinage du premier côté, puis usiner le deuxième côté et enfin enlever le pied support à l'origine du trou



QUALITE DE SURFACE – PROBLEMES DE VIBRATION

Chaque pièce a des exigences générales ou spécifiques quant à la qualité de surface. Les paramètres généralement les plus mesurés sont Ra (rugosité arithmétique) et Rz (5 hauteurs maximales moyennes de saillies et de creux) qui affectent le comportement d'usure, la résistance à la corrosion et la nuance de qualité. Lors du fraisage de finition, les paramètres ayant la plus grande influence sur la rugosité sont : avance/relief, le faux rond de l'outil, longueur de l'outil et rigidité de la fixation. Les vibrations doivent être toujours gardées sous contrôle, car cela permet de réduire les rugosités Ra et Rz de manière significative.

RECOMMANDATIONS :

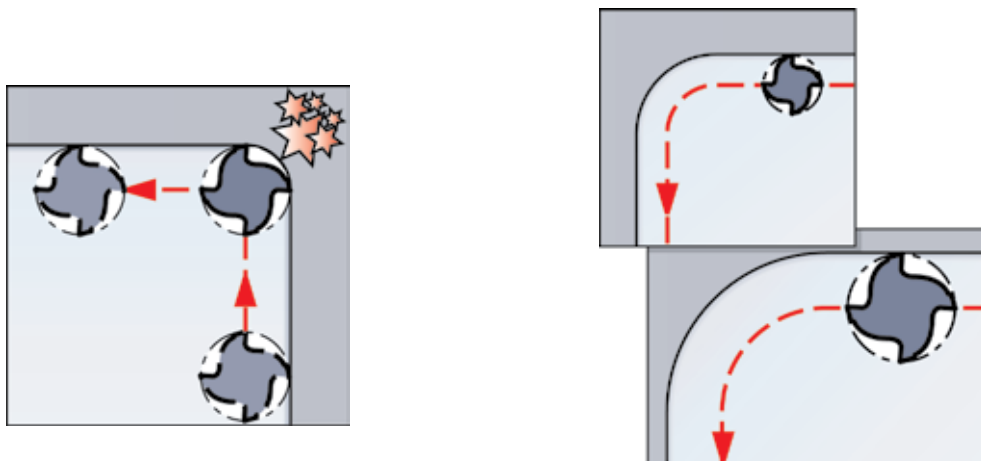
- Réduire l'avance/le relief pour accroître la qualité de surface
- Essayer de réduire le faux rond de l'outil, c.-à-d. pour les opérations de finition, utiliser un mandrin de haute précision
- Laisser 0,2–0,5 mm de matière à enlever lors d'une passe de finition sur les surfaces ayant des exigences Ra-Rz critiques
- Choisir une fraise ayant la longueur de coupe la plus basse compatible avec la profondeur de coupe axiale programmée
- Choisir une fraise ayant le diamètre maximal compatible avec l'opération à réaliser
- Utiliser des fraises équipées de la géométrie à hélice inégale de Dormer pour réduire les vibrations

USINAGE DES ANGLES

Les angles internes et externes doivent être abordés avec une stratégie correcte pour minimiser les vibrations, l'écaillage de l'outil et la mauvaise qualité de surface. Le choix optimal est une fraise ayant un diamètre inférieur à celui de l'angle combinée à une stratégie d'interpolation circulaire en réduisant la vitesse d'avance comme il se doit. Pour les angles externes, connecter les passes le long des deux arêtes de l'angle avec une interpolation circulaire (technique du roulage).

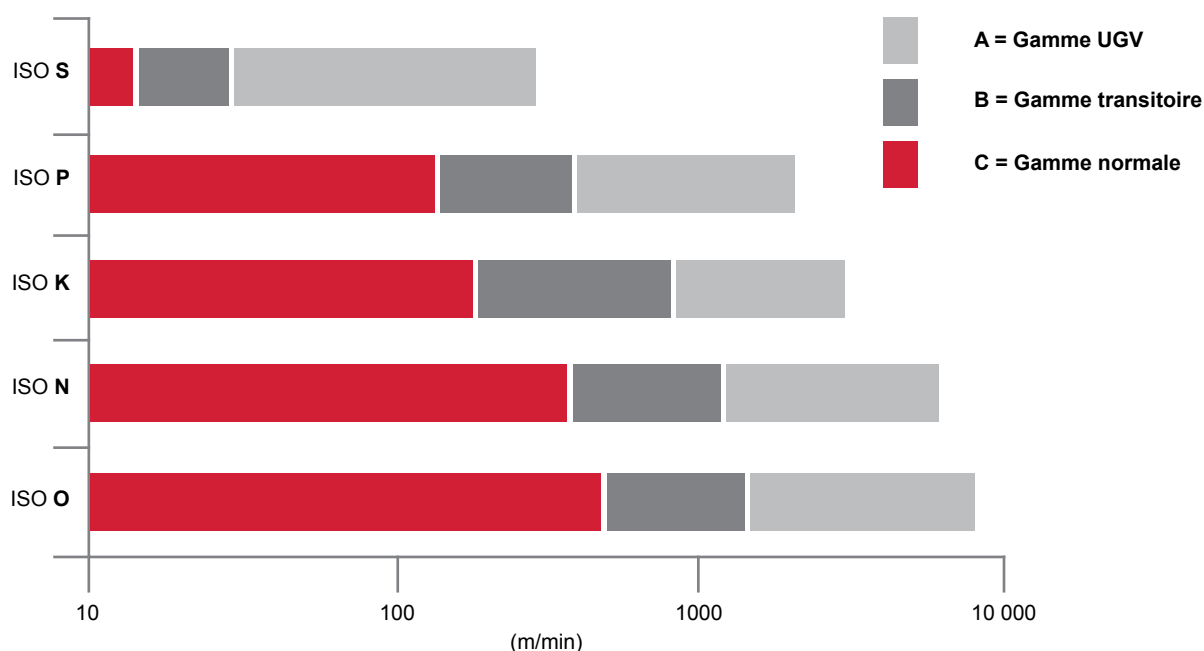
RECOMMANDATIONS :

- Eviter d'utiliser une fraise avec un diamètre correspondant à celui de l'angle
- Pour minimiser les vibrations et améliorer la qualité de surface, choisir un rayon de fraise $< \frac{2}{3}$ du rayon de l'angle



USINAGE À GRANDE VITESSE (UGV)

L'usinage à grande vitesse (UGV) peut être défini comme une opération de coupe avec des vitesses supérieures (entre 5 et 10 fois) aux vitesses habituellement utilisées en usinage conventionnel et fournit les principaux avantages suivants : réduction des températures au niveau des arêtes de coupe (faible usure), réduction des problèmes de vibration et stabilité accrue, débit de copeaux en volume accrue et temps d'usinage réduit. La machine-outil doit être conçue spécifiquement pour l'usinage à grande vitesse et une stratégie d'usinage correcte doit être sélectionnée pour optimiser les performances de la machine.

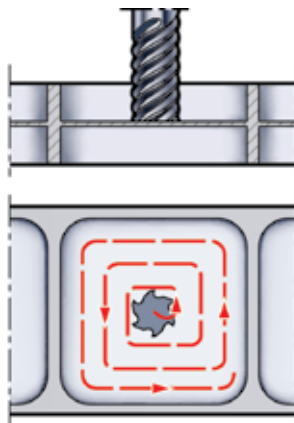


MECANIZADO DE BASES DELGADAS

Como sucede con el mecanizado de paredes delgadas, los problemas más comunes relacionados con esta operación están relacionados con la vibración y las tolerancias. Por lo tanto, debe maximizarse la rigidez del sistema completo (sujeción, conjunto de la herramienta, pieza de trabajo), con el efecto positivo doble de reducir la vibración y apoyar el control dimensional.

RECOMENDACIONES:

- En el caso de cavidades cerradas con bases delgadas, utilice el pretaladrado o un agujero inicial o, de forma alternativa, una aproximación en interpolación helicoidal en el centro del área de la base y, a continuación, frese hacia afuera siguiendo una trayectoria helicoidal a partir de ese punto
- En la medida de lo posible, sujete la base desde el lado contrario (por ejemplo, con varillas de empuje)
- Si el componente presenta un agujero en el centro de la base, coloque un soporte de apoyo en la posición adecuada al mecanizar el primer lado, mecanice a continuación el segundo y finalmente, retire el soporte para producir el agujero



CALIDAD SUPERFICIAL – PROBLEMAS DE VIBRACIÓN

Cada componente presenta unos requisitos específicos en cuanto a calidad superficial. Los parámetros medidos con mayor asiduidad son R_a (rugosidad aritmética) y R_z (media de 5 picos-valles máx.), los cuales afectan al comportamiento del desgaste, a la resistencia a la corrosión y al nivel de calidad del componente. En operaciones de fresado radial, los parámetros con mayor influencia en la rugosidad son: avance/diente, excentricidad del conjunto de la herramienta, longitud del conjunto de la herramienta y rigidez de la sujeción. La vibración debe mantenerse bajo control en todo momento ya que puede reducir de forma drástica los valores de R_a - R_z .

RECOMENDACIONES:

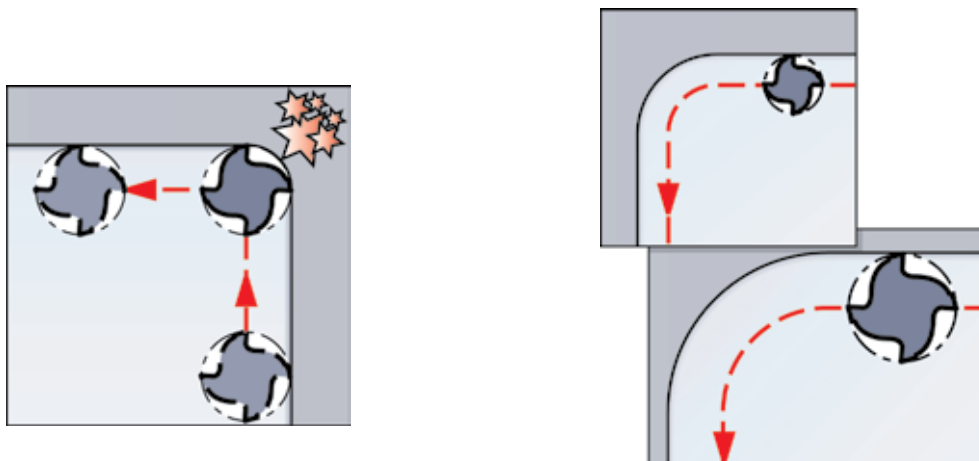
- Reduzca el avance/diente para aumentar la calidad superficial
- Trate de minimizar la excentricidad del conjunto de la herramienta; por ejemplo, para operaciones de acabado, utilice un portapinzas de alta precisión
- Deje de 0,2 a 0,5 mm de material para eliminarlo en una pasada de acabado en superficies con requisitos críticos en cuanto a R_a - R_z
- Seleccione una fresa con la longitud de corte más reducida posible que sea compatible con la profundidad de corte axial programada
- Seleccione una fresa con el diámetro máximo posible que sea compatible con la operación que va a llevarse a cabo
- Utilice fresas equipadas con la geometría de hélice desigual de Dormer para minimizar la vibración

MECANIZADO DE VÉRTICES

Para llevar a cabo la aproximación a los vértices tanto internos como externos, es preciso utilizar la estrategia adecuada con el fin de minimizar la vibración y el astillamiento de la herramienta y evitar que se obtenga un acabado superficial deficiente. La elección óptima consiste en una fresa con un diámetro más reducido que el del vértice, combinada con una estrategia de interpolación circular, reduciendo así adecuadamente la velocidad de avance. En el caso de vértices externos, conecte las pasadas en los dos lados del vértice utilizando interpolación circular (técnica de pasadas sucesivas).

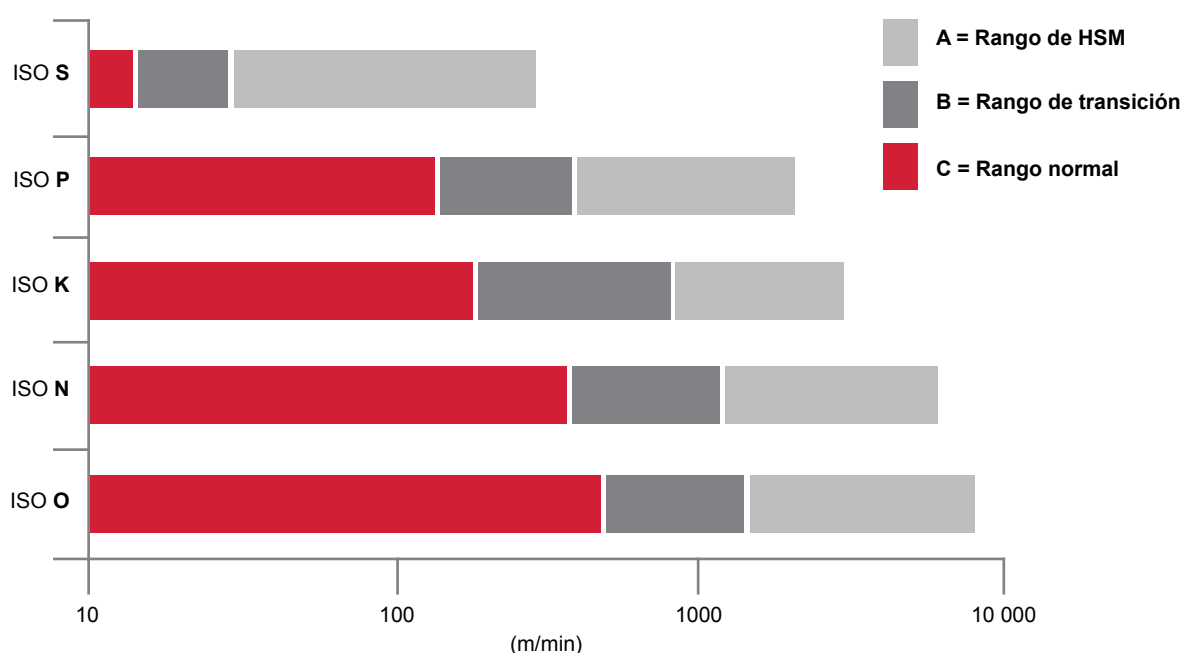
RECOMENDACIONES:

- Evitar utilizar una fresa con un diámetro correspondiente al del vértice
- Para minimizar la vibración y aumentar la calidad superficial, seleccionar un radio de fresa $< \frac{2}{3}$ radio en la punta



MECANIZADO DE ALTA VELOCIDAD (HSM)

El mecanizado de alta velocidad (HSM, por sus siglas en inglés) puede definirse como el funcionamiento a una velocidad de corte significativamente superior (5-10 veces) en comparación con la utilizada en el mecanizado convencional, lo que se traduce en las siguientes ventajas principales: reducción de la temperatura en los filos de corte (desgaste reducido), reducción de los problemas relacionados con la vibración y mayor estabilidad, aumento de la proporción de material eliminado y reducción del tiempo de mecanizado. La máquina herramienta debe estar específicamente diseñada para HSM y debe seleccionarse la estrategia de mecanizado correcta para maximizar el rendimiento de la máquina.

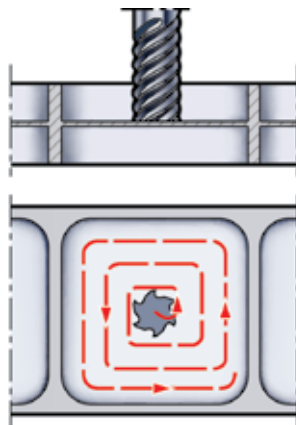


MAQUINAGEM DE BASES FINAS

À semelhança da maquinagem de paredes finas, os problemas comuns, neste caso, relacionam-se com a vibração e limites. Por isso, a rigidez de todo o sistema (bloqueamento, montagem de ferramentas, peça) tem de ser maximizada, com o efeito duplamente positivo de reduzir a vibração e assistir o controlo dimensional.

RECOMENDAÇÕES:

- Para compartimentos fechados com bases finas, utilizar a pré-fresagem de um orifício iniciante ou, em alternativa, uma abordagem de interpolação helicoidal no centro da área de base, fresando, depois, para fora num percurso helicoidal a partir desse ponto
- Sempre que possível, apoiar a base do lado oposto (ou seja, com barras)
- Se o componente tiver um orifício no centro da base, deixar um apoio no local ao maquinar o primeiro lado, maquinando, em seguida, o segundo lado e, finalmente, remover o apoio que cria o orifício



QUALIDADE DA SUPERFÍCIE - PROBLEMAS DE VIBRAÇÃO

Cada componente tem requisitos gerais ou específicos para a qualidade da superfície. Os parâmetros mais vulgarmente medidos são a Ra (rigidez aritmética) e Rz (pico-vale médio 5 máx), que afecta o comportamento de desgaste, resistência à corrosão e grau de qualidade do componente. Na fresagem, os parâmetros com mais influência na rugosidade são: avanço/dente, saída na montagem da ferramenta, comprimento da montagem da ferramenta e rigidez de bloqueamento. A vibração deve estar sempre sob controlo, pois pode reduzir drasticamente Ra-Rz.

RECOMENDAÇÕES:

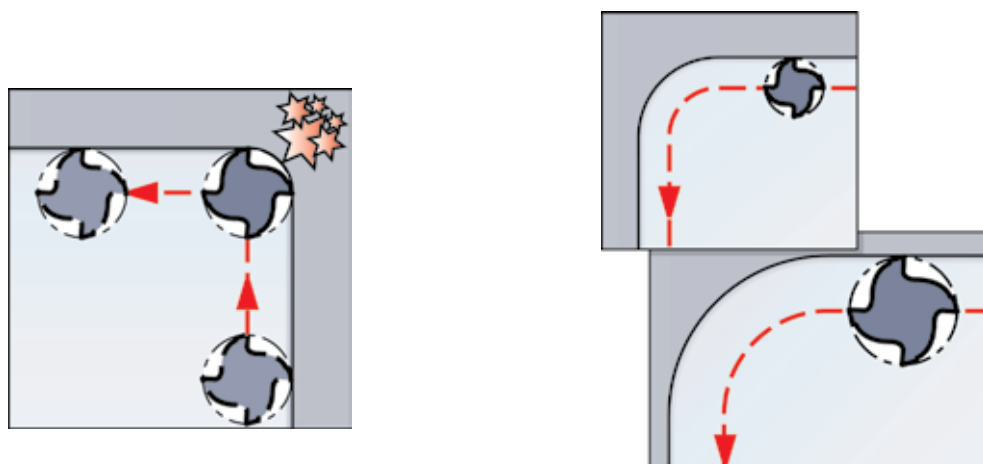
- Reduzir avanço/dente, para aumentar a qualidade da superfície
- Tentar minimizar a saída na montagem da ferramenta, ou seja, para operações de acabamento, utilizar mandril porta-ferramentas com alta precisão
- Deixar um material restante de 0,2 – 0,5 mm, para remover num passo de acabamento em superfícies com requisitos Ra-Rz críticos
- Escolher uma fresa com o comprimento de corte mais baixo, compatível com a profundidade axial programada de corte
- Escolher uma fresa com o diâmetro máximo, compatível com a operação a desempenhar
- Utilizar fresas equipadas com a geometria de hélice inigualável da Dormer, para minimizar a vibração

MAQUINAGEM DE CANTOS

Tanto os cantos internos como externos precisam ser abordados com a estratégia certa, para minimizar a vibração, lascagem da ferramenta e má qualidade da superfície. A opção ideal é uma fresa com um diâmetro mais pequeno do que o do canto, em combinação com uma estratégia de interpolação circular, reduzindo adequadamente a taxa de avanço. Para cantos externos, conectar os passos ao longo dos dois lados do canto com interpolação circular (técnica de enrolamento).

RECOMENDAÇÕES:

- Evitar a utilização de uma fresa com diâmetro igual ao do canto
- Para minimizar a vibração e aumentar a qualidade da superfície, escolher um raio de fresa $< \frac{2}{3}$ ao do canto



MAQUINAGEM A ALTA VELOCIDADE (HSM)

A Maquinagem a Alta Velocidade (HSM) poderá definir-se pelo trabalho a velocidades de corte bastante mais elevadas (5-10 vezes) do que aquelas tipicamente utilizadas na maquinagem convencional, com as seguintes vantagens principais: redução de temperatura nos extremos de corte (pouco desgaste), redução de problemas de vibração e maior estabilidade, MRR acrescido e tempo de maquinagem reduzido. A ferramenta da máquina tem de ser especificamente concebida para o HSM e a estratégia correcta de maquinagem seleccionada, para maximizar o desempenho da máquina.

