

GÜHRING

Technischer Teil

Inhalt

Seite

Bohrwerkzeuge

[4](#)

Inhaltsübersicht

[6](#)

Technischer Teil



Tiefbohrwerkzeuge

[42](#)

Inhaltsübersicht

[44](#)

Technischer Teil



Fräswerkzeuge

[86](#)

Inhaltsübersicht

[88](#)

Technischer Teil



Gewindewerkzeuge

[106](#)

Inhaltsübersicht

[108](#)

Technischer Teil



Reib-, Senk- und Entgratwerkzeuge

[156](#)

Inhaltsübersicht

[158](#)

Technischer Teil



Spannmittel GM 300

[178](#)

Inhaltsübersicht

[180](#)

Technischer Teil



Stechwerkzeuge

[224](#)

Inhaltsübersicht

[226](#)

Technischer Teil





Bohr- werkzeuge

GÜHRING

Seite

<u>6</u>	Oberflächenbehandlung und Beschichtungen für Bohrwerkzeuge
<u>10</u>	Anwendungsempfehlungen der Gühring-Schichten
<u>11</u>	Anzentrieren und Pilotieren
<u>12</u>	Anbohrstrategien
<u>14</u>	Kühlmitteldrücke und -volumen
<u>15</u>	Bohrungsqualitäten
<u>16</u>	Anwendungshinweise/Troubleshooting
<u>19</u>	Schneidstoffe für Gühring-Werkzeuge
<u>22</u>	Begriffe, Maße und Winkel
<u>23</u>	Anschliffformen
<u>24</u>	Baumaße
<u>33</u>	Schaftausführungen
<u>36</u>	Toleranzen
<u>37</u>	Kernloch- und Bohrdurchmesser
<u>40</u>	Umrechnungstafel Inch-Millimeter
<u>41</u>	Werkstoff-Kurznamen



Blanke Oberfläche



Speziell für die Bearbeitung von Aluminiumguss- als auch auch Aluminiumknetlegierungen mit moderatem Siliziumgehalt, liefern unbeschichtete Bohrer sehr gute Zerspanungsleistungen. Um dem hier dominanten Adhäsionsverschleiß (Aufbauschneidenbildung) zu begegnen, sind diese Werkzeuge durch eine spezielle Geometrie, in Verbindung mit hohen Oberflächengüten im Bereich der Ausspitzung, Nut und Freiflächen, bestens an dieses Einsatzfeld angepasst.

Dampfbehandelte/nitrierte Oberfläche



Dampfbehandelte Oberflächen zeigen durch gezielte Oxidation des Randbereiches (ca. 3 bis 10 µm) einen verbesserten Korrosionsschutz der Stahloberfläche sowie ein verbessertes tribologisches Verhalten der Werkzeuge. Für abrasivere Anwendungen empfiehlt sich eine Nitrierung der Oberfläche, wodurch die Randhärte der Oberfläche erhöht und damit die Verschleißbeständigkeit des Werkzeugs verbessert wird.

TiN-Beschichtung



Max. Anwendungstemperatur: < 600°C
Farbe: goldgelb
Aufbau: einlagig
Härte: 2300 HV0,05

Die schon Anfang der 1980er Jahre durch Gühring eingeführte TiN-Beschichtung findet beim Bohren als kostengünstige Breitbandschicht auf HSS wie auch auf Hartmetall Anwendung.

FIRE/nanoFIRE-Beschichtung



Max. Anwendungstemperatur: < 800°C
Farbe: violett
Aufbau: mehrlagig
Härte: 3300 HV0,05

Die Beschichtungen FIRE und nanoFIRE enthalten neben Titan und Stickstoff auch Aluminium. Diese Schichten wurden bereits Ende der 1990er Jahren eingeführt und stellen eine Weiterentwicklung der TiN-Schichten da. Sie zeichnen sich durch eine höhere Härte sowie eine gute thermochemische Beständigkeit aus und sind sowohl für HSS- als auch für Hartmetall geeignet.



Raptor-Beschichtung



Max. Anwendungstemperatur: < 800°C
 Farbe: blaugold
 Aufbau: mehrlagig
 Härte: 3300 HV0,05

Die TiN/ TiAlN-Mehrlagenstruktur der Raptor ist verantwortlich für die gute Performance bei der Bearbeitung von Stählen. Durch eine zusätzliche reibungsmindernde Deckschicht, die auf Zirkon basiert, konnte die Leistungsfähigkeit nun auch für adhäsiv wirkende Stähle (z.B. ferritische, austenitische und Duplex-Stähle) weiter ausgebaut werden.

TiAlN-Beschichtung



Max. Anwendungstemperatur: < 800°C
 Farbe: violett
 Aufbau: einlagig
 Härte: 3300 HV0,05

Die TiAlN-Beschichtung zeigt ähnliche Eigenschaften wie FIRE und nanoFIRE und findet mit ihrem einlagigen Aufbau meist Anwendung im Bereich der Kleinstbohrer.

nanoA-Beschichtung



Max. Anwendungstemperatur: < 900°C
 Farbe: blauviolett
 Aufbau: mehrlagig, nanostrukturiert
 Härte: 3300 HV0,05

Die ebenfalls auf TiAlN basierende nanoA hat sich besonders in der Bearbeitung rostfreier Stähle bewährt, findet aber teilweise auch Anwendung beim Bohren von Guss, Titan-, Nickelbasis- und Kobalt-Chrom-Legierungen. Durch ihren nanolagigen Aufbau wird das Risswachstum hinausgezögert. Des Weiteren verfügt sie aufgrund der angepassten Zusammensetzung über eine höhere thermochemische Beständigkeit als beispielsweise TiAlN. Siliziumgehalten.

Sirius-Beschichtung



Max. Anwendungstemperatur: < 900°C
 Farbe: blaugold
 Aufbau: mehrlagig, nanostrukturiert
 Härte: 3400 HV0,05

Die im Wesentlichen auf AlTiN basierende Sirius eignet sich insbesondere für die Bearbeitung rostfreier Stähle. Durch den nanostrukturierenden Aufbau zeigt Sie eine gute Härte und Zähigkeit. Die zirkonhaltige Deckschicht soll chemische Reaktionen mit dem Werkstoff weitgehend unterbinden und damit den Spanfluss fördern.



Signum-Beschichtung



Max. Anwendungstemperatur: < 800°C
Farbe: bronze
Aufbau: mehrlagiges Nanokomposit
Härte: 5500 HV0,05

Die Signum zählt zur Gruppe der sogenannten Nanokomposite. Die Mikrostruktur zeichnet sich durch extrem feine TiAlN-Nanokristalle aus, die in eine glasartige, hochtemperaturfeste Siliziumnitridmatrix eingebettet sind. Daraus resultiert eine hohe Härte, die die Signum besonders für gehärtete Stähle und Gusswerkstoffe zur ersten Wahl macht.

Endurum-Beschichtung



Max. Anwendungstemperatur: < 800°C
Farbe: kupfer
Aufbau: mehrlagiges Nanokomposit
Härte: 4000 HV0,05

Die Endurum, ebenfalls eine Schicht aus der Familie der Nanokomposite, wurde durch Anpassung des Schichtaufbaus gezielt auf die Zerspannung von Kohlenstoff-, Automaten- und Mangan-legierter Stähle ausgelegt.

Zenit-Beschichtung



Max. Anwendungstemperatur: < 700°C
Farbe: blassgold
Aufbau: mehrlagig, nanostrukturiert
Härte: 2500 HV0,05

Die nanostrukturierte Zenit wurde gezielt für die Zerspannung von Titanlegierungen optimiert. Der spezielle Aufbau als auch die Zusammensetzung, tragen zur signifikanten Verringerung des tribochemischen Verschleißes bei und machen sie deshalb zum echten Spezialisten. Parallel liefert sie auch gute Ergebnisse beim Bohren von Aluminiumgusslegierungen mit moderaten Siliziumgehalten.

Ice-Beschichtung



Max. Anwendungstemperatur: < 1000°C
Farbe: metallisch grau
Aufbau: mehrlagig
Härte: 3500 HV0,05

Die auf Titan, Aluminium und Chrom basierende Ice ist spezialisiert auf die Zerspannung von Nichteisenmetallen, wie z.B. Kupferlegierungen sowie Bronze und Messing.



Carbo-Beschichtung



Max. Anwendungstemperatur: < 500°C
Farbe: grau-schwarz
Aufbau: einlagig
Härte: 5000 HV0,05

Die Carbo zählt zur Gruppe der DLC-Schichten (DLC – diamond-like carbon). Diese Kohlenstoffschichten besitzen diamantähnliche Eigenschaften. Die Carbo zeigt aufgrund ihrer Zusammensetzung, nämlich 100 % Kohlenstoff, und Struktur (ta-C) eine sehr hohe Härte. Dadurch erklärt sich die herausragende Performance beim Bohren von Nichteisenmetallen wie z.B. Aluminiumknet- und Aluminiumgusslegierungen (< 12% Si), Kupfer, Messing und Bronze. Zusätzlich ist sie auch in unverstärkten Kunststoffen und Holz ein zuverlässiger Partner.

Cristall-Beschichtung



Max. Anwendungstemperatur: < 600°C
Farbe: grauschwarz
Aufbau: einlagig
Härte: 8000 HV0,05

Die Cristall, als reine kristalline Diamantschicht, steht dem natürlich vorkommenden Diamanten in nichts nach. Neben vielen interessanten physikalischen Eigenschaften besticht sie durch ihre außerordentliche Härte. Dadurch eignet sich die mikrokristalline Cristall ausgezeichnet für die Zerspanung hochabrasiver Werkstoffe wie z.B. faserverstärkten Kunststoffen, Keramik, Graphit und Aluminiumgusslegierungen mit hohen Siliziumanteilen (>12 %). Applizierbar ist diese Schicht aufgrund verfahrenstechnischer Gründe ausschließlich auf speziellen Hartmetallsorten.



	Bohren		
	Hartmetall		HSS
	konventionell	MMS	
C-Stähle, Automatenstähle, Mn-Stähle	Endurum	Endurum	Fire
	Raptor	Raptor	-
	Fire	Fire	-
Stahl, niedrig legiert	Fire	Fire	Fire
	Endurum	Endurum	TiN
	Raptor	Raptor	
Stahl, legiert	Fire	Fire	Fire
	Signum	Signum	TiN
	nanoA	nanoA	
Stahl, gehärtet <55 HRC	Signum	Signum	-
	Fire	Fire	-
	TiAlN	TiAlN	-
Stahl, gehärtet 55-65 HRC	Signum	Signum	-
	Fire	Fire	-
	TiAlN	TiAlN	-
Stahl, rost- und säurebeständig	nanoA	nanoA	Sirius
	Sirius	Sirius	Fire
	Endurum	Endurum	TiN
Gusseisen	Signum	Signum	Fire
	Fire	Fire	-
	nanoA	nanoA	-
Aluminiumknetlegierung	blank	blank	blank
	Carbo	Carbo	Carbo
	Cristall	Cristall	-
Aluminiumgusslegierung (< 12% Silizium)	blank	blank	blank
	Zenit	Zenit	Zenit
	Carbo	Carbo	Carbo
Aluminiumgusslegierung (≥ 12% Silizium)	Cristall	Cristall	-
	-	-	-
	-	-	-
Nickelbasislegierungen (z.B. Inconel)	nanoA	nanoA	Fire
	Signum	Signum	-
	Fire	Fire	-
Titan/Titanlegierungen	Zenit	Zenit	Fire
	nanoA	nanoA	-
Kupfer/Bronze/Messing	ICE	ICE	TiN
	Carbo	Carbo	-
Kobalt-Chrom Legierungen	nanoA	nanoA	-
	Signum	Signum	-
	Fire	Fire	-
Edelmetalle	nanoA	nanoA	-
Keramik	Cristall	Cristall	-
Kunststoffe, unverstärkt	Carbo	-	-
Kunststoffe, faserverstärkt	Cristall	Cristall	-
	Signum	Signum	-

Hinweis:

Die Übersicht zeigt die allgemeinen Anwendungsempfehlungen der Gühring-Schichten.
Die Priorisierung erfolgt in der jeweiligen Zelle von oben nach unten.



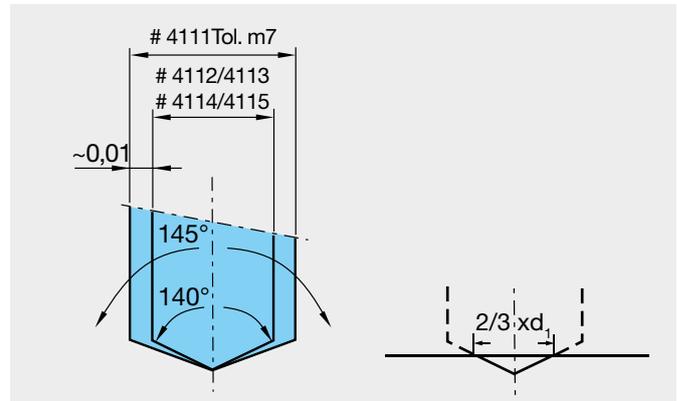
Anzentrieren und Pilotieren

Anzentrieren und Pilotieren bei HT 800-Bohrsystemen

Generell empfehlen wir für die HT800-Bohrsysteme bei Bohrtiefen größer 5xD zu zentrieren bzw. zu pilotieren.

Beim reinen Anzentrieren sollte der Anbohrdurchmesser etwa 2/3 des zu erstellenden Bohrungsdurchmessers betragen. Beim Pilotieren empfehlen wir eine Bohrtiefe von 1xD. Außerdem sollten der Spitzenwinkel sowie der Durchmesser des Pilotierwerkzeugs größer sein als der Spitzenwinkel und Durchmesser des nachfolgenden Bohrers.

Um dies sicherzustellen empfehlen wir den Einsatz der dafür optimal abgestimmten Pilotierplatten Art.-Nr. 4111 mit 145° Spitzenwinkel und m7 Durchmesser-toleranz im extra kurzen, steifen Halter Art.-Nr. 4105.



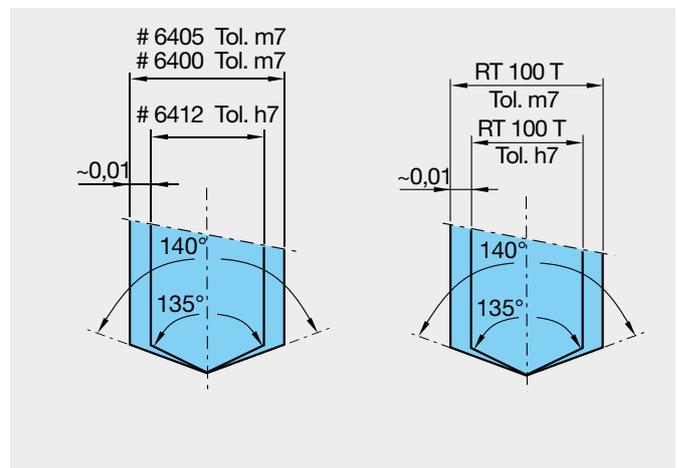
Anzentrieren und Pilotieren bei VHM-Bohrwerkzeugen

Beim Einsatz von VHM-Bohrern für Bohrtiefen von 7xD bis 12xD empfehlen wir das Anzentrieren oder die Herstellung einer Pilotbohrung mit 1xD bis 2xD Tiefe.

Bei Bohrtiefen größer 12xD ist eine Pilotbohrung mit 1xD bis 2xD Tiefe zwingend erforderlich.

Zum Pilotieren der ExclusiveLine Kleinstbohrer mit 15xD (Artikel-Nr. 6412) empfehlen wir die Verwendung der ExclusiveLine Kleinstbohrer 4xD ohne Innenkühlung (Artikel-Nr. 6400) oder 5xD mit Innenkühlung (Artikel-Nr. 6405), da sie bezüglich Spitzenwinkel sowie Durchmesser-toleranz optimal dafür ausgelegt sind.

Zum Pilotieren der spiralisierten Tieflochbohrer RT 100 T kann z.B. der Ratioboher RT 100 U mit Innenkühlung, 3xD (Artikel-Nr. 2477) verwendet werden, da er bezüglich Spitzenwinkel sowie Durchmesser-toleranz optimal dafür geeignet ist.



Anzentrieren und Pilotieren bei HSS-Bohrwerkzeugen

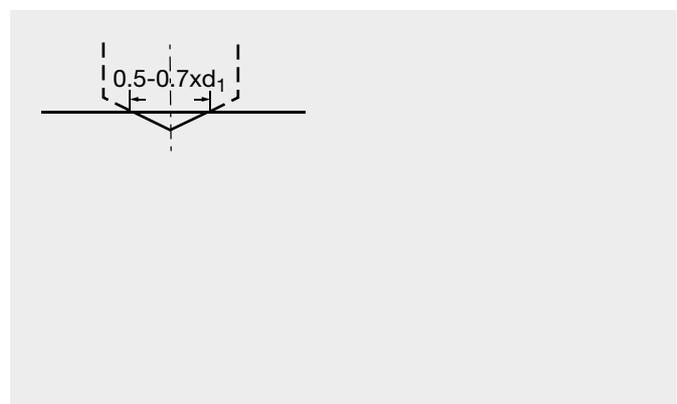
Anzentrieren bei Bohrerlängen nach DIN 340

Beim Einsatz der HSS/HSCO-Bohrer nach DIN 340 empfehlen wir das Anzentrieren mit einem Anbohrdurchmesser von 0,5-0,7-mal des Bohrer-durchmessers. Die HSS/HSCO-NC-Anbohrer sind optimal für diese Zentrierbohrung geeignet. Detaillierte Angaben zu den NC-Anbohrern finden Sie im Abschnitt NC-Anbohrer.

Pilotieren bei Bohrerlängen nach DIN 1869

Beim Einsatz der überlangen und extra langen HSS/HSCO-Bohrer nach DIN 1869 empfehlen wir die Herstellung einer Pilotbohrung mit 1xD bis 2xD Tiefe.

Die extra kurzen Bohrer, Typ GV 120, nach DIN 1897 sind hierfür optimal geeignet.





NC-Anbohrer

NC-Anbohrer

Für die Herstellung besonders positionsgenauer Bohrungen, Bohrungen mit engen Durchmesser-toleranzen, Tieflochbohrungen oder allgemein bei ungünstigen Werkstückformen (rund, rau) empfiehlt es sich, vor dem eigentlichen Bohrprozess mit einem NC-Anbohrer anzubohren. Das gewährleistet, dass der nachfolgende Bohrer positionsgenau bohrt, ein eventuelles Verlaufen des Bohrers wird vermieden.

Auch zum Herstellen von Fasen bzw. Senkungen und der Zentrierung in einem Arbeitsgang können NC-Anbohrer verwendet werden, wenn der Anbohrdurchmesser des NC-Anbohrers größer als der eigentliche Bohrungsdurchmesser gewählt wird.

NC-Anbohrer sind mit einer sehr kurzen Spann-länge und ohne Führungsfasenhinterschliff ausgeführt, um eine sehr stabile Ausführung und damit ein sehr positionsgenau-tes Anbohren zu gewährleisten. Durch diese Ausführung eignen sich NC-Anbohrer ausschließlich zum Anbohren und nicht für die Herstellung von Bohrtiefen, die größer als die Länge des Spitzenanschliffes sind.

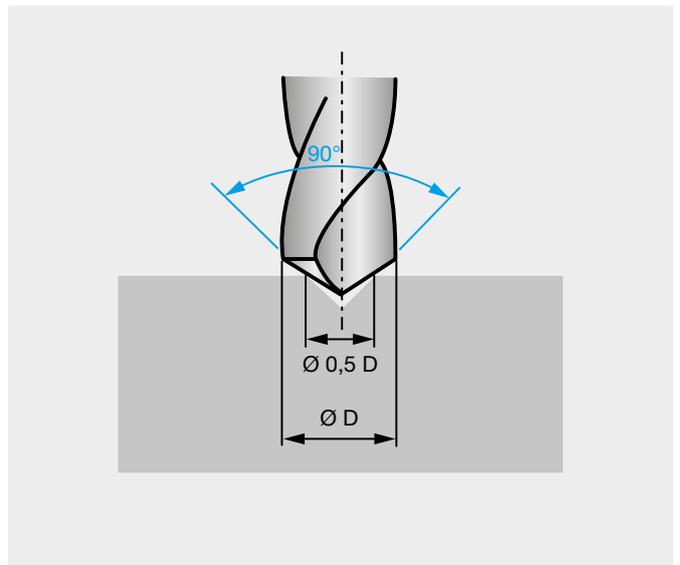
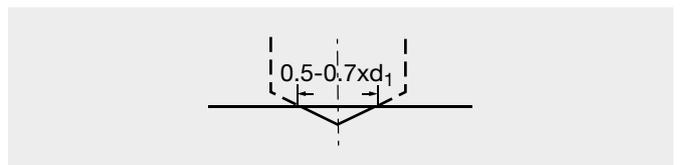
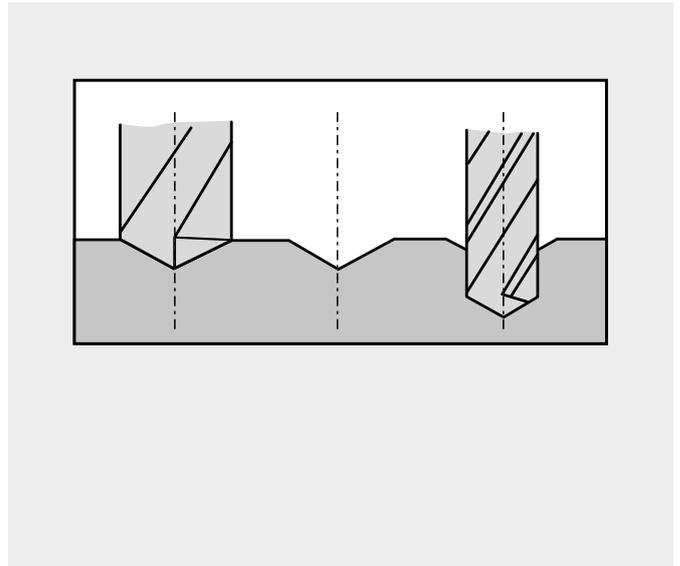
Auswahl des NC-Anbohrers

Idealerweise sollte der Anbohrdurchmesser 0,5-0,7 mal Bohrer-durchmesser gewählt werden.

90°-NC-Anbohrer

NC-Anbohrer mit 90°-Spitzenwinkel sind speziell zum Anbohren geeignet, wenn anschließend die eigentlichen Bohrungen mit HSS-/HSCO-Bohrern, die eine relativ große Querschneide haben, erzeugt werden. Dadurch wird gewährleistet, dass der nachfolgende HSS-/HSCO-Bohrer zuerst mit den Hauptschneiden bohrt und an den stabilsten Stellen der Schneidkanten geführt wird.

Außerdem sind NC-Anbohrer mit 90°-Spitzenwinkel zur Herstellung der Zentrierung und einer 90°-Senkung in einem Arbeitsgang geeignet, wenn der Anbohrdurchmesser des NC-Anbohrers größer als der eigentliche Bohrungsdurchmesser gewählt wird.

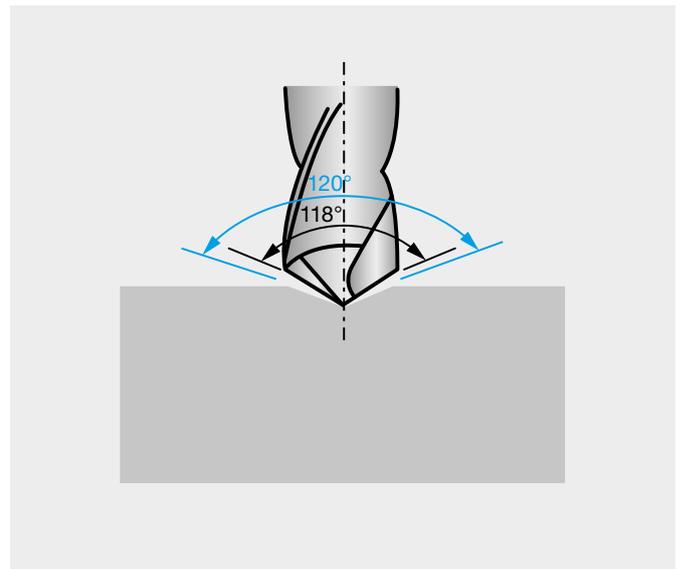




NC-Anbohrer

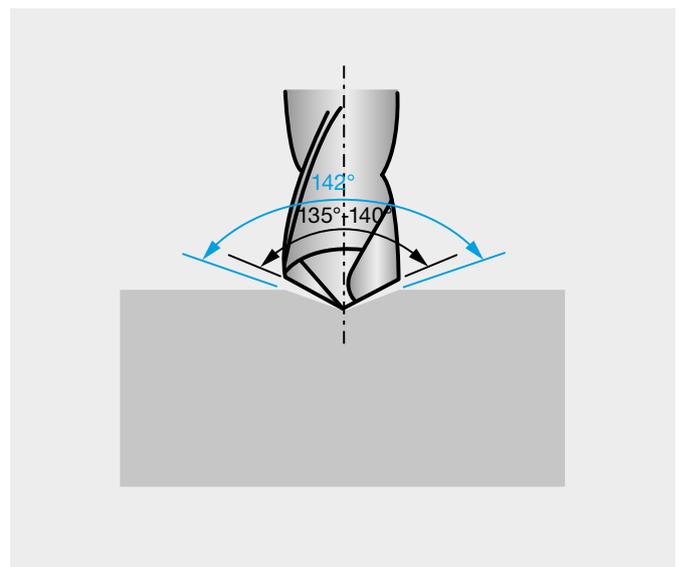
120°-NC-Anbohrer

NC-Anbohrer mit 120°-Spitzenwinkel sind speziell zum Anbohren geeignet, wenn die eigentliche Bohrung anschließend mit HSS-/HSCO-Bohrern mit 118°-Spitzenwinkel erzeugt wird. Dadurch wird gewährleistet, dass der nachfolgende HSS-/HSCO-Bohrer zuerst mit der Spitze anbohrt und satt geführt wird.



142°-NC-Anbohrer

NC-Anbohrer mit 142°-Spitzenwinkel sind speziell zum Anbohren geeignet, wenn anschließend die eigentliche Bohrung mit Hartmetallbohrern mit 135°-140°-Spitzenwinkel erzeugt wird. Dadurch wird gewährleistet, dass der nachfolgende Hartmetallbohrer zuerst mit der Spitze anbohrt, zentriert und geführt wird. Treffen die Schneidecken des Hartmetallbohrers vor der Spitze auf dem zu bearbeitenden Werkstoff auf, besteht bei Hartmetallbohrern die Gefahr von Schneid-eckenausbrüchen.



NC-Anbohrer

90°	120°	142°
		



Kühlmitteldrücke und -volumen Ratioboherer

Die in den Diagrammen dargestellten optimalen, guten und mindest notwendigen Kühlmittelvolumina gelten nur für spiralisierte Ratioboherer Typ RT 100 und sind maschinenunabhängig. Die Drücke dagegen sind maschinenabhängig, da jede Maschine andere Kühlsysteme und demzufolge andere Leckverhältnisse aufweist (Bild 1). Die dargestellten Druckwerte können deshalb nur der Information, zur Abschätzung der Größenordnung dienen. Für die Ratioboherer Typ RT 80 mit zentralem Kühlkanal sind andere Maßstäbe anzulegen (Bild 2). Die Diagramme wurden für das wichtigste Bearbeitungsgebiet der Ratioboherer, die Stahlbearbeitung, experimentell bestimmt. Sie sind als Richtwerte, aber auch zur Bearbeitung von anderen Materialien anwendbar, und zwar in erster Linie deshalb, weil zur Stahlbearbeitung stets die höchsten Kühlmitteldrücke benötigt werden. Inwieweit die Kühlung auch vom zu bearbeitenden Werkstoff abhängig ist, zeigen die bezüglich Kühlung besonders empfindlichen, gerade genuteten Ratioboherer Typ

RT 150. So sind beispielsweise die Standwegverluste durch niedrigere Drücke bei der Bearbeitung von Grauguss wesentlich größer als beim Bohren von Aluminium-Silizium-Legierungen. Dies aber nur, wenn die AISi-Legierung kurzspanend ist! Der unbedingt notwendige Mindestdruck oder der gute Druck sollte also für die Gussbearbeitung grundsätzlich etwas höher gewählt werden als für die AISi-Bearbeitung (Bild 3 und 4). Die empfohlenen Werte sind nur für Bohrtiefen bis ca. 5 x D zu verwenden. Für tiefere Bohrungen sollten innengekühlte Werkzeuge, speziell der RT 150 GN, eingesetzt werden, da die Bearbeitung (abhängig vom Werkstoff) sonst nur unwirtschaftlich durchführbar ist.

Erforderliche Kühlmitteldrücke
 — optimaler Druck
 — guter Druck
 — Mindestdruck

Erforderliche Kühlmittel-Volumen
 — optimales Volumen
 — gutes Volumen
 — Mindestvolumen

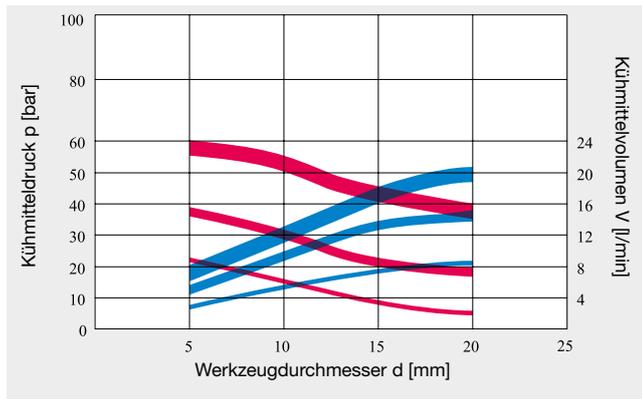


Bild 1: Erforderliche Kühlmitteldrücke und -volumen für Ratioboherer Typ RT 100 mit verdrehten Innenkühlkanälen.

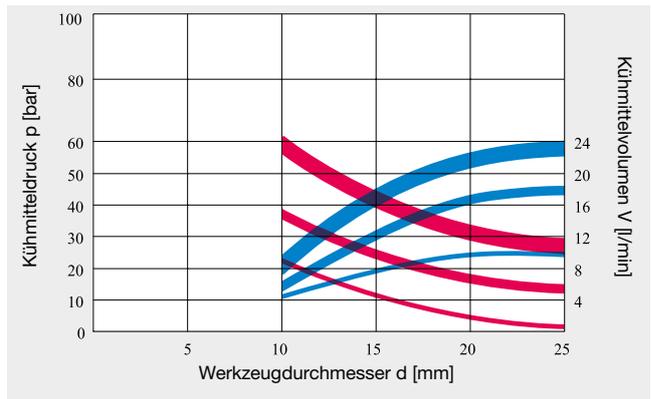


Bild 2: Erforderliche Kühlmitteldrücke und -volumen für Ratioboherer Typ RT 80 mit zentralem Innenkühlkanal

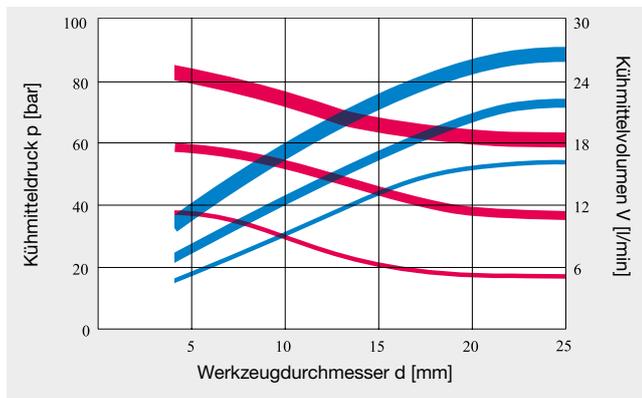


Bild 3: Erforderliche Kühlmitteldrücke und -volumen für die Bearbeitung von GG25 mit geradegenuteten Ratioboherern Typ RT 150 GG.

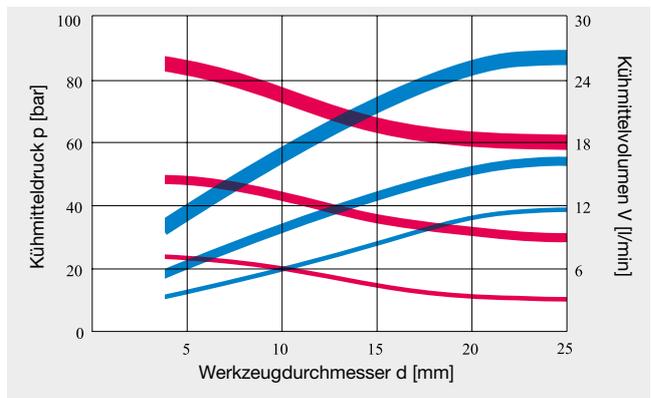


Bild 4: Erforderliche Kühlmitteldrücke und -volumen für die Bearbeitung von AISi7 mit geradegenuteten Ratioboherern Typ RT 150 GG.



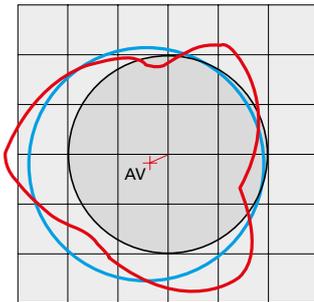
Ausgewählte, typische Bohrungsqualitäten

1. in 42CrMo4V, Ø 14,5 mm

HSS-Bohrer, Typ N Art.-Nr 651 ●

vc = 25 m/min
f = 0,25 mm/U
+Rmax = 131,8 µm
-Rmax = -49,1 µm
Ø eff. = 14,566 mm
dRmax = 103,5 µm
AV = 49,2 µm
Ra = 2,6 µm, Rz = 6,8 µm

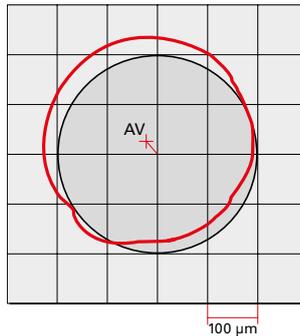
IT12



Ratioboherer, Typ RT 80 Art.-Nr 1171 ●

vc = 70 m/min
f = 0,25 mm/U
+Rmax = 42,7 µm
-Rmax = -29,6 µm
Ø eff. = 14,515 mm
dRmax = 12,9 µm
AV = 35,3 µm
Ra = 1,4 µm, Rz = 4,31 µm

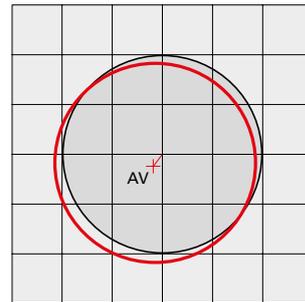
IT9



Ratioboherer, Typ RT 100 Art.-Nr 1181 ●

vc = 70 m/min
f = 0,25 mm/U
+Rmax = 26,7 µm
-Rmax = -17,2 µm
Ø eff. = 14,509 mm
dRmax = 5,2 µm
AV = 22,8 µm
Ra = 1,04 µm, Rz = 3,2 µm

IT8



Die max. Rundheitsabweichung (dRmax) wird als absolute Summe der größten positiven und negativen Abweichungen von der Ist-Kontur zum Durchschnittskreis gebildet. Der Achsversatz (AV) gibt dem Anwender an, um wieviel µm der Bohrer zur Seite verläuft. Der mit der größten Abweichung behaftete Parameter bestimmt in Abhängigkeit des Werkzeugdurchmessers die IT-Qualitätsklasse der Bohrung.

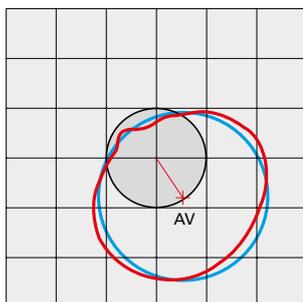
Der schwarze Kreis stellt die Sollbohrung dar, die das Werkzeug im Idealfall fertigen sollte. Der rote Kreis zeigt die Ist-Kontur, also die tatsächliche Bohrungsform, wie wir sie mit den jeweiligen Bohrerarten gewinnen. Der Hüllkreis (blau) ist die rechnerische Mittelung des Ist-Kreises, also der durchschnittliche Durchmesser (bei den Ratiobohrern ist der Hüllkreis praktisch deckungsgleich mit dem Ist-Ø).

2. in GGG40, Ø 10,0 mm

HSS-Bohrer, Typ N Art.-Nr 651 ●

vc = 30 m/min
f = 0,2 mm/U
Ø eff. = 10,077 mm
+Rmax = 106 µm
-Rmax = -28 µm
dRmax = 42 µm
AV = 68,5 µm
Ra = 3,7 µm, Rz = 17,2 µm

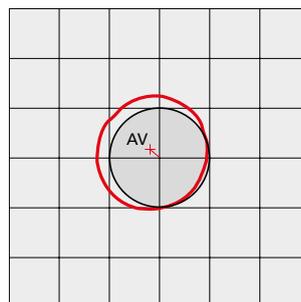
IT12



Ratioboherer, Typ RT 100 Art.-Nr 1181 ●

vc = 90 m/min
f = 0,3 mm/U
Ø eff. = 10,027 mm
+Rmax = 34 µm
-Rmax = -9,2 µm
dRmax = 6,5 µm
AV = 22,5 µm
Ra = 2,2 µm, Rz = 11,5 µm

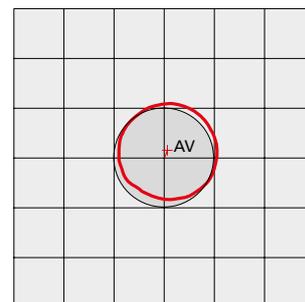
IT9



Ratioboherer, Typ RT 150 GG Art.-Nr 768 ○

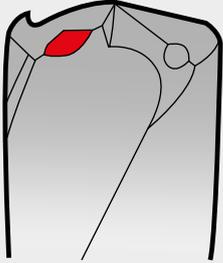
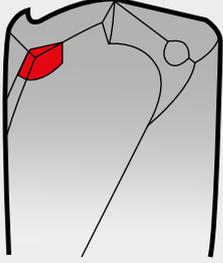
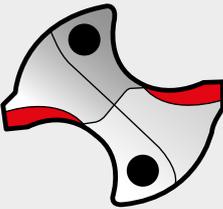
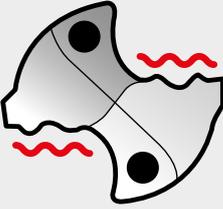
vc = 130 m/min
f = 0,2 mm/U
Ø eff. = 9,994 mm
+Rmax = 11,5 µm
-Rmax = -18 µm
dRmax = 5 µm
AV = 14 µm
Ra = 1,99 µm, Rz = 11,2 µm

IT8



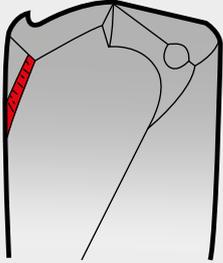
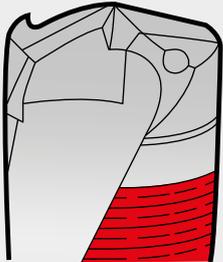
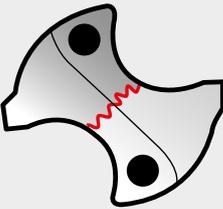
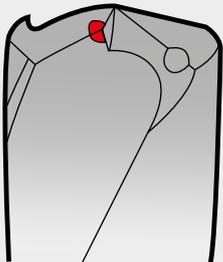


Anwendungshinweise/Troubleshooting

Fehler	Ursachen	Gegenmaßnahmen
1. Aufbauschneide 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Schnittgeschwindigkeit zu klein ■ Hauptschneidenabzug zu groß ■ Blanke Hauptschneide 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Schnittgeschwindigkeit erhöhen ■ Hauptschneidenabzug verkleinern ■ Werkzeug beschichten lassen
2. Eckenausbrüche 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Instabile Verhältnisse, Werkzeugspannung ungenügend ■ Rundlauffehler zu groß ■ Unterbrochener Schnitt 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Werkstück stabiler spannen ■ Rundlauf kontrollieren, wenn möglich korrigieren ■ Vorschub zurücknehmen
3. Starker Freiflächenverschleiß 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Schnittgeschwindigkeit zu groß ■ Vorschub zu klein ■ Freiwinkel zu klein 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Schnittgeschwindigkeit zurücknehmen ■ Vorschub erhöhen ■ Freiwinkel erhöhen
4. Ausbrüche an der Hauptschneide 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Instabile Verhältnisse, Werkstückspannung ungenügend ■ Unterbrochener Schnitt ■ Maximale Verschleißbreitenmarke überschritten ■ Falscher Werkzeugtyp 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Werkstück stabiler spannen ■ Vorschub zurücknehmen ■ Werkzeugintervalle verkürzen ■ Geeignetes Werkzeug verwenden (siehe Auswahlhilfe)

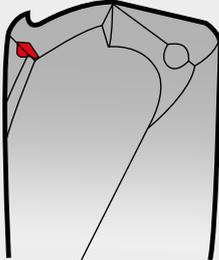
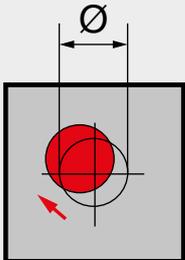
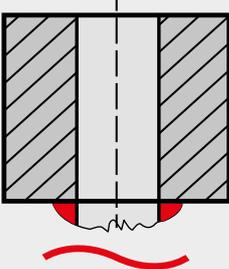
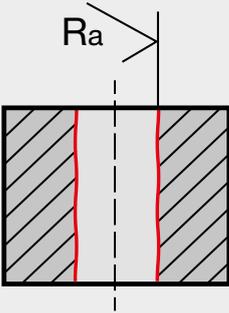


Anwendungshinweise/Troubleshooting

Fehler	Ursachen	Gegenmaßnahmen
5. Rundfasenverschleiß 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Instabile Verhältnisse, Werkstückspannung ungenügend ■ Rundlauffehler zu groß ■ Verjüngung zu klein ■ Falscher Kühlschmierstoff (Öl), zu magere Emulsion 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Werkstück stabiler spannen ■ Rundlauf kontrollieren, wenn möglich korrigieren ■ Verjüngung erhöhen ■ Emulsion fetter machen oder Öl verwenden
6. Riefen am Trägerrücken 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Instabile Verhältnisse, Werkstückspannung ungenügend ■ Rundlauffehler zu groß ■ Unterbrochener Schnitt ■ Abrasiver Werkstoff 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Werkstück stabiler spannen ■ Rundlauf kontrollieren, wenn möglich korrigieren ■ Vorschub zurücknehmen ■ Emulsion fetter machen oder Öl verwenden
7. Starker Querschneidenschleiß 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Schnittgeschwindigkeit zu klein ■ Vorschub zu groß ■ Hauptschneidenabzug zu groß 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Schnittgeschwindigkeit erhöhen ■ Vorschub zurücknehmen ■ Hauptschneidenabzug verkleinern
8. Ausbrüche an Übergang, Ausspitzung, Hauptschneide 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Freiwinkel zu klein ■ Hauptschneidenabzug zu groß ■ Falscher Werkzeugtyp 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Freiwinkel erhöhen ■ Hauptschneidenabzug verkleinern ■ Geeignetes Werkzeug verwenden (siehe Auswahlhilfe)



Anwendungshinweise/Troubleshooting

Fehler	Ursachen	Gegenmaßnahmen
9. Plastische Verformung der Schneidecke 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Schnittgeschwindigkeit zu hoch ■ Kühlmittelmenge nicht ausreichend ■ Falscher oder kein Eckenabzug 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Schnittgeschwindigkeit zurücknehmen ■ Kühlmittelmenge (Volumen, Druck) erhöhen ■ Eckenabzug korrigieren
10. Mittenversatz 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Instabile Verhältnisse, Werkstückspannung ungenügend ■ Rundlauffehler zu groß ■ Anbohren an schräger Fläche ■ Restquerschneide zu groß 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Werkstück stabiler spannen ■ Rundlauf kontrollieren, wenn möglich korrigieren ■ Bohrgrund mit Fräser (2-schneidig) anbringen ■ Restquerschneide verkleinern
11. Starker Grat am Bohrungsausgang 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Vorschub zu groß ■ Maximale Verschleißbreitenmarke überschritten ■ Hauptschneidenabzug zu groß 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Vorschub zurücknehmen ■ Werkzeugwechselintervalle verkürzen ■ Hauptschneidenabzug verkleinern
12. Schlechte Oberfläche 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Instabile Verhältnisse, Werkstückspannung ungenügend ■ Rundlauffehler zu groß ■ Kühlmittelmenge nicht ausreichend 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Werkstück stabiler spannen ■ Rundlauf kontrollieren, wenn möglich korrigieren ■ Kühlmittelmenge (Volumen, Druck) erhöhen



Schnellarbeitsstähle

Schnellstahl-Werkzeuge fertigen wir nur aus hochwertigen, sorgfältig ausgewählten Stahlsorten. Je nach Legierungsbestandteil erhalten die Werkzeuge spezifische, auf den Einsatzfall abgestimmte Eigenschaften:

Wolfram, Molybdän: erhöht die Anlassbeständigkeit und Verschleißfestigkeit.

Vanadium: erhöht die Verschleißfestigkeit

Kobalt: erhöht die Verschleißfestigkeit, steigert die Warmhärte.

Gühring-Bezeichnung	Typ	Anwendungsgebiet, Eigenschaften
HSS	Konventioneller Schnellarbeitsstahl	Standardschneidstoff für universelle Anwendungen
HSCO / HSS-E	Kobaltlegierter Schnellarbeitsstahl	Schneidstoff mit hoher Warmhärte für erhöhte Beanspruchung, besonders geeignet bei hohen Schnitttemperaturen oder bei ungünstiger Kühlung
M42	8%-kobaltlegierter Schnellarbeitsstahl	Schneidstoff mit erhöhter Warmfestigkeit und Härte, geeignet für Arbeiten in schwer zerspanbarem Material
HSS-E		
HSS-E-PM	Pulvermetallurgisch hergestellter kobaltlegierter Schnellarbeitsstahl	Schneidstoff mit sehr dichtem und gleichmäßigem Gefüge. Hohe Härte und Warmfestigkeit, große Verschleißbeständigkeit und Schneidkantenstabilität



Die wichtigsten Hartmetall-Sorten für Gühring-Werkzeuge

Die folgende Tabelle stellt die wesentlichen, bei Gühring im Lagerprogramm erhältlichen Hartmetalle für allgemeine Bohranwendungen dar. Weitere Sorten sind auf Anfrage erhältlich, nähere Informationen finden Sie unter www.guehring-carbide.de

Bei über 80% aller uns bekannten Anwendungen waren die Ergebnisse von Werkzeugen aus DK460UF in Verbindung mit einer angepassten Beschichtung durch andere, auch beschichtete Hartmetall-Sorten nicht zu überbieten. Dies und die hohe Lagerverfügbarkeit dieses Materials vereinfachen die Werkzeugauswahl stark. Unsere Bohrmeister beraten Sie gerne, wann ein Einsatz der anderen Sorten sinnvoll ist.

Sorte	Co-Gehalt [M-%]	WC-Einsatzkorn [μm]	Härte [HV]	ISO-Klassifikation [ISO 513]	Charakterisierung
DK460UF K40UF	10	0,6	1620	K20-K40	Sehr breitbandig einsetzbare Sorte, die, meist beschichtet eingesetzt, Stähle, weiche Aluminium-Legierungen, Gusseisen, aber auch Superlegierungen wie Inconel 718 schneidet. Diese Sorte stellt das Rückgrat unserer Produktion dar.
DK500UF K44UF	12	0,5	1690	K20-K30	Speziell für die Hartbearbeitung wurde diese Sorte entwickelt. Sie zeichnet sich durch gegenüber DK460UF erhöhte Härte und größere Verformungstoleranz aus.
DK255F	8	0,7	1720	K20	Diese Sorte wird für die Hartbearbeitung, die Bearbeitung von hochfesten Graugussarten und harten AlSi-Legierungen empfohlen. Trockenbearbeitung ist möglich.
DK120	6	1,3	1620	K15-K20	Insbesondere für den Einsatz mit Diamantbeschichtung ist diese Sorte geeignet.
DK120UF	7	0,7	1850	K05-K10	Feinstkornsorte mit höchster Verschleißfestigkeit, geeignet für absolut stabile Maschinen, bevorzugt für Reibahlen
K55SF	9	0,2-0,4	1920	K05-K10	Für den Einsatz bei hochverschleißfesten Materialien, rostfreien Stählen, Verbundwerkstoffen wie Kevlar und GFK, Hochgeschwindigkeits- und Trockenbearbeitung
DK400N	10	0,7	1580	K20-K40	Hochzähe Sorte für die Bearbeitung hochtemperaturfester Metalle
DK256EH	10	0,6	1750	K20	Diese Sorte ist insbesondere für die Bearbeitung von Nickelbasislegierungen geeignet.
K6UF	6	0,6	1870	K05-K10	Ultrafeinstkornsorte mit höchster Verschleißfestigkeit. Besonders geeignet zur Bearbeitung von hochverschleißfesten Materialien, Verbundwerkstoffe, CFK und Kevlar.
K5UF	5	0,5	2010	K05-K10	Neuentwickelte hochharte Sorte zum Bohren und Reiben. Besonders geeignet zur Bearbeitung von Verbundwerkstoffen und CFK.



Superharte Schneidstoffe

Die superharten Schneidstoffe ermöglichen nicht nur durch ihre enorm hohe Härte, sondern auch durch ihre hohe Warmfestigkeit höchste Schnittparameter und damit höchste Produktivität. PKD (Polykristalliner Diamant) steht für höchste Verschleißbeständigkeit. Hauptanwendungsgebiet des PKD ist

die Zerspanung von Aluminium und Faserverbundwerkstoffen. PcBN (Polykristallines kubisches Bornitrid) findet bei eisenhaltigen Werkstoffen seine Anwendung.

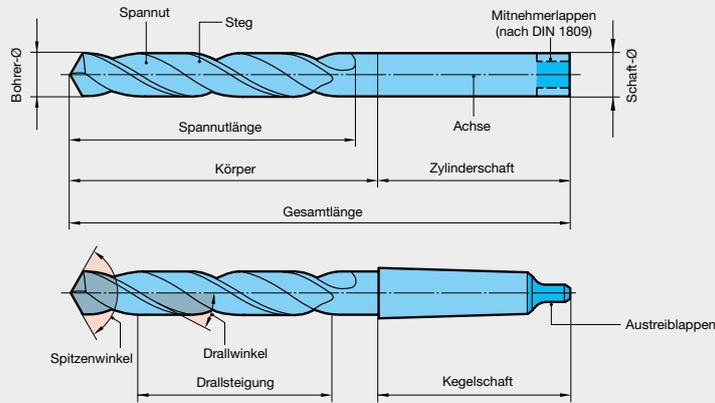
Um das volle Potenzial dieser Schneidstoffe zu entfalten, wird der Einsatz auf stabilsten Werkzeugmaschinen empfohlen.

Gühring-Bezeichnung	Klassifikation	Anwendungsgebiet, Eigenschaften	mittlere Korngröße	Schneidstoffanteil
PKD	Feinkorn	Aluminium und AlSi-Legierungen <10%Si, Magnesiumlegierungen, Messing, Kupfer, Bronze, ausgezeichnete Schneidkantenqualität, hohe Abriebfestigkeit, ausgezeichnete Oberflächengüten	2-4 µm	> 90% PKD
	Mittelkorn	Universalsorte (allg. Schlichtenwendungen) AlSi-Legierungen <14%Si, Kupferlegierungen, Graphit und Graphit-Verbundstoffe, Faserverbundwerkstoffe, ungesinterter Keramik und Hartmetalle (<15% Bindemetallanteil) ausgezeichnete Abriebfestigkeit, gute Oberflächengüten	5-10 µm	ca. 92% PKD
	Grobkorn	Schruppanwendungen AlSi-Legierungen >14%Si und andere abrasive Bearbeitungsanwendungen, MMC's, gesinterter Keramik und Hartmetalle (<15% Bindemetallanteil), äußerst abriebfest, hohe Schlagfestigkeit, hohe Standzeiten bei akzeptablen Oberflächen	>25 µm	ca. 94% PKD
	Mischkorn	Abrasive Bearbeitungsanwendungen (z.B.: >14% AlSi-Legierungen, MMC, Faserverbundwerkstoffe), höchste Verschleißfestigkeit, ausgezeichnete Schlagfestigkeit, extrem abrasionsbeständig bei guter Kantenschärftigkeit, hohe Standzeiten bei guter Oberflächengüte	4 µm+ 25 µm	ca. 95% PKD
PcBN 10..	Niedrig CBN-haltig mit HM-Unterlage	Zur Schlichtbearbeitung u.a. von gehärteten Einsatz-, Vergütungs-, Werkzeugstählen, geeignet im kontinuierlichen und mittel bis stark unterbrochenem Schnitt bei ap kleiner 0,3 mm. Hohe Verschleißfestigkeit, Schlagfestigkeit, Temperaturfestigkeit, Zähigkeit.	<1-4 µm	40-65% CBN
PcBN 20..	Hoch CBN-haltig mit HM-Unterlage	Zur Bearbeitung u.a. von perlitischem Grauguss (> 45 HRC), PM-Stählen, Hartschalenguss. Anwendung in kontinuierlichem und unterbrochenem Schnitt bei ap von 0,5-1,5 mm. Hohe Verschleißfestigkeit, Schlagfestigkeit.	2-3 µm	70-90% CBN
PcBN 30..	Hoch CBN-haltig ohne HM-Unterlage	Massiver PcBN-Schneidstoff für Schruppbearbeitung geeignet. Perlitischer Grauguss, Hartguss, gehärtete Stähle. Für den Einsatz in Klemmhaltern, Bohr- und Ausbohrwerkzeugen, Fräsköpfen mit Pratzklemmung. Hohe Verschleißfestigkeit, Schlagfestigkeit.	2-20 µm	70-87% CBN

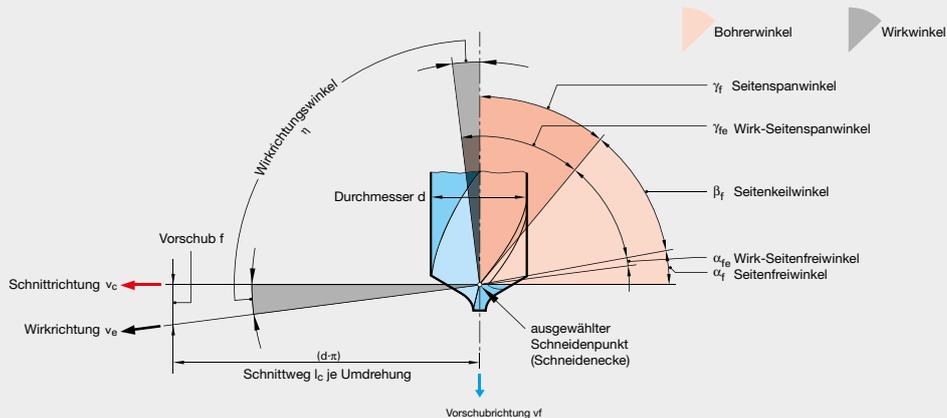
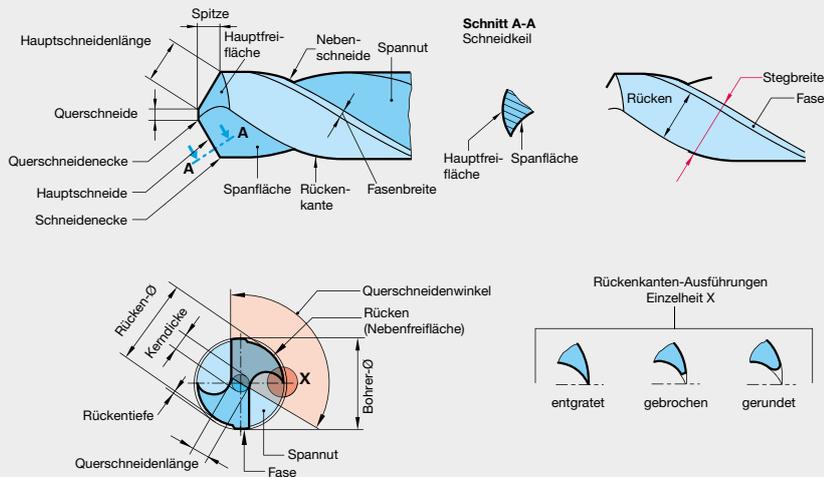


Begriffe, Maße und Winkel DIN ISO 5419 (Auszug; Ausgabe 06/98)

Spiralbohrer mit Zylinderschaft/Kegelschaft



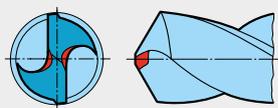
Schneidteil



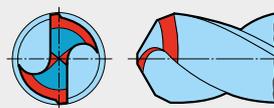


Anschliffformen und Herstellungsgenauigkeiten

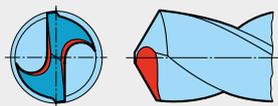
Anschliffformen DIN 1412 (Auszug; Ausgabe 03/01)



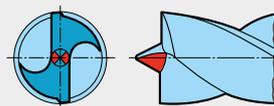
Form A
Ausgespitzte
Querschneide



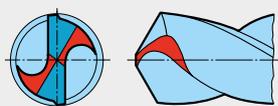
Form D
Anschliff für
Grauguss



Form B
Ausgespitzte
Querschneide mit
korrigierter
Hauptschneide



Form E
Zentrumspitze



Form C
Kreuzanschliff

Spiralbohrer-Herstellungsgenauigkeit nach DIN ISO 286, Teil 2

Durchmesser (Nennmaß) bis inkl. mm	Abmaße μm	
	h8	h7
0,38 ... 0,60	10	7
0,95	12	8
3,00	14	10
6,00	18	12
10,00	22	15
18,00	27	18
30,00	33	21
50,00	39	25
80,00	46	30
120,00	54	35

Hinweis auf andere Normen

- DIN 228 Blatt 1 Werkzeugkegel; Morsekegel und Metrische Kegel, Kegelschäfte
- DIN 1414-1 Technische Lieferbedingungen für Spiralbohrer aus Schnellarbeitsstahl
- DIN 6580 Begriffe der Zerspantechnik; Bewegungen und Geometrie des Zerspanvorganges
- DIN 6581 Begriffe der Zerspantechnik; Bezugssysteme und Winkel am Schneidteil des Werkzeuges

Die Normblätter werden mit Genehmigung des Deutschen Instituts für Normung wiedergegeben. Maßgebend ist die jeweils neueste Ausgabe des Normblattes im Format A 4, die beim Beuth-Verlag GmbH, 10787 Berlin, erhältlich ist.

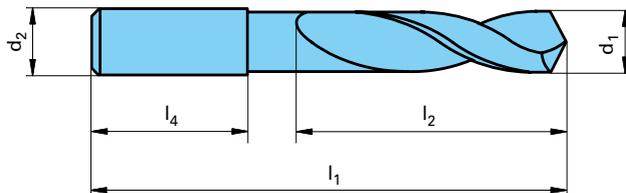
* Kommen Sie mit unserer normalen Herstellungsgenauigkeit ISO h8 nicht aus, so bitten wir um Ihren Hinweis. Zuschläge für verengte Maßtoleranzen siehe Zuschlaglisten am Ende des Kapitels Bohrwerkzeuge.



Hartmetall-Spiralbohrer (Ratioboher)

Hartmetall-Spiralbohrer (Ratioboher) DIN 6537

Gültig für Vollhartmetall-Spiralbohrer mit 2 oder 3 Schneiden und abgesetztem Zylinderschaft nach DIN 6535

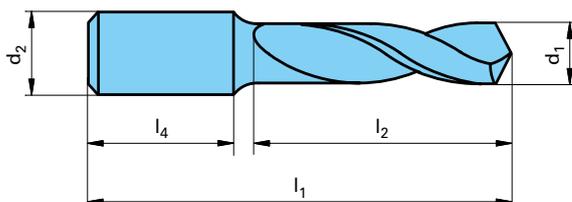


Maße in mm

Nenn-Ø-Bereich bis d1m7	Schaft-Ø d2h6	Ratioboher für 3 x D		Ratioboher für 5 x D		Schaftlänge l4
		Gesamtlänge l1	Spannutlänge max. l2	Gesamtlänge l1	Spannutlänge max. l2	
2,9...3,75	6	62	20	66	28	36
4,75	6	66	24	74	36	36
6,00	6	66	28	82	44	36
7,00	8	79	34	91	53	36
8,00	8	79	41	91	53	36
10,00	10	89	47	103	61	40
12,00	12	102	55	118	71	45
14,00	14	107	60	124	77	45
16,00	16	115	65	133	83	48
18,00	18	123	73	143	93	48
20,00	20	131	79	153	101	50

Hartmetall-Spiralbohrer (Ratioboher) DIN 6538

Gültig für Spiralbohrer mit eingelöteter Schneidplatte oder gelötetem Kopf aus Hartmetall mit verstärktem Zylinderschaft aus Stahl nach DIN 6535. Der angelötete Kopf kann ein Teil oder der gesamte Schneidteil sein.



Maße in mm

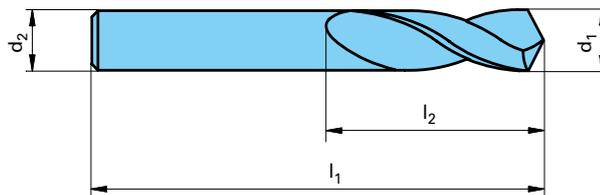
Nenn-Ø-Bereich bis d1h7	Ø codolo d2h6	Ratioboher für 3 x D		Ratioboher für 5 x D		Ratioboher für 7 x D		Schaftlänge l4
		Gesamtlänge l1	Spannutlänge max. l2	Gesamtlänge l1	Spannutlänge max. l2	Gesamtlänge l1	Spannutlänge max. l2	
9,5...12,0	16	103	51	127	75	151	99	48
14,0	16	111	59	139	87	167	115	48
16,0	20	122	68	154	100	186	132	50
18,0	20	130	76	166	112	202	148	50
20,0	25	144	84	184	124	224	164	56
22,0	25	153	93	197	137	241	181	56
24,0	25	161	101	209	149	257	197	56
26,0	32	174	110	226	162	278	214	60
28,0	32	182	118	238	174	294	230	60
30,0	32	190	126	250	186	310	246	60



Hartmetall-Spiralbohrer (Ratiobohrer)

Hartmetall-Spiralbohrer (Ratiobohrer) DIN 6539

Gültig für Vollhartmetall-Spiralbohrer mit durchgehendem Zylinderschaft, d. h. mit gleichem Schneiden- und Schaftdurchmesser



Dimensions in mm

nom. Ø-range up to (= shank Ø d2) d1	overall length		flute length	
	l1		l2	
1.90...2.12	38		12	
2.36	40		13	
2.65	43		14	
3.00	46		16	
3.35	49		18	
3.75	52		20	
4.25	55		22	
4.75	58		24	
5.30	62		26	
6.00	66		28	
6.70	70		31	
7.50	74		34	
8.00	79		37	
8.50	79		37	
9.50	84		40	

nom. Ø-range up to (= shank Ø d2) d1	overall length		flute length	
	l1		l2	
10.00	89		43	
10.60	89		43	
11.80	95		47	
12.00	102		51	
13.20	102		51	
14.00	107		54	
15.00	111		56	
16.00	115		58	
17.00	119		60	
18.00	123		62	
19.00	127		64	
20.00	131		66	



Spiralbohrer mit Zylinderschaft

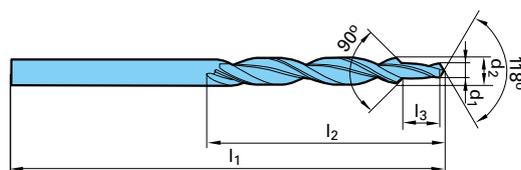
Durchmesser bis (inkl.) mm	DIN 338		DIN 339		DIN 340		DIN 1897		DIN 1869 Überlange Spiralbohrer					
	Gesamtlänge	Spannutlänge	Gesamtlänge	Spannutlänge	Gesamtlänge	Spannutlänge	Gesamtlänge	Spannutlänge	Reihe 1		Reihe 2		Reihe 3	
									Gesamtlänge	Spannutlänge	Gesamtlänge	Spannutlänge	Gesamtlänge	Spannutlänge
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
≤ 0,24	19	2,5					19	1,5						
0,30	19	3					19	1,5						
0,38	19	4					19	2						
0,48	20	5			30*	10*	19	2,5						
0,53	22	6			32*	12*	20	3						
0,60	24	7	32*	15*	35*	15*	21	3,5						
0,67	26	8	36*	18*	38*	18*	22	4						
0,75	28	9	39*	20*	42*	21*	23	4,5						
0,85	30	10	42*	22*	46*	25*	24	5						
0,95	32	11	45*	24*	51*	29*	25	5,5						
1,06	34	12	48	26	56	33	26	6						
1,18	36	14	50	28	60	37	28	7						
1,32	38	16	52	30	65	41	30	8						
1,50	40	18	55	33	70	45	32	9						
1,70	43	20	58	35	76	50	34	10	115*	75*				
1,90	46	22	62	38	80	53	36	11	120*	80*				
2,12	49	24	66	41	85	56	38	12	125	85	160*	110*	205*	135*
2,36	53	27	70	44	90	59	40	13	135	90	170*	115*	215*	145*
2,65	57	30	74	47	95	62	43	14	140	95	180*	120*	225*	150*
3,00	61	33	79	51	100	66	46	16	150	100	190	130	240*	160*
3,35	65	36	84	55	106	69	49	18	155	105	200	135	250*	170*
3,75	70	39	91	60	112	73	52	20	165	115	210	145	265	180
4,25	75	43	96	64	119	78	55	22	175	120	220	150	280	190
4,75	80	47	102	69	126	82	58	24	185	125	235	160	295	200
5,30	86	52	108	74	132	87	62	26	195	135	245	170	315	210
6,00	93	57	116	80	139	91	66	28	205	140	260	180	330	225
6,70	101	63	124	86	148	97	70	31	215	150	275	190	350	235
7,50	109	69	133	93	156	102	74	34	225	155	290	200	370	250
8,50	117	75	142	100	165	109	79	37	240	165	305	210	390	265
9,50	125	81	151	107	175	115	84	40	250	175	320	220	410	280
10,60	133	87	162	116	184	121	89	43	265	185	340	235	430	295
11,80	142	94	173	125	195	128	95	47	280*	195*	365*	250*	455*	310*
13,20	151	101	184	134	205	134	102	51	295*	205*	375*	260*	480*	330*
14,00	160	108	194	142	214	140	107	54						
15,00	169	114	202	147	220	144	111	56						
16,00	178	120	211	153	227	149	115	58						
17,00	184	125	218	159	235	154	119	60						
18,00	191	130	226	165	241	158	123	62						
19,00	198	135	234	171	247	162	127	64						
20,00	205	140	242	177	254	166	131	66						
21,20					261	171	136	68						
22,40					268	176	141	70						
23,60					275	180	146	72						
25,00					282	185	151	75						
26,50					290	190	156	78						
28,00					298	195	162	81						
30,00					307	201	168	84						
31,50					316	207	174	87						
33,50							180	90						
35,50							186	93						
37,50							193	96						
40,00							200	100						
42,50							207	104						
45,00							214	108						
47,50							221	112						
50,00							228	116						

Nach Werksnorm liefert
Gühring Spiralbohrer
bis 1000 mm Gesamtlänge
Art.-Nr. 242, 243, 244

* Werksnorm



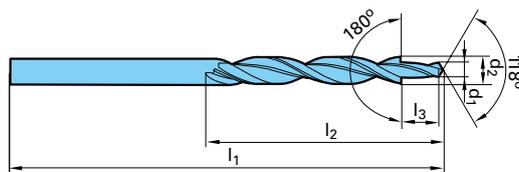
Mehrfasenstufenbohrer mit Zylinderschaft, Senkwinkel 90°



Senker-Ø d2 h8 mm	Stufen-Ø d1 h9 mm	Gesamtlänge l1 mm	Spannutlänge l2 mm	Stufenlänge l3 mm	für Gewinde	Anwendungsgebiet
			HSS DIN 8378/	HM	Werksnorm	
3,4	2,5	70	39	8,8	M 3	Für Gewindekernlöcher nach DIN 336 und Freisenkungen entsprechend den Durchgangslöchern nach DIN ISO 273 (alt) und DIN EN 20273 Reihe: »mittel«.
4,5	3,3	80	47	11,4	M 4	
5,5	4,2	93	57	13,6	M 5	
6,6	5,0	101	63	16,5	M 6	
9,0	6,8	125	81	21,0	M 8	
11,0	8,5	142	94	25,5	M10	
13,5	10,2	160	108	30,0	M12	
DIN 8374 für Senkungen, Reihe fein						
6,0	3,2	93	57	9,0	M 3	Für Durchgangslöcher nach DIN ISO 273 (alt), DIN EN 20273 Reihe: »fein«, Schraubkopfsenkungen Form A und B nach DIN 74 Teil 1 (alt) Reihe: »fein« und Schraubkopfsenkungen nach DIN 74 Form F. Für Schrauben DIN 963 (alt) und DIN 964 (alt).
8,0	4,3	117	75	11,0	M 4	
10,0	5,3	133	87	13,0	M 5	
11,5	6,4	142	94	15,0	M 6	
15,0	8,4	169	114	19,0	M 8	
19,0	10,5	198	135	23,0	M10	
Werksnorm für Senkungen, Reihe mittel						
6,6	3,4	101	63	9,0	M 3	Für Durchgangslöcher nach DIN ISO 273 (alt) und Schraubkopfsenkungen Form A und B nach DIN 74 Teil 1 (alt) Reihe: »mittel«. Für Schrauben DIN 963 (alt) und DIN 964 (alt).
9,0	4,5	125	81	11,0	M 4	
11,0	5,5	142	94	13,0	M 5	
13,0	6,6	151	101	15,0	M 6	
17,2	9,0	191	130	19,0	M 8	
DIN 8374 für Senkungen, Reihe mittel						
7,5	3,4	109	69	9,0	M 3	Für Durchgangslöcher nach DIN ISO 273 (alt) und Schraubkopfsenkungen Form A und B nach DIN 74 Teil 1 (alt) Reihe: »mittel«. Für Schrauben DIN 963 (alt) und DIN 964 (alt).
9,7	4,5	133	87	11,0	M 4	
12,0	5,5	151	101	13,0	M 5	
14,5	6,6	169	114	15,0	M 6	
19,9	9,0	198	135	19,0	M 8	



Mehrfasenstufenbohrer mit Zylinderschaft, Senkwinkel 180°

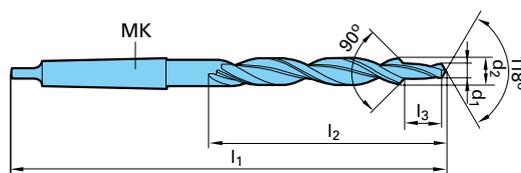


Senker-Ø d2 h8 mm	Stufen-Ø d1 h9 mm	Gesamtlänge l1 mm	Spannutlänge l2 mm	Stufenlänge l3 mm	für Gewinde	Anwendungsgebiet
			HSS DIN 8376/	HM	Werksnorm	
6,0**	3,4	93**	57**	9,0	M 3	Für Durchgangslöcher nach DIN-ISO 273 (alt), DIN EN 20 273 Reihe: »mittel«, Schraubkopfsenkungen nach DIN 974-1 und Schraubkopfsenkungen Form H, J und K nach DIN 74 Teil 2 (alt) Reihe: »mittel«. Für Schrauben DIN 84 (alt), 912 (alt), 6912, 7513 und DIN 7984.
6,5	3,4	101	63	9,0	M 3	
8,0	4,5	117	75	11,0	M 4	
10,0	5,5	133	87	13,0	M 5	
11,0	6,6	142	94	15,0	M 6	
15,0	9,0	169	114	19,0	M 8	
18,0	11,0	191	130	23,0	M10	
Werksnorm						
6,0	3,2	93	57	9,0	M 3	Für Durchgangslöcher nach DIN-ISO 273 (alt) und Schraubkopfsenkungen Form H, J und K nach DIN 74 Teil 2 (alt) Reihe: »fein«. Für Schrauben DIN 84 (alt), 912 (alt), 6912, 7513 und DIN 7984.
8,0	4,3	117	75	11,0	M 4	
Werksnorm für Senkungen, Reihe fein (alt*)						
5,9	3,2	93	57	11,0	M 3	Für Schrauben DIN 84 (alt), DIN 912 (alt) und DIN 6912. Für alte Senkungen Form H, J und K nach DIN 75 Teil 2 Reihe: »fein«.
7,4	4,3	109	69	13,0	M 4	
9,4	5,3	125	81	16,0	M 5	
10,4	6,4	133	87	19,0	M 6	
13,5	8,4	160	108	22,0	M 8	
16,5	10,5	184	125	25,0	M10	
Werksnorm für Senkungen, Reihe mittel (alt*)						
8,0	4,8	117	75	13,0	M 3	Für Schrauben DIN 84 (alt), DIN 912 (alt) und DIN 6912. Für alte Senkungen Form H, J und K nach DIN 75 Teil 2 Reihe: »mittel«.
10,0	5,8	133	87	16,0	M 4	
11,0	7,0	142	94	19,0	M 5	
14,5	9,5	169	114	22,0	M 6	
17,5	11,5	191	130	25,0	M 8	

* DIN 75, Teil 2; ** Werksnorm



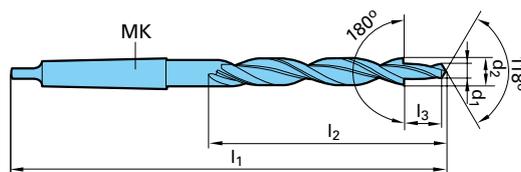
Mehrfasenstufenbohrer mit Morsekegel, Senkwinkel 90°



Senker-Ø d2 h8 mm	Stufen-Ø d1 h9 mm	Gesamtlänge l1 mm	Spannutlänge l2 mm	Morsekegel MK	Stufenlänge l3 mm	für Gewinde	Anwendungsgebiet
Werknorm							
11,0	5,5	175	94	1	13,0	M 5	Für Durchgangslöcher nach DIN-ISO 273 (alt), DIN EN 20273 Reihe: »mittel«, Schraubkopfsenkungen nach DIN 74 Form F und Schraubkopfsenkungen Form A und B nach DIN 74 Teil 1 (alt) Ausführung: »mittel«. Für Schrauben DIN 963 (alt) und DIN 964 (alt).
13,0	6,6	182	101	1	15,0	M 6	
17,2	9,0	228	130	2	19,0	M 8	
21,5	11,0	248	150	2	23,0	M10	
26,0	14,0	286	165	3	27,0	M12	
29,0	16,0	296	175	3	31,0	M14	
DIN 8375							
12,0	5,5	182	101	1	13,0	M 5	Für Durchgangslöcher nach DIN-ISO 273 (alt), DIN EN 20273 Reihe: »mittel«, Schraubkopfsenkungen nach DIN 74 Form F und Schraubkopfsenkungen Form A und B nach DIN 74 Teil 1 (alt) Ausführung: »mittel«. Für Schrauben DIN 963 (alt) und DIN 964 (alt).
14,5	6,6	---	108	1	15,0	M 6	
19,0	9,0	253	135	2	19,0	M 8	
23,0	11,0	248	155	2	23,0	M10	
Werknorm							
11,5	6,4	175	94	1	15,0	M 6	Für Durchgangslöcher nach DIN-ISO 273 (alt) und Schraubkopfsenkungen Form A und B nach DIN 74 Teil 1 (alt) Ausführung: »fein«. Für Schrauben DIN 963 (alt) und DIN 964 (alt).
15,0	8,4	212	114	2	19,0	M 8	
19,0	10,5	233	135	2	23,0	M10	
23,0	13,0	253	155	2	27,0	M12	
26,0	15,0	286	165	3	31,0	M14	
30,0	17,0	296	175	3	35,0	M16	
DIN 8379							
9,0	6,8	162	81	1	21,0	M 8	Für Gewindekernlöcher nach DIN 336, DIN EN 20273 Reihe: »mittel« und Freisenkungen entsprechend den Durchgangslöchern nach DIN ISO 273 (alt).
11,0	8,5	175	94	1	25,5	M10	
13,5	10,2	189	108	1	30,0	M12	
15,5	12,0	218	120	2	34,5	M14	
17,5	14,0	228	130	2	38,5	M16	
20,0	15,5	238	140	2	43,5	M18	
22,0	17,5	248	150	2	47,5	M20	



Mehrfasenstufenbohrer mit Morsekegel, Senkwinkel 180°



Senker-Ø d2 h8 mm	Stufen-Ø d1 h9 mm	Gesamtlänge l1 mm	Spannutlänge l2 mm	Morsekegel MK	Stufenlänge l3 mm	für Gewinde	Anwendungsgebiet					
HSS DIN 8377/ HM Werksnorm												
10,0	5,5	168	87	1	13,0	M 5	Für Durchgangslöcher nach DIN-ISO 273 (alt), DIN EN 20273 Reihe: »mittel«, Schraubenkopfsenkungen nach DIN 974-1 und Schraubenkopfsenkungen Form H, J und K nach DIN 74 Teil 2 (alt) Ausführung: »mittel«. Für Schrauben DIN 84 (alt), 912 (alt), 6912, 7513 und DIN 7984.					
11,0	6,6	175	94	1	15,0	M 6						
15,0	9,0	212	114	2	19,0	M 8						
18,0	11,0	228	130	2	23,0	M10						
20,0	13,5	238	140	2	27,0	M12						
24,0	15,5	281	160	3	31,0	M14						
26,0	17,5	286	165	3	35,0	M16						
30,0	20,0	296	175	3	39,0	M18						
33,0	22,0	334	185	4	43,0	M20						
Werksnorm												
10,0	5,3	168	87	1	13,0	M 5	Für Durchgangslöcher nach DIN-ISO 273 (alt) und Schraubenkopfsenkungen Form H, J und K nach DIN 74 Teil 2 (alt) Ausführung: »fein«. Für Schrauben DIN 84 (alt), 912 (alt), 6912, 7513 und DIN 7984.					
11,0	6,4	175	94	1	15,0	M 6						
15,0	8,4	212	114	2	19,0	M 8						
18,0	10,5	228	130	2	23,0	M10						
20,0	13,0	238	140	2	27,0	M12						
24,0	15,0	281	160	3	31,0	M14						
26,0	17,0	286	165	3	35,0	M16						
Werksnorm für Senkungen, Ausführung fein (alt*)												
9,4	5,3	162	81	1	16,0	M 5	Für Schrauben DIN 84 (alt), DIN 912 (alt) und DIN 6912. Für alte Senkungen Form H, J und K nach DIN 75 Teil 2 Ausführung: »fein«.					
10,4	6,4	168	87	1	19,0	M 6						
13,5	8,4	189	108	1	22,0	M 8						
16,5	10,5	223	125	2	25,0	M10						
19,0	13,0	233	135	2	28,0	M12						
23,0	15,0	253	155	2	30,0	M14						
25,0	17,0	281	160	3	33,0	M16						
28,0	19,0	291	170	3	36,0	M18						
31,0	21,0	301	180	3	39,0	M 20						
Werksnorm für Senkungen, Ausführung mittel (alt*)												
10,0	5,8	168	87	1	16,0	M 5	Für Schrauben DIN 84 (alt), DIN 6912. Für alte Senkungen Form H, J und K nach DIN 75 Teil 2 Ausführung: »mittel«.					
11,0	7,0	175	94	1	19,0	M 6						
14,5	9,5	212	114	2	22,0	M 8						
17,5	11,5	228	130	2	25,0	M10						
20,0	14,0	238	140	2	28,0	M12						
24,0	16,0	281	160	3	30,0	M14						
26,0	18,0	286	165	3	33,0	M16						
29,0	20,0	296	175	3	36,0	M18						
33,0	23,0	334	185	4	39,0	M20						
British Standard												
19/32	15,08	25/64	9,92	8 5/8	219	4 3/4	121	2	3/4	19,05	3/8 inch	Für Flachkopfschrauben nach britischer Norm
21/32	16,67	29/64	11,51	8 3/4	222	4 7/8	124	2	7/8	22,22	7/16 inch	
25/32	19,84	33/64	13,10	9 3/8	238	5 1/2	140	2	1	25,40	1/2 inch	

* DIN 75, Teil 2



Aufbohrer mit Zylinderschaft

Aufsteck-Aufbohrer

Durchmesser bis inkl. mm	DIN 344					DIN 222		
	Gesamtlänge mm	Spannutlänge mm	Durchmesser bis inkl. mm	Gesamtlänge mm	Spannutlänge mm	Nenn-Ø bis inkl. mm	Gesamtlänge mm	Bohrungs- Nenn-Ø mm
4,25	96*	64*	11,70	173	125	35,5	45	13
4,75	102*	69*	13,20	184	134	45,0	50	16
5,30	108	74	14,00	194	142	53,0	56	19
6,00	116	80	15,00	202	147	63,0	63	22
6,70	124	86	16,00	211	153	75,0	71	27
7,50	133	93	17,00	218	159	90,0	80	32
8,50	142	100	18,00	226	165	101,6	90	40
9,50	151	107	19,00	234	171			
10,60	162	116	20,00	242	177			

Aufbohrer mit Morsekegel

Durchmesser bis inkl. mm	DIN 343			DIN 1864		
	Gesamtlänge mm	Spannutlänge mm	Morsekegel	Gesamtlänge mm	Spannutlänge mm	Morsekegel
7,50	150*	69*	1*	174*	93*	1*
8,50	156*	75*	1*	181*	100*	1*
9,50	162	81	1	188	107	1
10,60	168	87	1	197	116	1
11,70	175	94	1	206	125	1
13,20	182	101	1	215	134	1
14,00	189	108	1	223	142	1
15,00	212	114	2	245	147	2
16,00	218	120	2	251	153	2
17,00	223	125	2	257	159	2
18,00	228	130	2	263	165	2
19,00	233	135	2	269	171	2
20,00	238	140	2	275	177	2
21,20	243	145	2	282	184	2
22,40	248	150	2	289	191	2
23,60	253	155	2	296	198	2
25,00	281	160	3	327	206	3
26,50	286	165	3	335	214	3
28,00	291	170	3	343	222	3
30,00	296	175	3	351	230	3
31,50	301	180	3	360	239	3
33,50	334	185	4			
35,50	339	190	4			
37,50	344	195	4			
40,00	349	200	4			
42,50	354	205	4			
45,00	359	210	4			
47,50	364	215	4			
50,00	369	220	4			

*Werksnorm

Kleinstbohrer (Gesamtlänge 25 mm)

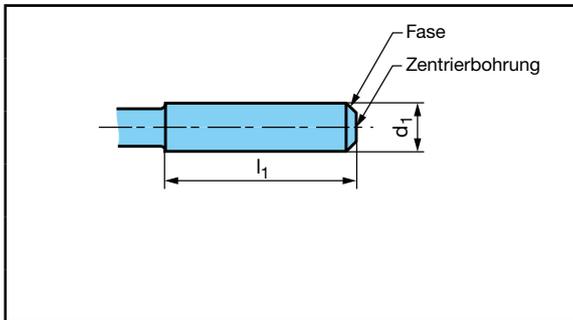
DIN 1899					
Durchmesser bis inkl. mm	Schaft-Ø mm	Spannutlänge mm	Durchmesser bis inkl. mm	Schaft-Ø mm	Spannutlänge mm
von 0,1 . . . 0,12	1,0	0,5	0,67	1,0	4,2
0,15	1,0	0,8	0,75	1,0	4,8
0,19	1,0	1,1	0,79	1,0	5,3
0,24	1,0	1,5	0,85	1,5	5,3
0,30	1,0	1,9	0,95	1,5	6,0
0,38	1,0	2,4	1,06	1,5	6,8
0,48	1,0	3,0	1,18	1,5	7,6
0,53	1,0	3,4	1,32	1,5	8,5
0,60	1,0	3,9	1,45	1,5	9,5



Zylinderschäfte für Schnellstahlwerkzeuge, DIN 1835-1 (Auszug)

Form A, glatt

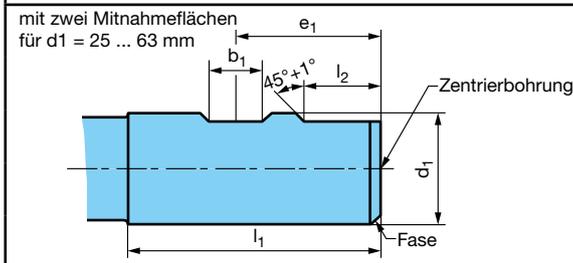
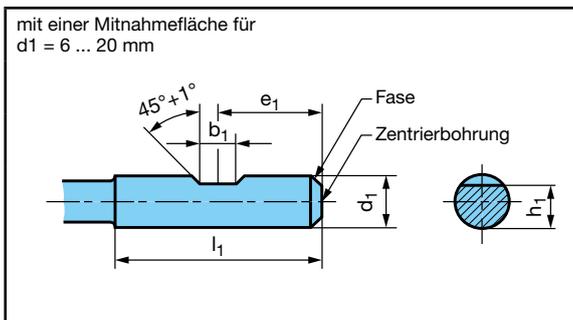
Maße in mm



d ₁	l ₁	d ₁	l ₁	d ₁	l ₁
h8	$\begin{matrix} +2 \\ 0 \end{matrix}$	h8	$\begin{matrix} +2 \\ 0 \end{matrix}$	h8	$\begin{matrix} +2 \\ 0 \end{matrix}$
3	28	12	45	50	80
4	28	16	48	63	90
5	28	20	50		
6	36	25	56		
8	36	32	60		
10	40	40	70		

Form B, mit seitlicher Mitnahmefläche

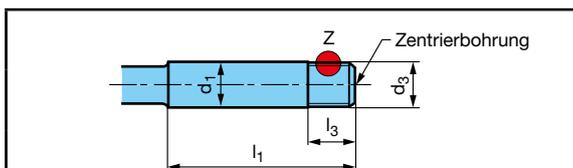
Maße in mm



d ₁	b ₁	e ₁	h ₁	l ₁	l ₂	Zentrierbohrung Form R DIN 332 Teil 1
h6	$\begin{matrix} +0,05 \\ 0 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ -1 \end{matrix}$	h13	$\begin{matrix} +2 \\ 0 \end{matrix}$	$\begin{matrix} +1 \\ 0 \end{matrix}$	
6	4,2	18	4,8	36	-	1,6x2,5
8	5,5	18	6,6	36	-	1,6x3,35
10	7	20	8,4	40	-	1,6x3,35
12	8	22,5	10,4	45	-	1,6x3,35
16	10	24	14,2	48	-	2,0x4,25
20	11	25	18,2	50	-	2,5x5,3
25	12	32	23	56	17	2,5x5,3
32	14	36	30	60	19	3,15x6,7
40	14	40	38	70	19	3,15x6,7
50	18	45	47,8	80	23	3,15x6,7
63	18	50	60,8	90	23	3,15x6,7

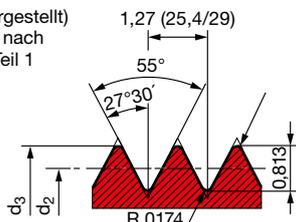
Form D, mit Anzuggewinde

Maße in mm



Einzelheit Z

(im Schnitt dargestellt)
Gewindeprofil nach
DIN ISO 228 Teil 1



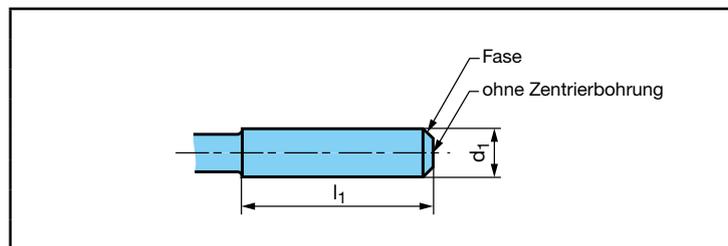
d ₁	d ₃	d ₂	l ₁	l ₃	Zentrierbohrung Form R DIN 332 Teil 1
h8	Grenz- abmaße	Grenz- abmaße	$\begin{matrix} +2 \\ 0 \end{matrix}$	$\begin{matrix} +2 \\ 0 \end{matrix}$	
6	5,9 $\begin{matrix} 0 \\ -0,1 \end{matrix}$	5,087 $\begin{matrix} 0 \\ -0,1 \end{matrix}$	36	10	1,6 x 2,5
10	9,9 $\begin{matrix} 0 \\ -0,1 \end{matrix}$	9,087 $\begin{matrix} 0 \\ -0,1 \end{matrix}$	40	10	1,6 x 3,35
12	11,9 $\begin{matrix} 0 \\ -0,1 \end{matrix}$	11,087 $\begin{matrix} 0 \\ -0,1 \end{matrix}$	45	10	1,6 x 3,35
16	15,9 $\begin{matrix} 0 \\ -0,1 \end{matrix}$	15,087 $\begin{matrix} 0 \\ -0,1 \end{matrix}$	48	10	2,0 x 4,25
20	19,9 $\begin{matrix} 0 \\ -0,15 \end{matrix}$	19,087 $\begin{matrix} 0 \\ -0,15 \end{matrix}$	50	15	2,5 x 5,3
25	24,9 $\begin{matrix} 0 \\ -0,15 \end{matrix}$	24,087 $\begin{matrix} 0 \\ -0,15 \end{matrix}$	56	15	2,5 x 5,3
32	31,9 $\begin{matrix} 0 \\ -0,15 \end{matrix}$	31,087 $\begin{matrix} 0 \\ -0,15 \end{matrix}$	60	15	3,15 x 6,7



Zylinderschäfte für Spiralbohrer und Schafffräser aus Hartmetall DIN 6535

Form HA, glatt

Maße in mm

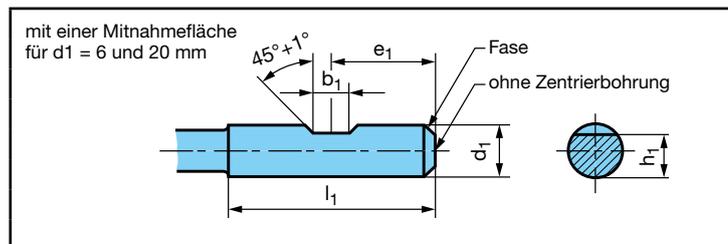


d ₁ h6	l ₁ +2 0
2	28
3	28
4	28
5	28
6	36
8	36
10	40
12	45

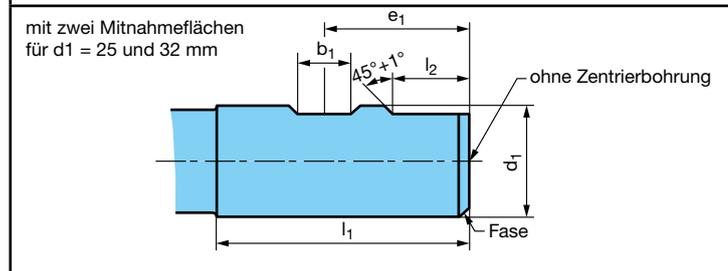
d ₁ h6	l ₁ +2 0
14	45
16	48
18	48
20	50
25	56
32	60

Form HB, mit seitlicher Mitnahmefläche

Maße in mm



d ₁ h6	b ₁ +0,05 0	e ₁ 0 -1	h ₁ h11	l ₁ +2 0	l ₂ +1 0
6	4,2	18	5,1	36	-
8	5,5	18	6,9	36	-
10	7	20	8,5	40	-
12	8	22,5	10,4	45	-
14	8	22,5	12,7	45	-
16	10	24	14,2	48	-
18	10	24	16,2	48	-
20	11	25	18,2	50	-

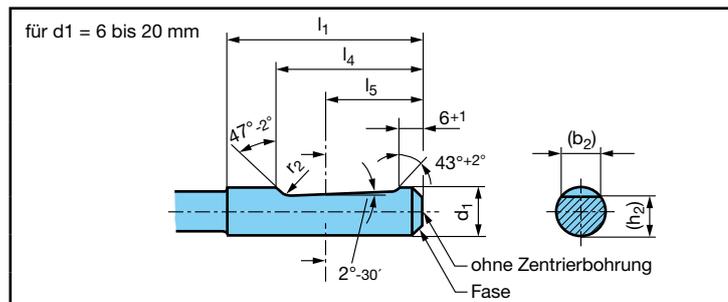


25	12	32	23	56	17
32	14	36	30	60	19

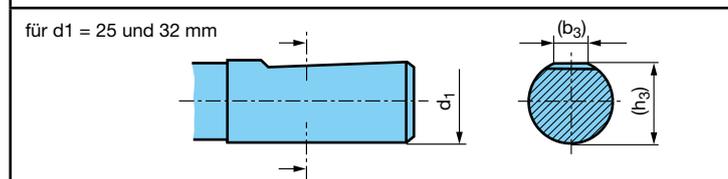
Form HE, mit geneigter Spannfläche ohne Kühlkanäle*

* Ausführung: Zylinderschäfte nach DIN 6535 werden ohne oder mit Kühlkanälen ausgeführt. Anwendung der Ausführung für unterschiedliche Werkzeuge sowie Maßangaben und Bezeichnung für die Lage der Kühlkanäle sind in den entsprechenden Maßnormen enthalten.

Maße in mm



d ₁ h6	(b ₂) ≈	(b ₃)	h ₂ h11	(h ₃)	l ₁ +2 0	l ₄ 0 -1	l ₅ nom. Maß	r ₂ min.
6	4,3	-	5,1	-	36	25	18	1,2
8	5,5	-	6,9	-	36	25	18	1,2
10	7,1	-	8,5	-	40	28	20	1,2
12	8,2	-	10,4	-	45	33	22,5	1,2
14	8,1	-	12,7	-	45	33	22,5	1,2
16	10,1	-	14,2	-	48	36	24	1,6
18	10,8	-	16,2	-	48	36	24	1,6
20	11,4	-	18,2	-	50	38	25	1,6

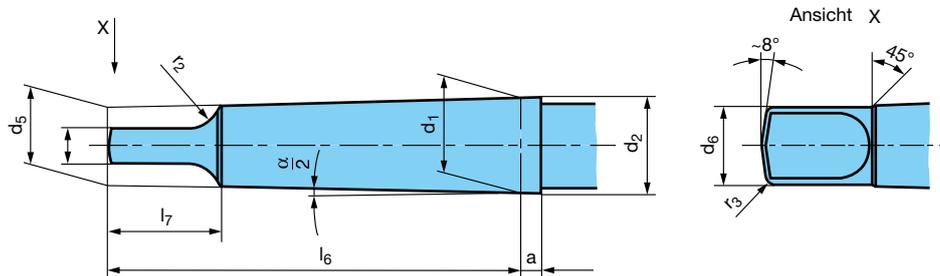


25	13,6	9,3	23,0	24,1	56	44	32	1,6
32	15,5	9,9	30,0	31,2	60	48	35	1,6



Morsekegel DIN 228 Teil 1 (Auszug)

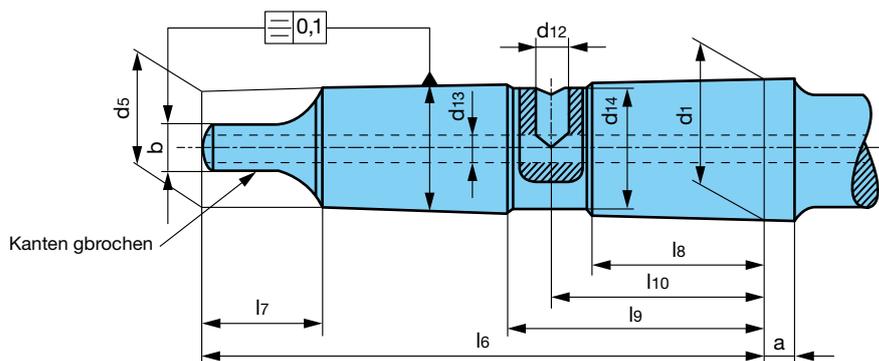
Form B, Morsekegel mit Austreibblappen



Maße in mm

Schaft nach DIN 228 Form B Größe	a	Grenzabmaße	b	d ₁	d ₂ ≈	d ₅ ≈	d ₆ max.	l ₆ 0 -1	l ₇ max.	r ₂ max.	r ₃ ≈	$\frac{\alpha}{2}$
MK 1	3,5	+1,4 0	5,2	12,065	12,2	9,0	8,7	62	13,5	5	1,2	1°25'43''
MK 2	5,0	+1,4 0	6,3	17,780	18,0	14,0	13,5	75	16	6	1,6	1°25'50''
MK 3	5,0	+1,7 0	7,9	23,825	24,1	19,1	18,5	94	20	7	2	1°26'16''
MK 4	6,5	+1,9 0	11,9	31,267	31,6	25,2	24,5	117,5	24	8	2,5	1°29'15''
MK 5	6,5	+1,9 0	15,9	44,399	44,7	36,5	35,7	149,5	29	10	3	1°30'26''

Form BK, Morsekegel mit Austreibblappen und Kühlmittelschmierstoffzuführung



Maße in mm

Schaft nach DIN 228 Form BK Größe	a ±0,1	Grenzabmaße	b h ₁₃	d ₁	d ₅ ≈	d ₁₂	d ₁₃	d ₁₄ 0 -0,01	l ₆ 0 -1	l ₇ max.	l ₈	l ₉	l ₁₀
MK 1	3,5	+1,4 0	5,2	12,065	9,0	-	-	-	62	13,5	-	-	-
MK 2	5	+1,4 0	6,3	17,780	14,0	4,2	4,2	15,0	75	16	20	34	27
MK 3	5	+1,7 0	7,9	23,825	19,1	5,0	5,0	21,0	94	20	29	43	36
MK 4	6,5	+1,9 0	11,9	31,267	25,2	6,8	6,8	28,0	117,5	24	39	55	47
MK 5	6,5	+1,9 0	15,9	44,399	36,5	8,5	8,5	40,0	149,5	29	51	69	60



Toleranzen Zentrierbohrer

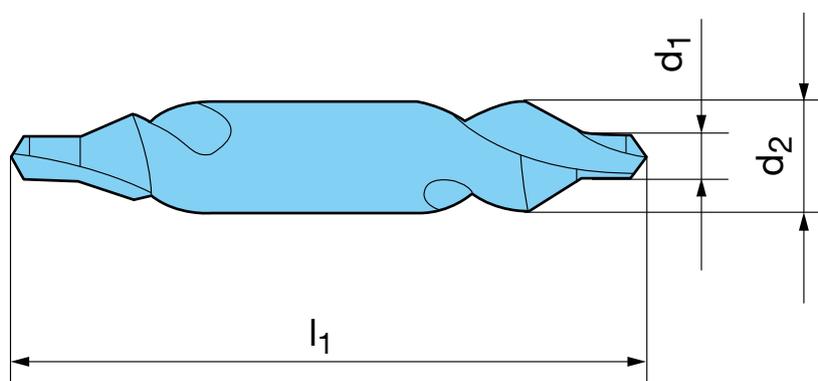
DIN 333	
Ø-Bereich d1 in mm	Grenzabmaße von d1 in mm
0,50 – 2,50	0 +0,14
3,15 – 5,00	0 +0,18
6,30 – 10,00	0 +0,22
12,50	0 +0,27

für Art.-Nr. 285/286	
Ø-Bereich d1 in mm	Grenzabmaße von d1 in mm
1,00 – 1,25	0 +0,10
1,60 – 3,15	0 +0,15
3,15 – 10,00	0 +0,20

nach B.S. 328	
Ø-Bereich d1 in mm	Grenzabmaße von d1 in mm
1,19 – 1,59	0 ±0,05
2,38 – 3,17	0 ±0,07
4,76	0 ±0,07
6,35 – 7,94	0 ±0,12

nach B.S. 328	
Ø-Bereich d1 in mm	Grenzabmaße von d1 in mm
3,17 – 4,76	-0,020
6,35	-0,025
7,94 – 11,11	-0,050
15,87 – 19,05	-0,050

nach ASA	
Ø-Bereich d1 in mm	Grenzabmaße von d1 in mm
alle	0 +0,07 mm





Tiefloch- bohrer

GÜHRING

Seite

<u>44</u>	Grundlagen
<u>44</u>	Einführung zum Thema Tieflochbohren
<u>46</u>	Präzisionen bei Einlippenbohrern
<u>49</u>	Qualitätsmerkmale
<u>51</u>	MQL-Technik
<u>53</u>	Anwendung der Gühring-Schichten
<u>54</u>	Klassische Tieflochbohrer
<u>54</u>	Das Bohrverfahren auf konventionellen Maschinen (BAZ)
<u>55</u>	Das Bohrverfahren auf Tiefbohrmaschinen
<u>56</u>	Pilotierung und Bohrbuchse
<u>58</u>	Kühlschmierstoff
<u>62</u>	Eigenschaften
<u>64</u>	Umfangsformen
<u>66</u>	Einspannhülsen
<u>68</u>	Nachschleifen und Neubestücken
<u>69</u>	Anwendungshinweise/Troubleshooting
<u>78</u>	Spiralisierte VHM-Tieflochbohrer
<u>78</u>	Einsatzempfehlungen
<u>80</u>	Kühlschmierstoffangaben
<u>82</u>	Spiralisierte HSS-/HSCO-Tieflochbohrer
<u>82</u>	Einsatzempfehlungen
<u>84</u>	Tabellen
<u>84</u>	Werkstoff-Kurznamen
<u>85</u>	Umrechnungstafel Inch-Millimeter



Kurze Einführung zum Thema Tieflochbohren

In der Zerspanungstechnik wird ab einer Bohrtiefe von $15xD$ und mehr vom so genannten Tieflochbohren gesprochen, wobei selbstverständlich auch kürzere Bohrungen mit Tieflochbohrern hergestellt werden können. Man nutzt somit die positiven Begleiterscheinungen der Bohrung wie gute Oberfläche, geringe Durchmesserabweichung und optimierte Geradheit.

Hochdruckkühlung - inzwischen eine Selbstverständlichkeit.

Da sich in den letzten Jahren die Innenkühlung bei sämtlichen Bohrwerkzeugen durchgesetzt hat, wird der Kühlschmierstoff seinem Namen gerecht und durch Kühlkanäle dorthin gebracht, wo er dringend benötigt wird. Man erreichte mit dieser Maßnahme auch bei Spiralbohrern, Gewindeschneidern usw. deutliche Standzeit-Verbesserungen und weniger Werkzeugbrüche. Jede konventionelle Werkzeugmaschine wird heute mit Hochdruck-Innenkühlung angeboten und ist somit auch zum Tiefbohren geeignet. Der Anteil der Tieflochbohrer auf Bearbeitungszentren, Drehmaschinen usw. gewinnt immer mehr an Bedeutung. Das Verfahren wird dadurch in der Zerspanungstechnik immer populärer.

Vorgehensweise auf konventionellen Werkzeugmaschinen:

- Herstellen einer Pilotbohrung ($L \approx 3xD$, Toleranz H8)
- Einfahren mit einer Drehzahl von ca. 200 U/min, Vorschub ca. 500 mm/min. Bei Werkzeugen ab $40xD$ einfahren im Linkslauf.
- Bei Schnittgeschwindigkeiten über 120 m/min empfehlen wir, die Enddrehzahl in mehreren Schritten aufzuschalten.
- Einstellen des Kühlschmierstoff-Drucks und der Drehzahl
- Kontinuierliches Bohren auf Bohrtiefe ohne Entspannen.
Bei Einsatz von Tieflochbohrern mit sehr großem Längen-Durchmesser-Verhältnis empfehlen wir, bis zu einer Bohrtiefe von ca. $25xD$ mit reduzierten Schnittparametern (ca. 75% der optimalen Schnittgeschwindigkeit) zu arbeiten.
- Abschalten der Kühlschmierstoff-Zufuhr nach Erreichen der Bohrtiefe
- Rückzug im Eilgang (max. 10 m/min) mit stehender Spindel

Tipps und Tricks

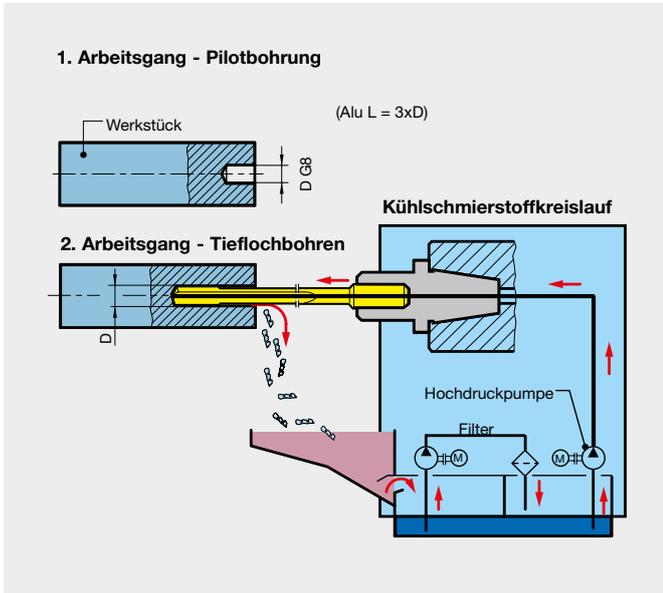
- Bei Bohrtiefen über $40xD$ empfehlen wir die Verwendung von zwei oder mehr Tieflochbohrern, z.B. $\varnothing 10 \times 400$ mm und $\varnothing 9,95 \times 800$ mm auf dem BAZ.
- Tieflochbohrer für Bohrtiefen über $40xD$ sollten im Linkslauf in die Pilotbohrung eingefahren werden.
- Beim Einwechseln von Werkzeugen ab $40xD$ kann das Werkzeug durch Aufschalten der Hochdruck-Innenkühlung für ca. 1 Sekunde beruhigt werden.
- Generell empfehlen wir, den Fettgehalt der Emulsion auf mindestens 10% einzustellen.
- Einlippen-Tieflochbohrer für langspanendes Aluminium sollten mit Anschliff 180° und Ölraumabsatz bestellt werden.
- Für optimierte Bohrungsgeradheit kann ein zusätzliches zylindrisches Führungsteil verwendet werden (Sonderzubehör).



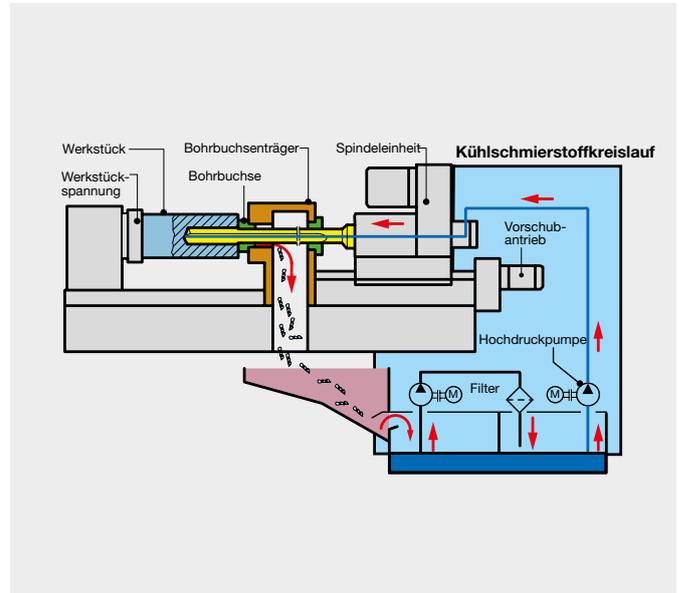
Sämtliche Tieflochbohrer müssen beim Anbohren geführt werden. Tieflochbohrer dürfen nie mit voller Drehzahl frei im Maschinenraum bewegt werden.

Achtung!
TLB mit Stahlspannschaft sind überwiegend **NICHT** zum Schrumpfen geeignet! (Ausnahme T16 siehe nächste Seite)

Tiefbohren auf konventionellen Werkzeugmaschinen



Tiefbohrmaschinen





Das hier vorgestellte Hülsenprogramm halten wir am Lager, es stellt jedoch nur eine Auswahl von Einspannhülsen dar. Wir fertigen natürlich auch Hülsen nach Kundenzeichnung individuell mit

höchster Präzision. Achtung! Bei EB 100 sind Spannhülsen mit Richtbund erforderlich. Informationen auf Anfrage.

Einspannhülsen für Tiefbohrmaschinen

1

Kennzahl	d ₁	l ₁	l ₂	l ₃
1.1	10	40	24	-
1.2	10	40	24	45
1.3	10	40	24	55
1.4	16	45	31,2	-
1.5	25	70	34	-
1.6	25	70	34	78

5

Kennzahl	d ₁	l ₁	l ₂
5.1	10	60	20
5.2	16	80	28
5.3	25	100	50
5.4	10	100	-
5.5	10	110	-

2

Kennzahl	d ₁	l ₁	l ₂	l ₃
2.1	16	50	47	-
2.2	16	50	47	55
2.3	16	50	47	70

6

Kennzahl	d ₁	l ₁
6.1	12,7	38
6.2	19,05	70
6.3	38,1	70

3

Kennzahl	d ₁	l ₁	l ₂	l ₃
3.1	25	70	34	100

7

Kennzahl	d ₁	l ₁	l ₂
7.1	16	112	73
7.2	20	126	82

4

Kennzahl	d ₁	l ₁
4.1	19,05	70
4.2	12,70	70
4.3	25,40	70
4.4	31,75	-
4.5	36,10	70

Einspannhülsen nach DIN 1835

Form E

Kennzahl	d ₁	l ₁
9.1	8	36
9.2	10	40
9.3	12	45
9.4	16	48
9.5	20	50
9.6	25	56
9.7	32	60
9.8	31,75	70
9.9	38,1	70
9.10	40	70

Einspannhülsen nach DIN 6535

Form HA

Kennzahl	d ₁	l ₁
10.1	8	36
10.2	10	40
10.3	12	45
10.4	16	48
10.5	20	50
10.6	25	56
10.7	32	60
10.8	25	70
10.9	40	70

Einspannhülsen nach VDI-Entwurf

12

Kennzahl	d ₁	l ₁
12.1	10	68
12.2	16	90
12.3	25	112

auch einsetzbar für Tiefbohrmaschinen

Einspannhülsen nach Speed-Bit-System

13

Kennzahl	d ₁	l ₁	l ₂
13.1	16	40	16
13.2	25	50	25
13.2	35,6	60	-

auch einsetzbar für Tiefbohrmaschinen

8

Form HB

bei Kennzahl 8.6, 8.7, 8.8

Kennzahl	d ₁	l ₁
8.1	8	36
8.2	10	40
8.3	12	45
8.4	16	48
8.5	20	50
8.6	25	56
8.7	32	60
8.8	40	70

11

Form HE

Kennzahl	d ₁	l ₁
11.1	8	36
11.2	10	40
11.3	12	45
11.4	16	48
11.5	20	50
11.6	25,4	70
11.7	25	56
11.8	32	60
11.9	40	70

ähnli. Form HA (schrumpfbar)

16

Kennzahl	d ₁	l ₁
16.1	10	50
16.2	16	64
16.3	20	70
16.4	25	81
16.5	32	92

ähnli. Form HE

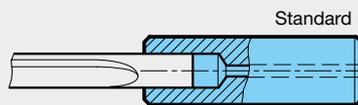
17

Kennzahl	d ₁	l ₁
17.1	19,05	70
17.2	25,40	70
17.3	31,75	70
17.4	38,1	70

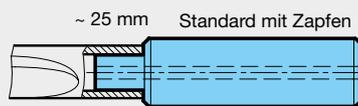
auch einsetzbar für Tiefbohrmaschinen

Fertigungsvarianten der Einspannhülsen an Tieflochbohrern mit Rohrschaft

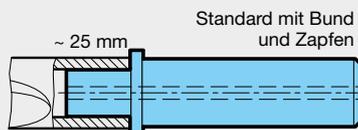
Vorgehensweise für Nenn-Ø < Hülsen-Ø
(Differenz muss ca. 6 mm sein):
Rohrschaft sitzt in der Einspannhülse



Vorgehensweise für Nenn-Ø ≠ Hülsen-Ø
(max. bis Gleichstand):
Rohrschaft sitzt über dem Zapfen



Vorgehensweise für Nenn-Ø > Hülsen-Ø:
Rohrschaft sitzt über dem Zapfen,
dessen Innen-Ø > Hülsen-Ø ist,
und schließt bündig mit dem Bund ab.

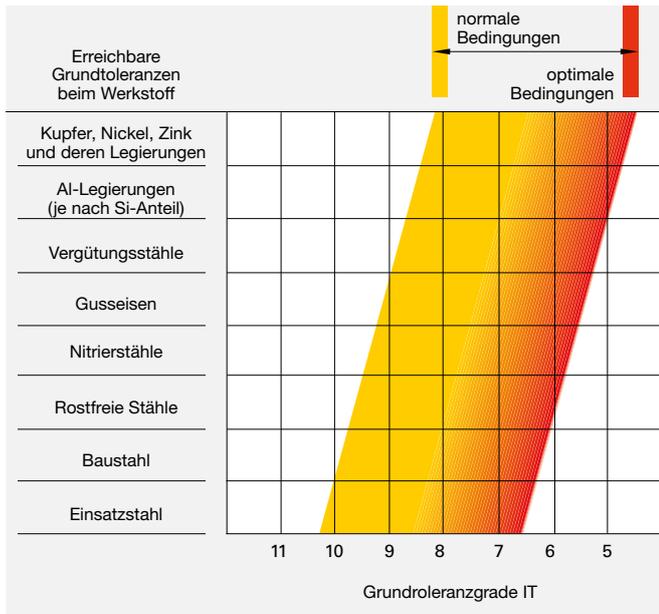




Präzisionen bei Einlippenbohrern

Grundtoleranzen*

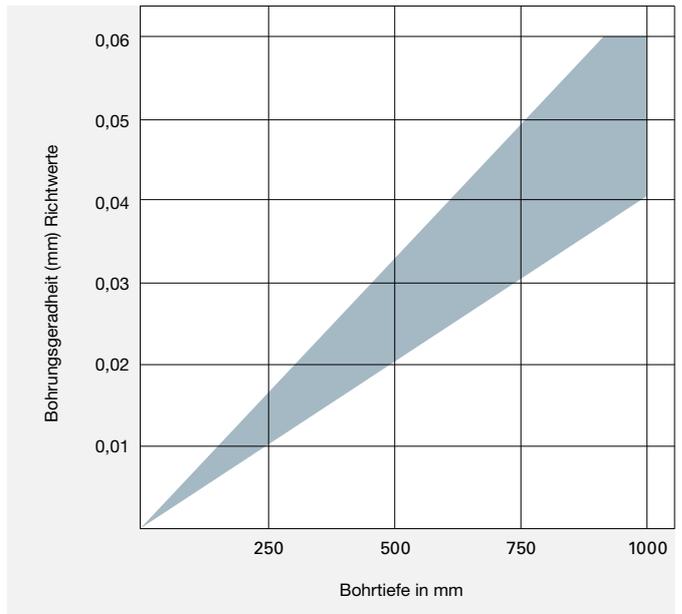
Mit Einlippenbohrern kann eine kleinere Grundtoleranz erreicht werden, da die Schnittkräfte an der Schneide von den vorhandenen Stützleisten aufgenommen werden und nicht wie z.B. bei Spiralbohrern schon durch geringe Abweichungen der beiden Schneiden sofort eine größere Bohrung entsteht.



Bohrungsgeradheit*

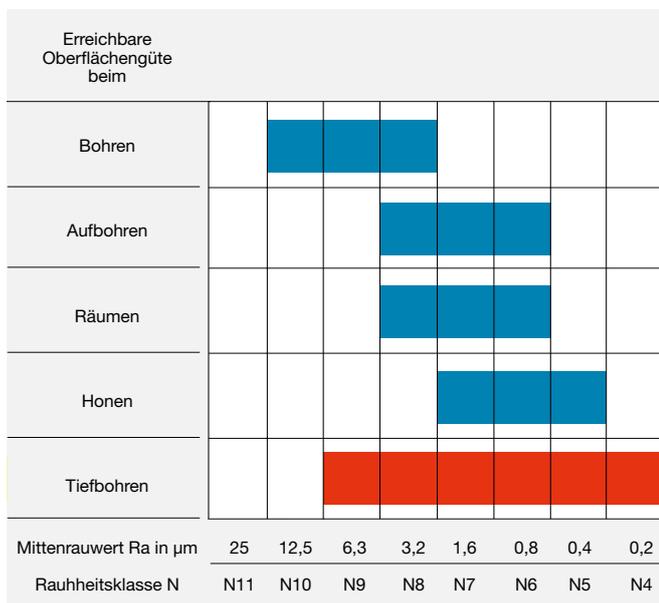
Trotz hoher Flexibilität der Rohrschäfte (z.B. EB 80) bzw. der im Durchmesser abgesetzten HM-Schäfte, erzeugt das Werkzeug unbeeinflusst von eventuellen Rundlauf Fehlern eine sehr gerade Bohrung.

Extreme Materialschwankungen, wandnahe Bohrungen und andere Einflussfaktoren können jedoch die Geradheit beeinträchtigen.



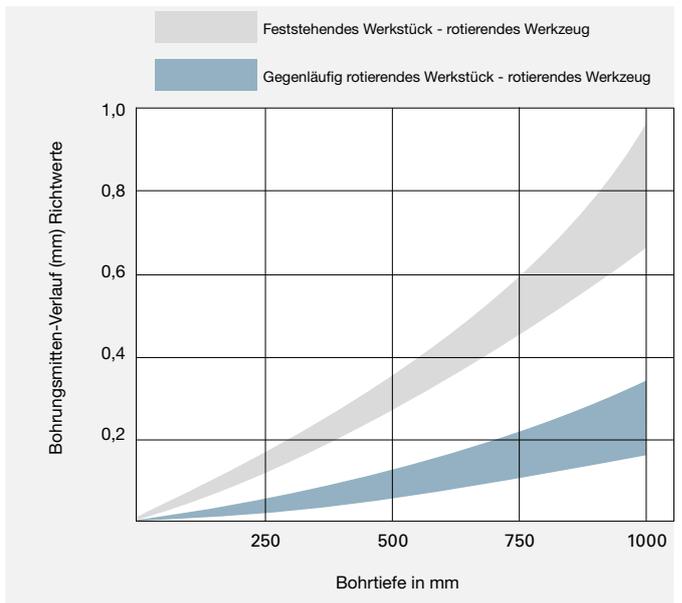
Oberflächengüte*

Die Kräfte werden an der Schneide von den Stützleisten aufgenommen, welche wiederum die Oberfläche glätten. Der Schmierfilm zwischen den Stützleisten und der Bohrungs Oberfläche spielt deshalb eine wichtige Rolle. Je besser der Kühlschmierstoff, desto besser die Oberfläche.



Bohrungsmittenverlauf*

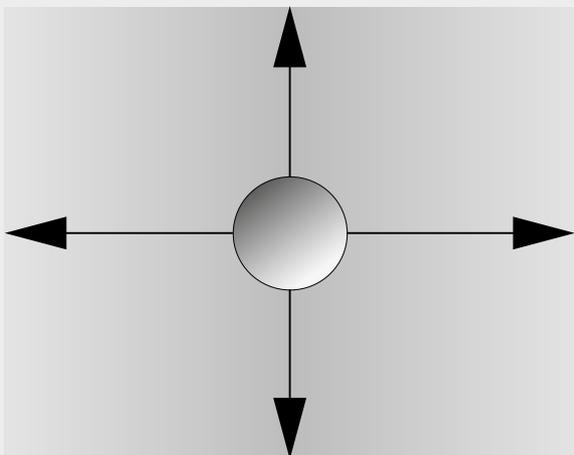
Wird eine Bohrung z.B. mit einem handelsüblichen Spiralbohrer hergestellt, beeinflusst die Qualität des Spitzenanschliffs unter anderem den Bohrungsmittenverlauf. Es entsteht ein Kräfte-Ungleichgewicht an den Schneiden. Beim Einlippenbohren nehmen Stützleisten die Schnittkräfte auf, woraus ein guter Mittenverlauf resultiert



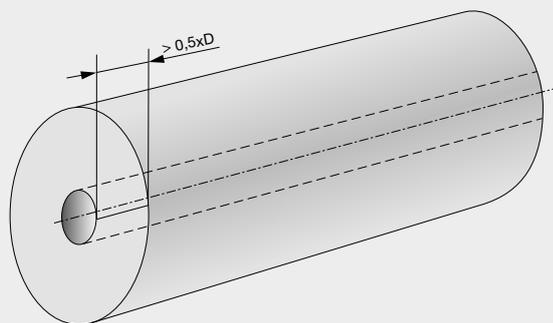
* Tieflochbohrer mit zwei Schneiden - sowohl geradegenutet als auch spiralsiert - erreichen das doppelte der hier angegebenen Werte.



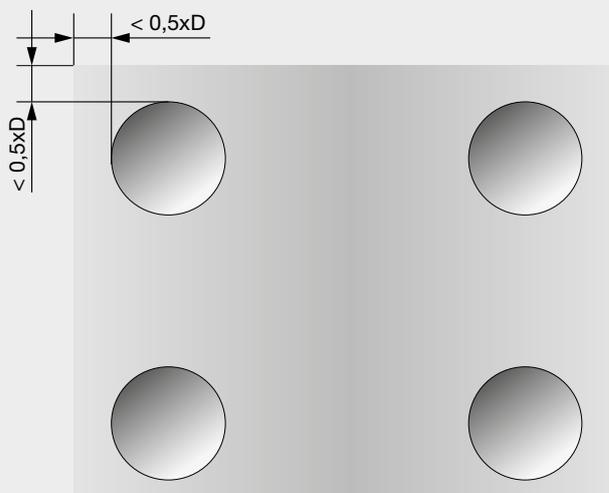
Bohrungsgeradheit/Mittenverlauf



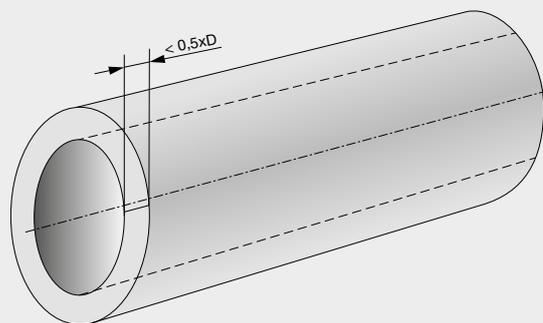
Bohrungsabstand vom Rand $> 0,5xD$



ausreichend Wandabstand
 $(> 0,5xD) \rightarrow$ optimal



Bohrungsabstand vom Rand $< 0,5xD$



Mindestabstand ($0,5xD$)
 unterschritten \rightarrow kann zu Einbußen bei der Bohrungsgeradheit führen



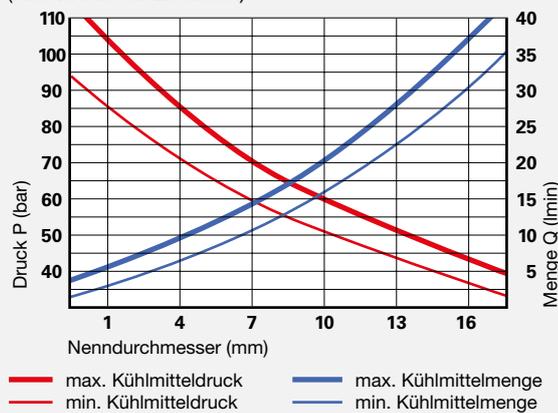
Kühlschmierstoffangaben

Bitte beachten Sie:

- Sämtliche Tieflochbohrer können nur mit Innenkühlung eingesetzt werden, egal ob Luft, Emulsion oder Öl. Ohne Innenkühlung können die Späne nicht abtransportiert werden.
- Sämtliche Tieflochbohrer können auch mit Öl als Medium für die Innenkühlung eingesetzt werden. Es ist dann jedoch ein erhöhter Druck gegenüber Emulsion erforderlich, um die gleiche Kühlmittelmenge zu erhalten.
- Werden Tieflochbohrer mit MMS eingesetzt, kann bei kleineren Nenndurchmessern eine Druckerhöhung nötig werden, je nach Systemdruck der MMS-Anlage.
- Bei nicht ausreichenden Kühlschmierstoffdaten kann mit reduzierten Schnittparametern gearbeitet werden. Es sind auch Druckerhöhungssysteme möglich.
- Mit zunehmender Länge eines Tieflochbohrers muss mit Druckerhöhungen gerechnet werden um die benötigte Kühlmittelmenge durch die Kühlkanäle zu transportieren.

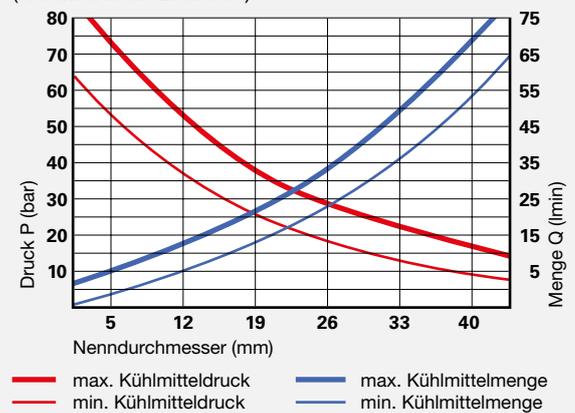
Kühlmittel-Werte EB 100

(Richtwerte für Emulsion)



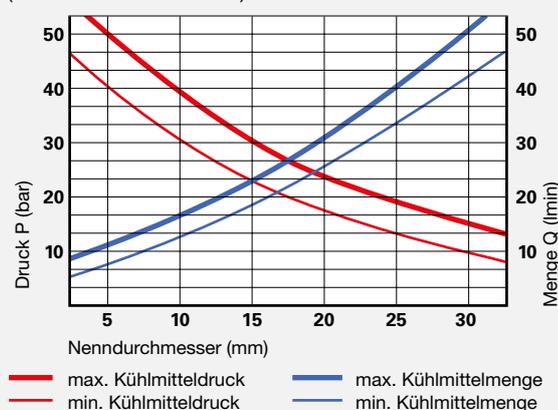
Kühlmittel-Werte EB 80

(Richtwerte für Emulsion)



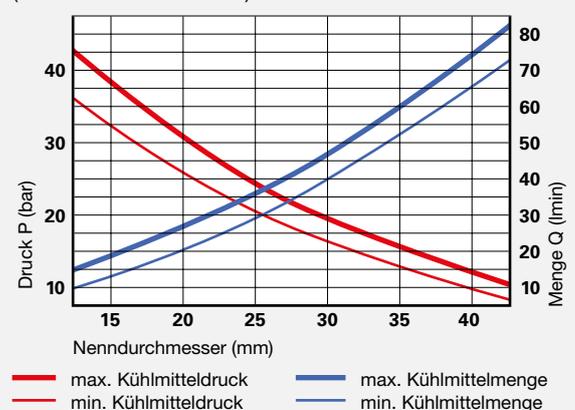
Kühlmittel-Werte ZB 80

(Richtwerte für Emulsion)



Kühlmittel-Werte EB 800

(Richtwerte für Emulsion)





Qualitätsmerkmale

In der Zerspanungstechnik wird ab einer Bohrtiefe von 15xD und mehr vom so genannten Tieflochbohren gesprochen. Das heutige Sortiment der Firma Gühring umfasst:

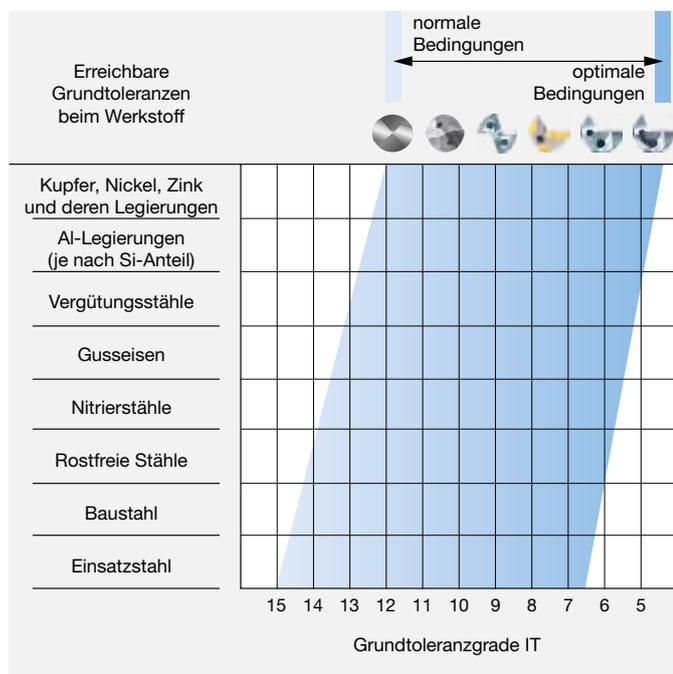
- klassische Einlippen-Tieflochbohrer aus VHM oder mit gelötetem HM-Kopf
- klassische Zweilippen-Tieflochbohrer mit gelötetem HM-Kopf
- Wechselsystem mit austauschbaren VHM-Schneiden und Leisten
- spiralisierte VHM- bzw. HSS-/HSCO-Tieflochbohrer

Je nach Anwendungsfall und Qualitätsanforderungen an die Bohrung wird das richtige Werkzeug ausgewählt.

Die folgenden Diagramme geben eine Hilfestellung zur Werkzeugauswahl:

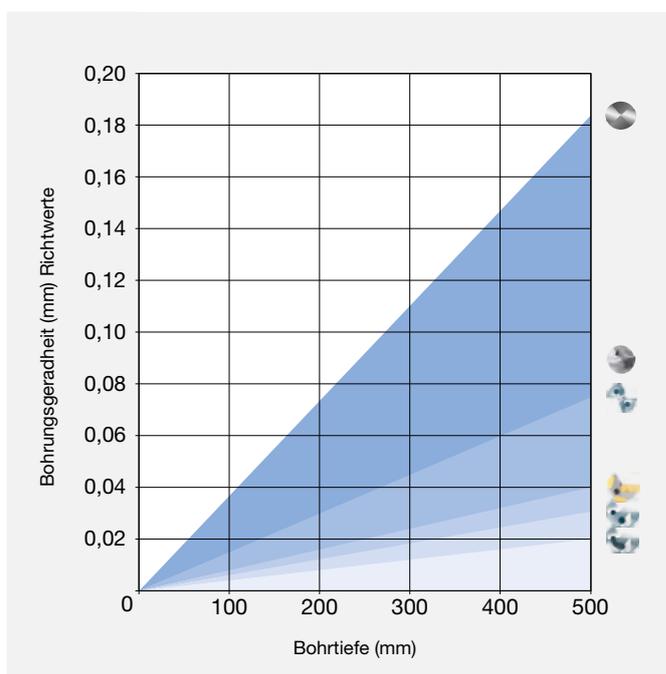
Grundtoleranzen

Die verschiedenen Werkzeugtypen erzeugen aufgrund ihrer Bauform unterschiedliche Grundtoleranzen. Der Einlippenbohrer fertigt extrem präzise Bohrungen. Mit einem Einlippen-Tieflochbohrer können unter besten Bedingungen Toleranzen bis zu IT5 erreicht werden.



Bohrungsgeradheit

Die Bohrungsgeradheit beschreibt eine Richtungsabweichung. Diese wird beeinflusst durch die Zentrierung des Werkzeuges beim Anbohren in Abhängigkeit von Form und Lage der Pilotierung bzw. der Bohrbuchse. Material- oder Werkstückeigenschaften als auch die Werkzeug- und Maschinenstabilität beeinflussen das Geradheitsergebnis zusätzlich.



Rauheitsklassen		N12	N11	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3
EB 100/EB 80 Tiefbohren											
EB 800 Tiefbohren											
ZB 80/RT 100T Tiefbohren											
HSS/HSCO Tiefbohren											
EB 100/80/800 Aufbohren											
Oberflächenwerte	Rz (µm)	160	100	63	40	15,6	7,87	4,65	2,60	1,74	0,81
Rauheitswerte	Ra (µm)	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1

■ normale Bedingungen (Richtwerte)
 ■ ideale Bedingungen

Oberflächengüte

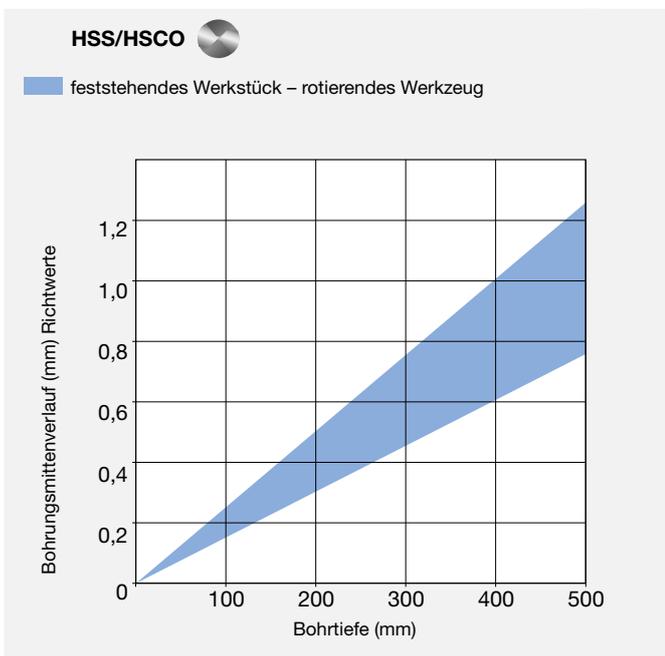
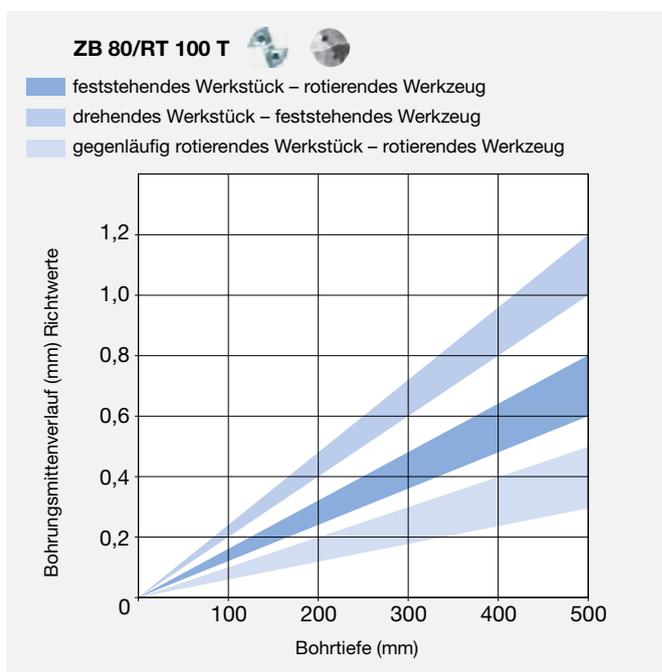
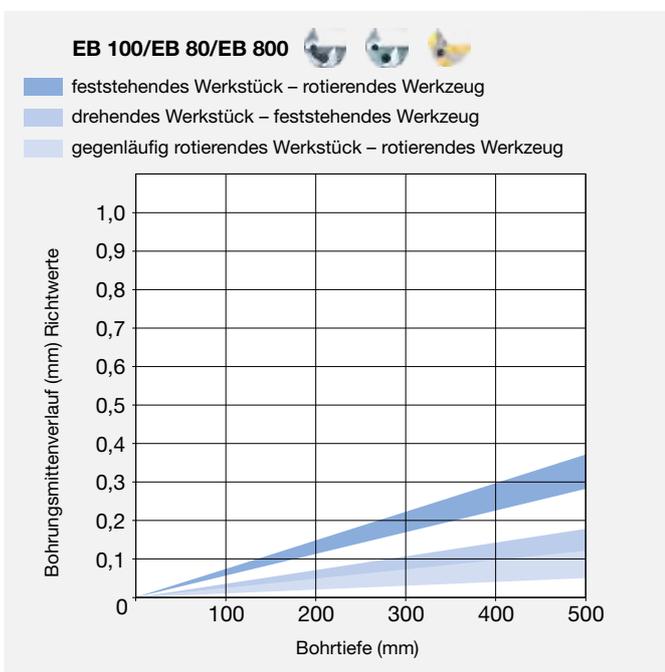
Die Rauheit der Bohrung wird von vielen Faktoren beeinflusst. Maßgebend sind Werkzeugart- und -geometrie, der Werkstoff sowie das Kühlmittel. Im Gegensatz zu mehrschneidigen Werkzeugen wird beim Einlippenbohren die Bohrungswand durch die Führungsleisten zusätzlich geglättet. Oberflächen am Werkzeug (z. B. Beschichtung) oder Kantenzustände (Verschleiß) an Haupt- und Nebenschneiden entscheiden über die Oberflächengüte.



Bohrungsmittenverlauf

Ein kontinuierliches Abdrängen des Werkzeuges bei zunehmender Bohrtiefe beschreibt den Bohrungsmittenverlauf. Neben geometrischen Eigenschaften am Bohrer beeinflussen die Schnittbedingungen, Materialgefüge und Temperaturen das Verlaufsergebnis. Bei einer Bearbeitung mit gegenläufigen Drehzahlen von Werkstück und Werkzeug werden optimale Ergeb-

nisse erzielt. Der Einlippenbohrer erzeugt im Vergleich zu mehrschneidigen Bohrem geringste Mittenabweichungen.



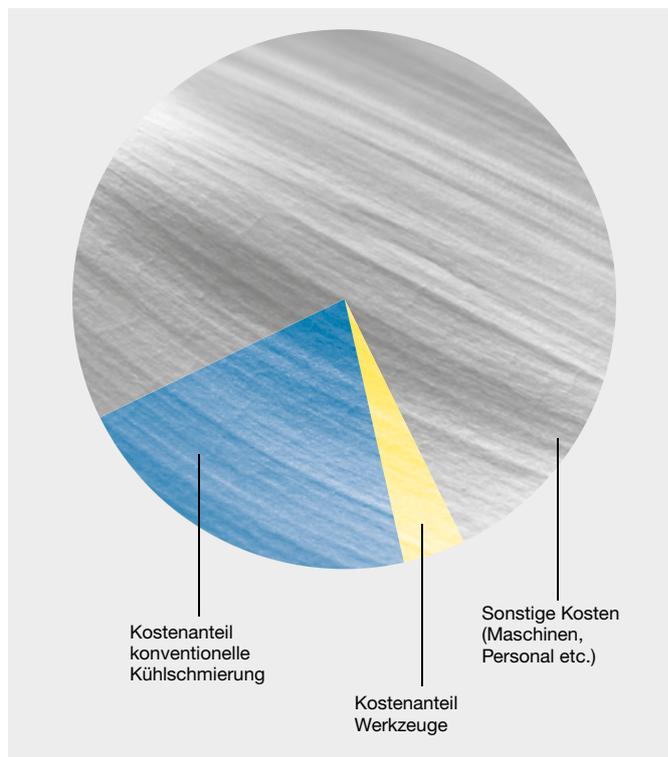


MQL-Technik

Grundlagen

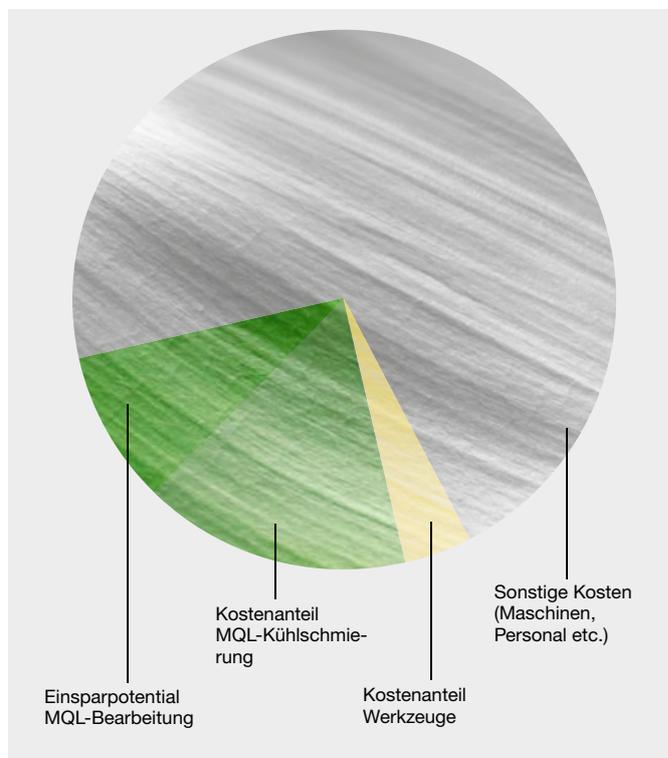
Die Minimalmengenschmierung (Minimal Quantity Lubrication MQL) dient der Kühlung bei Zerspanungsprozessen mit Hilfe eines Aerosols aus Öl und Luft. Die Kühlung wird dabei durch den Spanabtransport begünstigt. Die Reibungswärme bei der Zerspaltung soll über den Span abgeführt werden.

Die Kosten rund um die Kühlschmierung machen neben den Maschinen- und Werkzeugkosten einen beträchtlichen Teil der Kosten des Zerspanungsprozesses aus. Die Senkung des Kühlschmiermittelbedarfs bietet daher vielfältige Einsparpotenziale und trägt zusätzlich zum Umwelt- und Gesundheitsschutz bei.



Ziele der MQL-Bearbeitung

- Reduzierung der Temperaturbelastung an der Werkzeugspitze
- Verringerung des Werkzeugverschleißes/höhere Standzeiten möglich
- effektive Spanabfuhr aus tiefen Bohrungen
- Reduzierung des Kühlschmiermittelbedarfs
- hohe Kühlschmierwirkung besonders bei tiefen Bohrungen
- Senkung der Folgekosten wie:
 - Reinigungskosten der Bauteile
 - Kosten für Kühlschmiermittelentsorgung
 - Kosten für Entsorgung Kühlschmiermittel belasteter Späne
- Umwelt- und Gesundheitsschutz



Emulsion vs. MQL im direkten Vergleich

	Medium	Aufgabe	Standarddruck	Verbrauch (im Prozess)
Emulsion	Emulsion	Abfuhr der Späne, Kühlung und Schmierung	ca. 40-80 bar	ca. 800-1.500 l/h
MQL	Öl-/Luft-Gemisch	Abfuhr der Späne und Schmierung	ca. 4-10 bar	Öl: ca. 5-100 ml/h
				Luft: ca. 3-6 Nm ³ /h



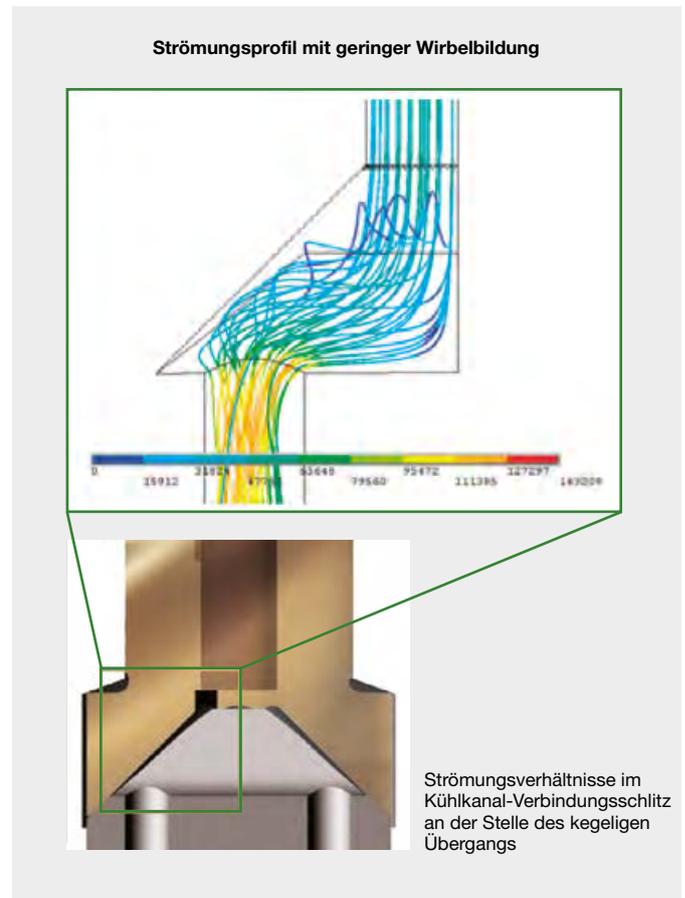
MQL-Technik

Formvollendetes Schaftende für die sichere MQL-Übergabe

Wichtig ist, die extrem geringe Ölmenge direkt an die Wirkstelle zu führen. Hierbei spielt die geometrische Form des Schaftendes eine enorme Rolle. Das kegelige Schaftende von Gühring schafft optimale Bedingungen für den MQL-Einsatz. Zusätzlich wurde speziell für Tieflochbohrer am Schaftende ein an die Kühlkanalformen angepasster Verbindungsschlitz zur optimalen Verteilung in den einzelnen Kühlkanälen entwickelt.

Vorteile des kegelligen Schaftendes:

- optimale Abdichtung durch nahezu formschlüssige Verbindung
- durch Minimalisierung der Toträume versackungsfreie und widerstandarme Strömung
- sehr gute Verteilung in die einzelnen Kühlkanäle
- einfache Handhabung/günstige Herstellung
- optimale Ansprechzeiten bzw. kurze Aerosol-Bereitstellungszeit



Immer einen kühlen Kopf

Durch MQL kann die Prozesstemperatur im Vergleich zur Trockenbearbeitung erheblich gesenkt werden. Dadurch ergeben sich höhere Standwege und eine erhöhte Prozesssicherheit.

Werkzeugdurchmesser / Druckverhältnis Eingangs-/Ausgangsdruck

Das Verhältnis des Öl-Luft Gemischs wird mit der Differenz von Eingangs- zu Ausgangsdruck eingestellt. Dies ist prozessabhängig und daher stark variabel.

Es kommen folgende Einflussgrößen in Frage:

- Werkzeug (Dimension der Niere / Kühlkanäle)
- Hersteller MQL-Erzeuger
- Hersteller MQL-Schmierstoff
- Kompressorstärke (6 bar Standard / 10 bar optimal)
- maschinelle Gegebenheiten (Verbindung zum Werkzeug)



Anwendung der Gühring-Schichten

Material	ISO-Gruppen	EB / ZB	RT 100 T	HSS
C-Stähle, Automatenstähle, Mn-Stähle		TiN Endurum Congressor	Endurum Raptor FIRE	FIRE – –
Stahl, niedrig legiert		blank TiN FIRE	FIRE Endurum Raptor	FIRE TiN –
Stahl, legiert		FIRE Signum Congressor	FIRE Signum nanoA	FIRE TiN –
Stahl, gehärtet, <55 HRC		Signum FIRE TiAlN	Signum FIRE TiAlN	– – –
Stahl, gehärtet, 55 – 65 HRC		Signum FIRE TiAlN	Signum FIRE TiAlN	– – –
Stahl, rost- und säurebeständig		SuperA Sirius Congressor	nanoA Sirius Endurum	Sirius FIRE TiN
Gusseisen		Signum Endurum FIRE	Signum FIRE nanoA	FIRE – –
Nickelbasislegierungen (z.B. Inconel)		nanoA Sirius Endurum	nanoA Signum FIRE	FIRE – –
Titan / Titanlegierungen		blank Zenit nanoA	Zenit nanoA	FIRE –
Kobalt-Chrom-Legierungen		nanoA FIRE Congressor	nanoA Signum FIRE	– – –
Edelmetalle		nanoA Carbo	nanoA	–
Aluminiumknetlegierungen		blank Carbo –	blank Carbo Cristall	blank Carbo –
Aluminiumgusslegierungen (<12% Silizium)		blank Zenit Carbo	blank Zenit Carbo	blank Zenit Carbo
Aluminiumgusslegierungen (≥12% Silizium)		Cristall Signum –	Cristall – –	– – –
Kupfer / Bronze / Messing		blank Carbo ICE	ICE Carbo	TiN –
Keramik		Cristall Signum	Cristall	–
Kunststoffe, unverstärkt		blank	Carbo	–
Kunststoffe, faserverstärkt		Cristall Signum	Cristall Signum	– –
Graphit		blank	–	–

Hinweis: Die Übersicht zeigt die allgemeinen Anwendungsempfehlungen der Gühring-Schichten. Die Priorisierung erfolgt jeweils von oben nach unten.



Das Bohrverfahren auf konventionellen Maschinen (BAZ)

Die Arbeitsschritte beim Tiefbohren

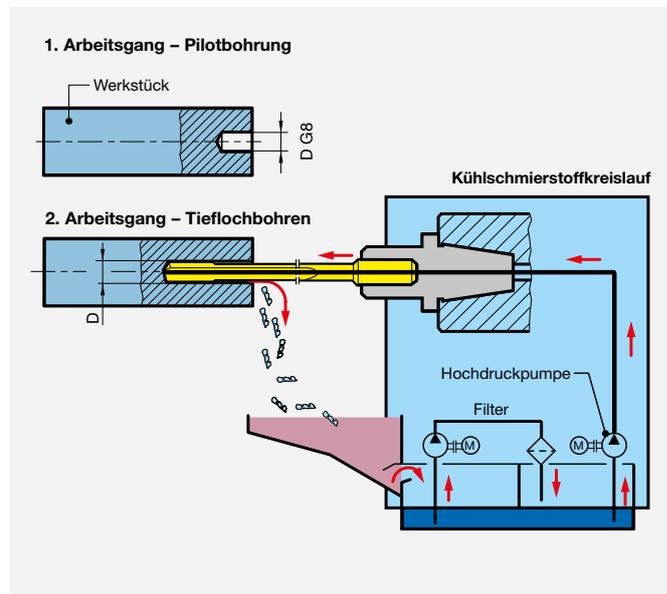
- Herstellen einer Pilotbohrung
- Einfahren mit geringer Drehzahl
- Einstellen des Kühlschmierstoffdruckes und der Drehzahl
- Kontinuierliches Bohren auf Bohrtiefe ohne Entspannen
- Abschalten der Kühlschmierstoff-Zufuhr nach Erreichen der Bohrtiefe
- Rückzug des Werkzeugs aus der Bohrung

Bei nicht ausreichenden Kühlmittelschmierstoffdaten kann mit reduzierten Schnittparametern gearbeitet werden. Es sind auch Druckerhöhungssysteme möglich.

Vorgehensweise

Um bei der Herstellung tiefer Bohrungen optimale Bearbeitungsergebnisse insbesondere beim Anbohren auf Radien und/oder unebener Oberflächenstruktur zu erzielen, empfehlen wir folgende Bearbeitungsschritte:

1. Anfräsen einer Fläche, z. B. mit dem RF 100 Diver inkl. Zentrumschnitt. Die Fläche muss rechtwinklig zum Eintrittswinkel der Bohrbearbeitung ausgeführt werden.
2. Herstellen einer zylindrischen Pilotbohrung, z. B. mit dem RT 100 U. Dank seines Spitzenwinkels von 140° und seiner Ø-Toleranz m7 sind diese Bohrer bestens für diesen Bearbeitungsschritt geeignet.
3. Einfahren in die Pilotbohrung mit einer Drehzahl von ca. 200U/min bei einem Vorschub von ca. 500mm/min im Linkslauf.
4. Einstellen des Kühlschmierstoffdruckes und der Drehzahl.
5. Kontinuierliches Bohren auf Bohrtiefe ohne Entspannen. Bei Einsatz von Tieflochbohrern mit sehr großem Längen-Durchmesser-Verhältnis (z. B. VHM-Einlippenbohrern ab Spannweite 160mm) empfehlen wir, bis zu einer Bohrtiefe von ca. 25mm mit reduzierten Schnittparametern (ca. 75% der optimalen Schnittgeschwindigkeit) zu arbeiten.
6. Bei Durchgangsbohrungen mit geradem, d. h. 90° Austritt, die Vorschubgeschwindigkeit v_f ca. 1 mm vor dem Durchbrechen auf 50% reduzieren.
7. Bei Durchgangsbohrungen mit schrägem Austritt die Vorschubgeschwindigkeit v_f ca. 1 mm vor dem Durchbrechen auf 40% reduzieren.
8. Nach Erreichen der Bohrtiefe Drehzahl und Kühlschmierstoff abschalten, Ausfahren mit max. 5.000 mm/min.

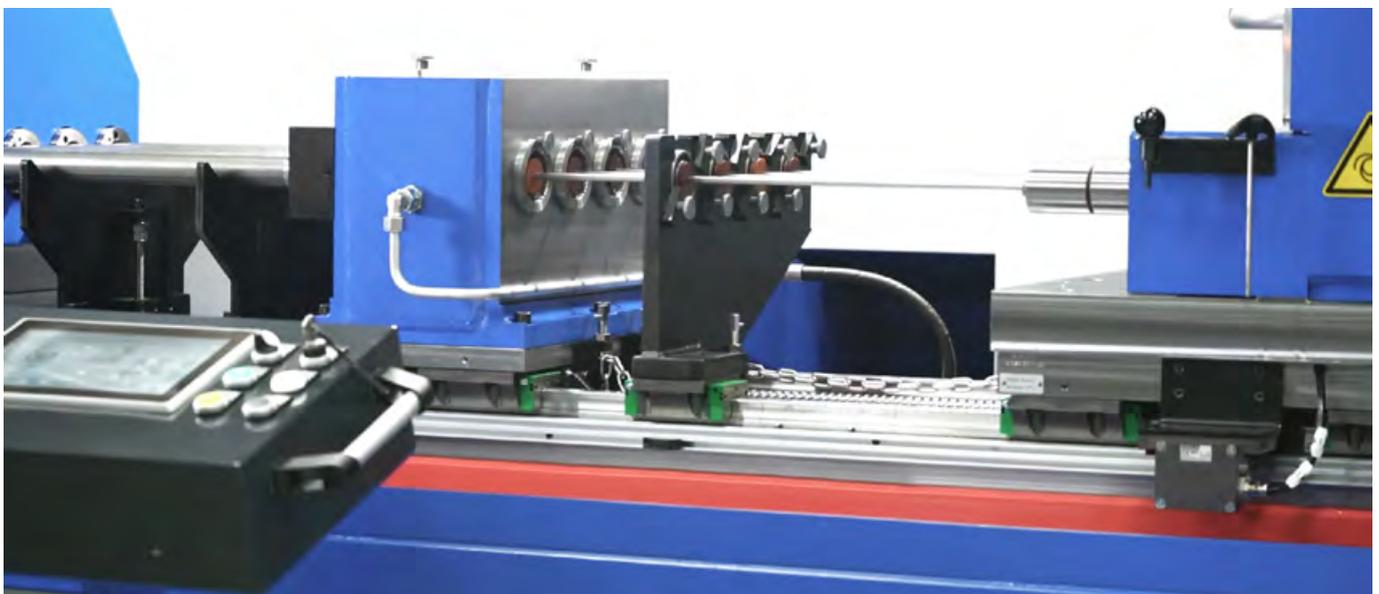
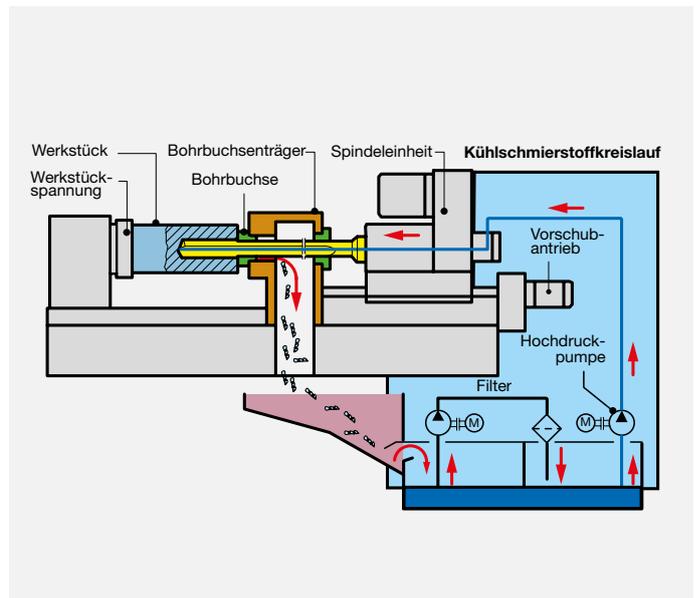




Das Bohrverfahren auf Tiefbohrmaschinen

Bei sehr tiefen Bohrungen, in der Großserienfertigung oder bei sehr hohen Anforderungen an Oberfläche, Maßhaltigkeit und Geradheit kommt in der Regel eine Tiefbohrmaschine zum Einsatz. Die Bohrtiefe ist nahezu unbegrenzt, das Bohrwerkzeug wird mit sogenannten Lünetten geführt, die während des Bohrprozesses wie eine Ziehharmonika zusammengeschoben werden. Pilotbohrungen sind dabei nicht notwendig, da die Bohrbuchse das Werkzeug beim Anbohren führt. Ohne zu entspannen kann auf die gewünschte Bohrtiefe gebohrt werden.

Die Tiefbohrmaschine hat gegenüber der konventionellen Werkzeugmaschine mehrere Vorteile: Eine Pilotbohrung erübrigt sich, das spart Bearbeitungszeit und Werkzeugwechsel. Die Bohrungstiefe kann bis zu mehreren Metern betragen, und das bei außerordentlicher Bohrungsqualität. An große Bohrtiefen angepasste Hochdruckpumpen und Filter für das Kühlmittel tragen daneben zu hoher Prozesssicherheit bei. Die Gesamtlänge der Lünetten und des Bohrbuchsenträgers ergibt die sogenannte Verlustlänge, welche bei der Längenberechnung des Werkzeuges maßgebend ist.

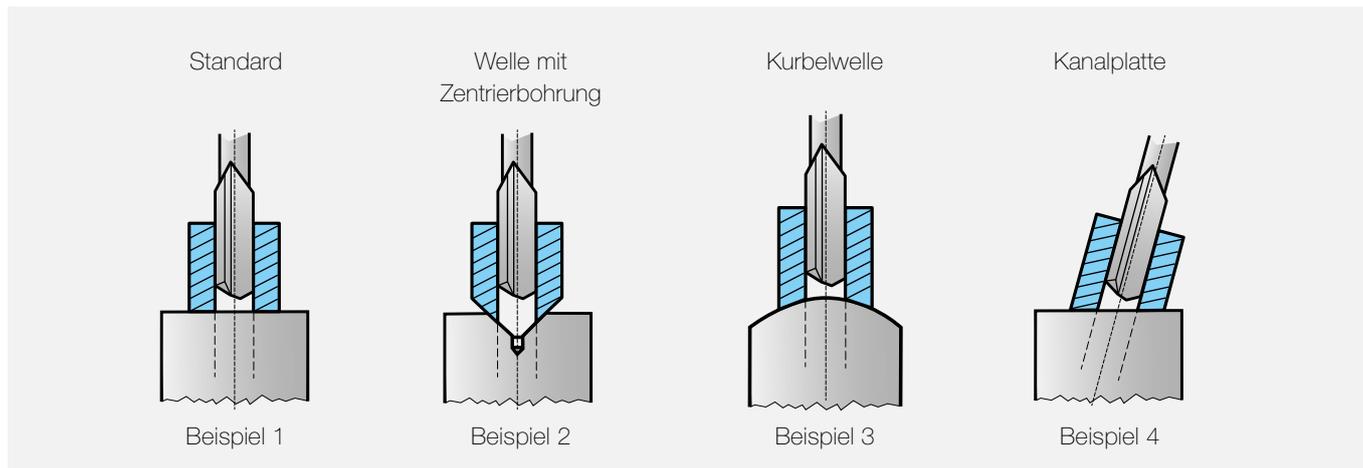




Pilotierung und Bohrbuchse

Da es sich beim Einlippentieflochbohrer um ein einschneidiges Werkzeug handelt und dieser sich nicht selbständig zentrieren kann, muss das Werkzeug mit einer Bohrbuchse oder Pilotbohrung geführt werden. Aber auch die selbstzentrierenden Zweilippenbohrer müssen über Bohrbuchsen oder Pilotbohrungen geführt werden, da sich diese sonst aufschwingen könnten.

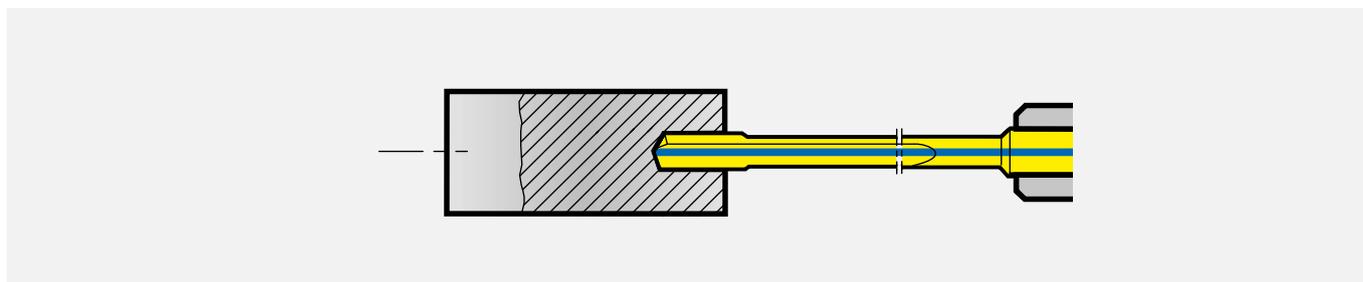
Beispiel Bohrbuchse mit Art.-Nr. 5747 (HSS) / 5748 (VHM)



Zu beachten im Umgang mit Bohrbuchsen

- Die Bohrbuchse muss formschlüssig an der Anbohrkontur anliegen.
- Spiel zwischen Bohrbuchse und Werkzeug sollte so gering wie möglich gehalten werden.
- Wenn der Tieflochbohrer einen Führungsdurchmesser hat, sollte die Bohrbuchse mindestens so lange sein, dass beide Umformsformen beim Anbohren geführt werden.
- Regelmäßige Begutachtung des Zustands der Bohrbuchse, um negativen Einflüssen auf das Werkzeug vorzubeugen.
- Wir empfehlen für Kleinserien HSS-Bohrbuchsen und für Großserien Bohrbuchsen aus VHM.

Beispiel Pilotierung



Richtwerte zur Pilotierungstiefe

klassische Tieflochbohrer	Nenn-Ø Folgewerkzeug				
	Ø 0,900-1,799	Ø 1,800-3,999	Ø 4,000-7,999	Ø 8,000-11,999	Ø 12,000-52,000
Bohrtiefe bis 20xD	3,0xD	2,5xD	2,0xD	1,5xD	1,5xD
bis 30xD		3,0xD	2,5xD	2,0xD	
bis 40xD		4,0xD	3,0xD	2,5xD	



Pilotierung und Bohrbuchse

Anwendungsspektrum Pilotwerkzeuge

	Durchmesserbereich [mm]																			
	0,9	1,0	1,4	2,0	3,0	6,0	8,0	11,0	12,0	15,5	16,0	19,5	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	52,0
ExclusiveLine Kleinstbohrer	Art.-Nr. 6400 ohne IK			6405 mit IK																
RT 100 U	Art.-Nr. 2473 ohne IK						Art.-Nr. 2479 mit IK													
HT 800	Art.-Nr. 4111 WP zum Pilotieren																			
RF 100 P	Art.-Nr. 6716 4-Schneider ohne IK																			
RF 100 Diver	Art.-Nr. 6737 4-Schneider ohne IK																			
GV 120	Art.-Nr. 659 HSCO ohne IK																			

ExclusiveLine-Kleinstbohrer

- für Pilotbohrungen \varnothing3,000/EB 100, EB 80
- für Standardsituationen/ebene Anbohrfläche

RT 100 U

- Universal-Pilotwerkzeug \varnothing 3,000-19,500/EB 100, EB 80, ZB 80, EB 800, RT 100 T
- für Standardsituationen/ebene Anbohrfläche

HT 800

- WP-Pilotwerkzeug \varnothing 11,000-40,000/EB 100, EB 80, ZB 80, EB 800, RT 100 T
- für Standardsituationen/ebene Anbohrfläche

RF 100 P

- Fräser für hochpräzise Pilotierungen \varnothing 1,400-12,000/EB 100, EB 80, ZB 80, EB 800, RT 100 T
- für Standard- und Sondersituationen/ebene, winklige, kubische oder sonstige Anbohrflächen

RF 100 Diver

- Fräser für hochpräzise Pilotierungen \varnothing 4,000-52,000/EB 100, EB 80, ZB 80, EB 800, RT 100 T
- für Standard- und Sondersituationen/ebene, winklige, kubische oder sonstige Anbohrflächen

GV 120

- HSS Pilotbohrer \varnothing 0,900-15,500/HSS Tieflochbohrer
- für Standardsituationen/ebene Anbohrfläche

Zu beachten im Umgang mit Pilotbohrungen

- Der Pilotierungsdurchmesser sollte G8 toleriert und die Werkzeuge grundsätzlich Nenn- \varnothing m7 toleriert sein.
- Wenn der Einlippentieflochbohrer einen Führungsdurchmesser hat, sollte die Pilotbohrung mindestens so tief sein, dass beide Umfangsformen beim Anbohren geführt werden.
- Je nach Anwendung ist es teilweise von Vorteil, wenn die Pilotbohrung eine Einführfase hat.
- Wenn an die Tieflochbohrung hohe Anforderungen in Position und Verlauf gestellt wird, muss, wenn möglich, die Pilotbohrung gefräst oder auf einer Drehbank ausgedreht werden.

Wichtig:

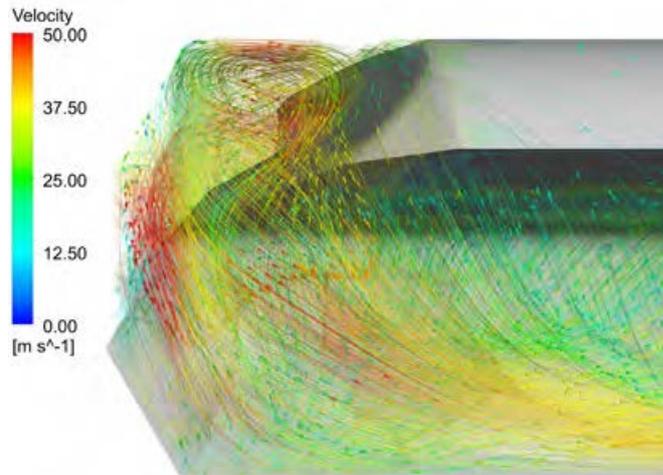
Die Qualität der Bohrbuchse und der Pilotbohrung hat einen sehr großen Einfluss auf den Bohrungsmittenverlauf und den Standweg des Folgewerkzeugs.



Kühlschmierstoff

Einführung

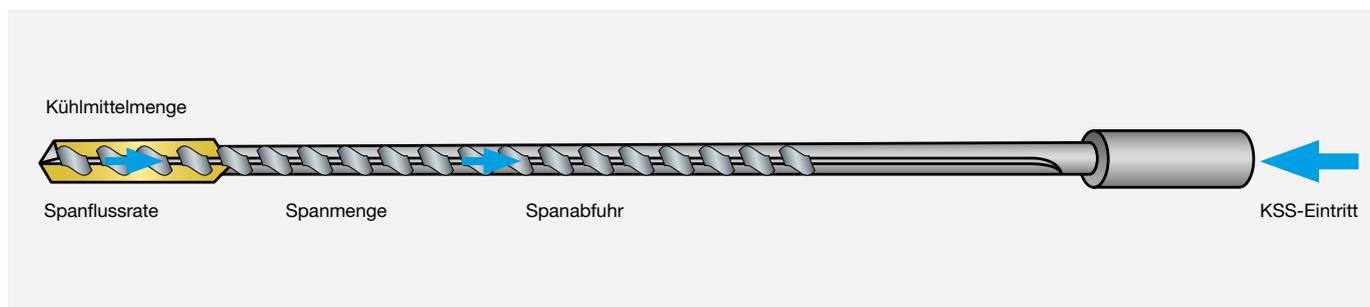
Der KSS ist einer der wichtigsten Bestandteile für das Bohren von LxD Verhältnissen größer 15xD oder im Speziellen für das Tieflochbohren. Die Auswahl der KSS-Versorgung, deren Eigenschaften sowie die Leistungen wie Druck und Volumenstrom sind entscheidend für Prozess-Performance und dadurch auch für die Bohrungsqualität. Zu hoher KSS-Druck kann Welligkeit und größeren Bohrungsverlauf erzeugen.



Funktion

Der KSS (Öl, Emulsion, MQL, Luft) spült in erster Linie die Späne aus der Bohrung und schmiert alle werkstückberührenden Segmente des Werkzeuges (Umfang und Schneiden). Das Bohren erfolgt unter Hochdruck. Der Druck ist jedoch „nur“ die Summe aus erzeugter KSS-Menge und vorhandener Widerstände wie Kühlkanalquerschnitt- bzw. Werkzeuglänge und Spanmasse. Durch die Menge an KSS und genannter Widerstände entsteht aus hydraulischer Sicht eine Fließgeschwindigkeit, die bei korrektem Einsatz die Spankontaktzeit mit der Schneide minimal hält, ein Verstopfen der Bohrer verhindert und somit einen direkten Ein-

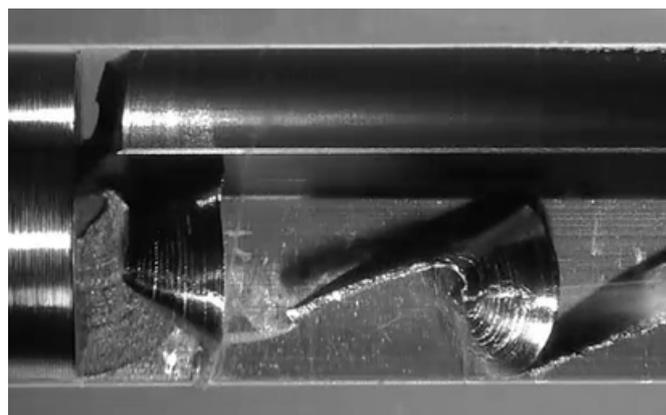
fluss auf den Bearbeitungsprozess hat. Die Schmiereigenschaften des KSS bestimmen die Spanbildung und das Oberflächenergebnis maßgebend. Entsprechende Additive wie EP-Zusätze (Extreme Pressure) gewährleisten das Gleiten der Führungsleisten, die unter Umständen enormer Flächenpressung und Rollkräften ausgesetzt sind.



Filtration

Um sichere Bohrprozesse gewährleisten zu können, ist es zwingend erforderlich, eine KSS-Sauberkeit in Abhängigkeit vom Werkzeugdurchmesser bereit zu stellen:

- $\varnothing 2,000$ maximal 15 μm
- $\varnothing 2,000$ bis $\leq \varnothing 6,000$ maximal 40 μm
- $> \varnothing 6,000$ bis 100 μm





Kühlschmierstoffarten

Emulsion

Verschiedene Arten des wassermischbaren KSS, wie mineralische, synthetische oder natürliche Zusammensetzungen, beeinflussen neben dem gewähltem Fettgehalt maßgeblich den Bohr-

prozess. Der Fettgehalt liegt für das Tieflochbohren im Idealfall zwischen 8-12%. Geringere Werte führen zu Einbußen in Performance bis hin zu Fehlfunktionen.



Emulsionseigenschaften*

- Bei hohen Drücken sind EP-Zusätze (Extreme Pressure) in der Emulsion zu verwenden, da es ansonsten zu Schaumbildung und somit zum Verlust der Schmiereigenschaften kommen kann.
- Bei Emulsion können Drücke aufgrund der geringeren Viskosität gegenüber Öl um ca. 15% reduziert werden, um ein vergleichbares Spülverhalten zu erreichen.
- Bei Materialsorten mit einem Chrom-Gehalt größer 12% ist mit einem Standweg von unter 1,5 m zu rechnen.

Öl

Tiefbohröl unterscheidet sich ebenso wie die Emulsion durch seine mineralische, synthetische und natürliche Zusammensetzung. Die höhere Viskosität von Tiefbohrölen gegenüber Emulsion bestimmt zum Teil den erhöhten Kühlmittelwiderstand, welcher bei niederviskosen Ölen entweder zu hohen Fließgeschwindigkeiten (kleine Durchmesser) oder bei hochviskosen Ölen zu größeren hydraulischen Kräften führt (entscheidend bei größeren Durchmessern). Öle reagieren in ihrer Viskosität und Schmiereigenschaft stark auf Temperatur. Eine Überhitzung >50°C ist zu vermeiden um prozesssicher bohren zu können.

Öleigenschaften*

- <math>< \varnothing 2\text{mm}</math> 7-10mm²/s
- >math>> \varnothing 2\text{mm}</math> 10-20mm²/s

MQL / Trocken

Das Tieflochbohren ist trocken bzw. mit MQL möglich. Abhängig von Werkstoff, Durchmesser und Bohrtiefe können entsprechende Prozesse ausgeführt werden. Maßgebend sind die Form, Größe und Masse der Späne.

Trockenbearbeitung ist lediglich bei der Entstehung staubartiger Späne möglich (z. B. Graphit oder HM-Grünlinge).

- Für MQL 1-Kanal-Anwendungen kann die Längeneinstellschraube #4937 (siehe GM 300 Katalog) gewählt werden.
- Für MQL 2-Kanal-Anwendungen kann die Längeneinstellschraube #4621 (siehe GM 300 Katalog) gewählt werden.



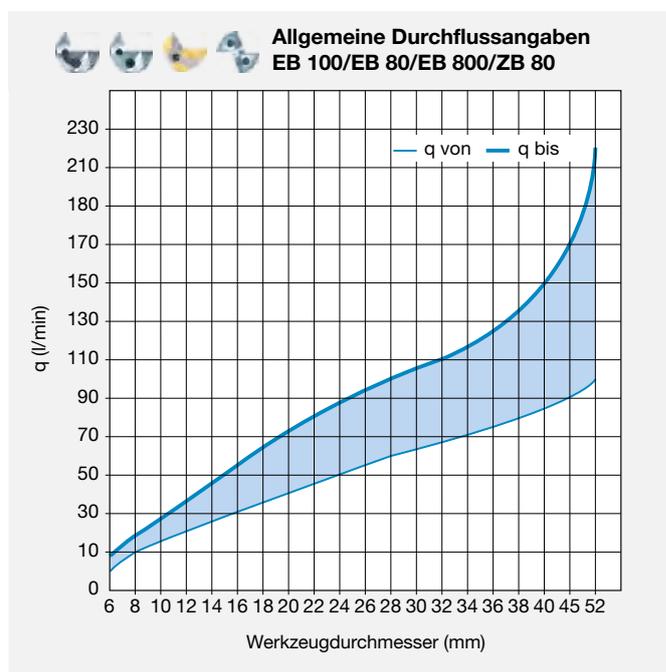
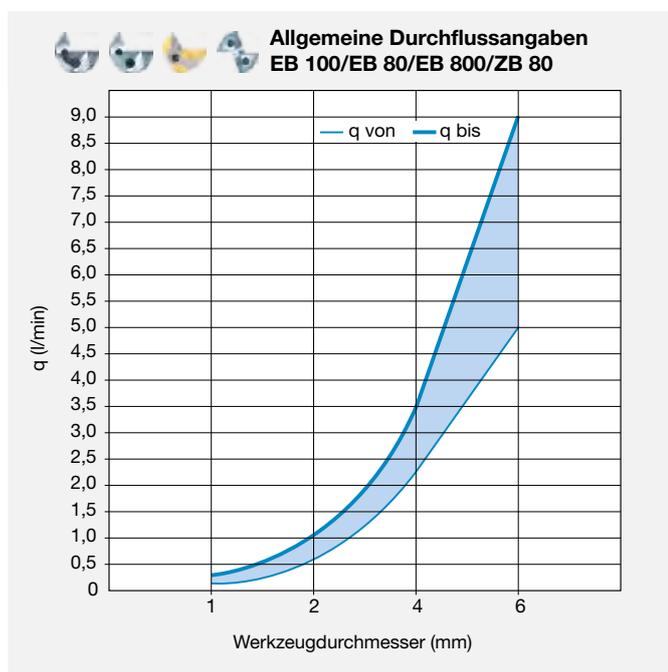
*keine Haftungsübernahme bei Abweichung von Herstellervorgaben



Kühlschmierstoffangaben

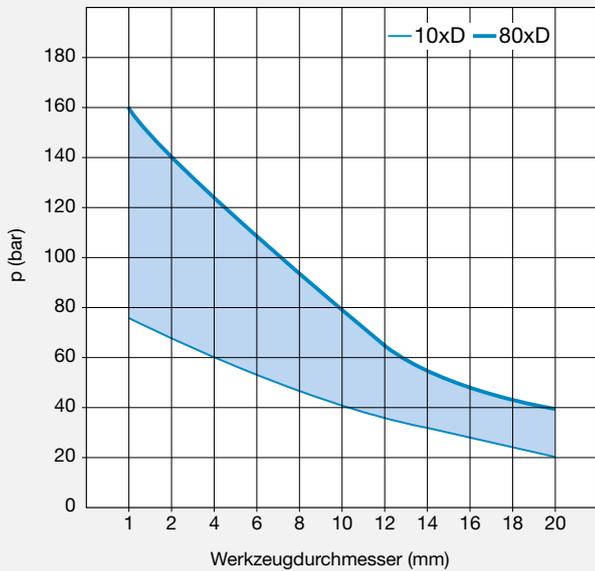
Bitte beachten:

- Sämtliche Tieflochbohrer können nur mit Innenkühlung eingesetzt werden, egal ob Luft, Emulsion oder Öl. Mit Innenkühlung ist der Abtransport der Späne besser gewährleistet.
- Sämtliche Tieflochbohrer können auch mit Öl als Medium für die Innenkühlung eingesetzt werden. Es ist dann jedoch ein erhöhter Druck gegenüber Emulsion erforderlich, um die gleiche Kühlmittelmenge zu erhalten.
- Werden Tieflochbohrer mit MQL eingesetzt, kann bei kleineren Nenndurchmessern eine Druckerhöhung nötig werden, je nach Systemdruck der MQL-Anlage.
- Bei nicht ausreichenden Kühlschmierstoffdaten kann mit reduzierten Schnittparametern gearbeitet werden. Es sind auch Druckerhöhungssysteme möglich.
- Mit zunehmender Länge eines Tieflochbohrers muss mit Druckerhöhungen gerechnet werden, um die benötigte Kühlmittelmenge durch die Kühlkanäle zu transportieren.

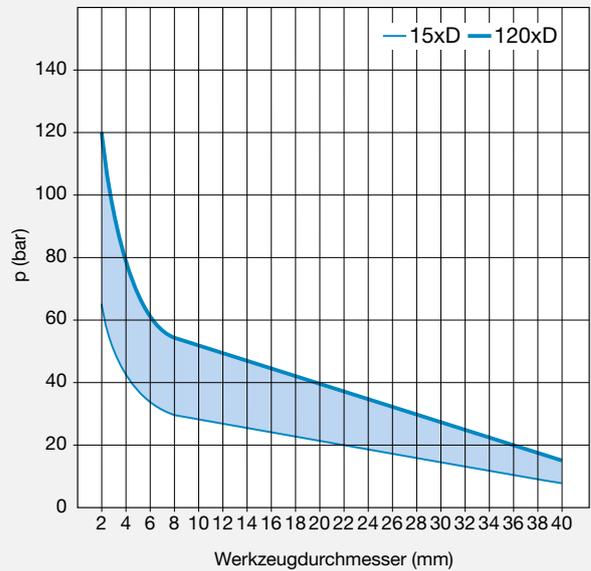




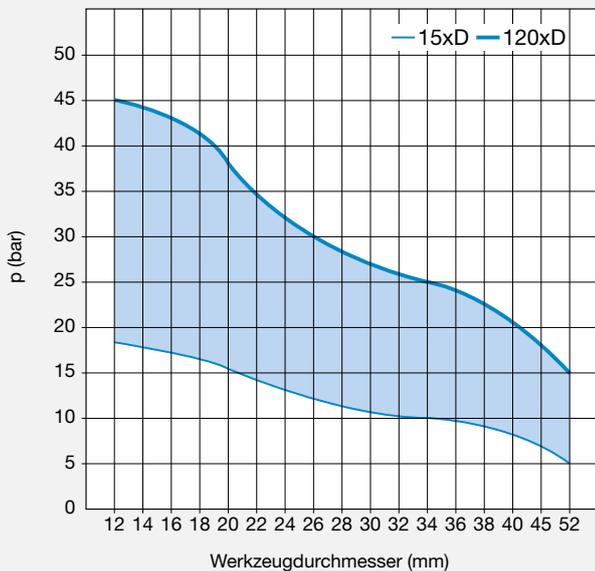
EB 100 Druckvorgaben
abhängig von der Werkzeuglänge



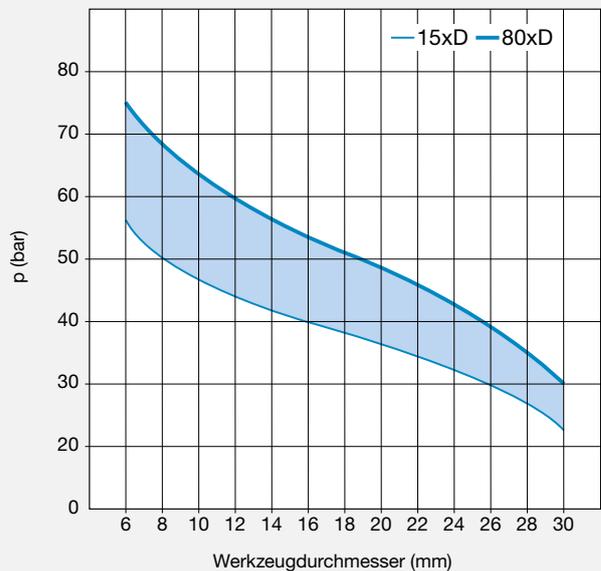
EB 80 Druckvorgaben
abhängig von der Werkzeuglänge



EB 800 Druckvorgaben
abhängig von der Werkzeuglänge



ZB 80 Druckvorgaben
abhängig von der Werkzeuglänge



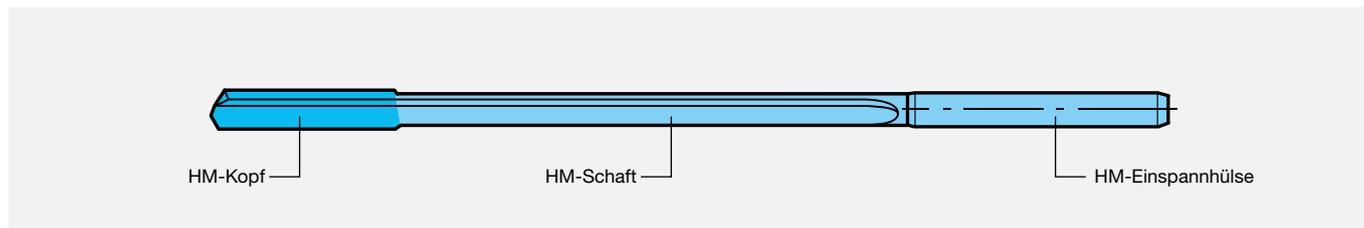


Eigenschaften

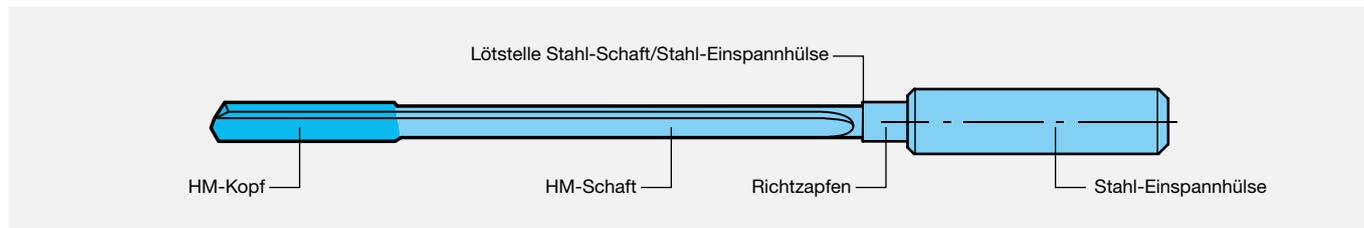
Anwendungsspektrum

	Durchmesserbereich																	
	0,9	1,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0
EB 100 M	max. Gesamtlänge 615 mm																	
EB 100	max. Gesamtlänge 615 mm																	
EB 80	max. Gesamtlänge 3.600 mm																	
ZB 80	max. Gesamtlänge 1.000 mm																	
EB 800	max. Gesamtlänge 3.600 mm																	

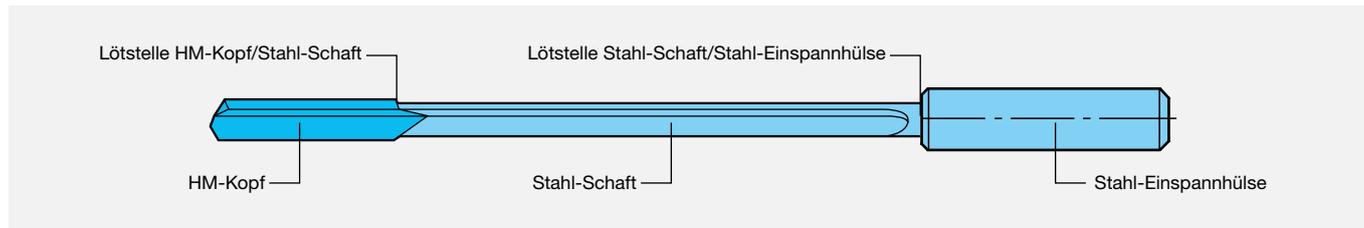
EB 100 M



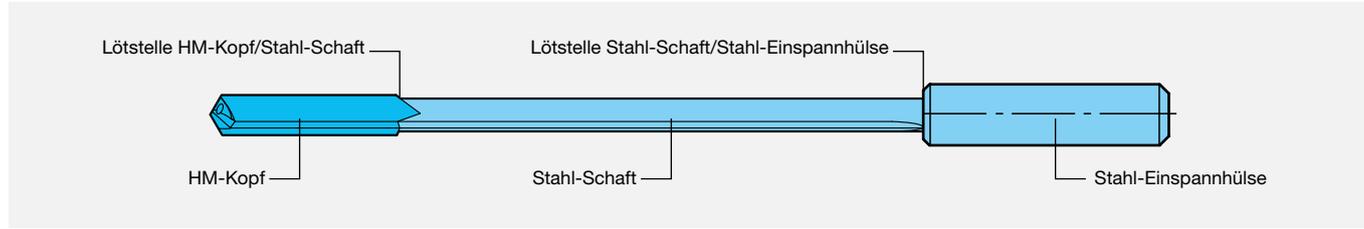
EB 100



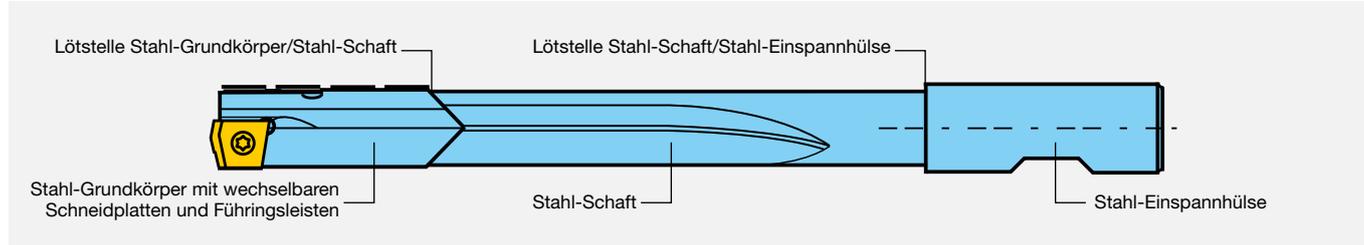
EB 80



ZB 80



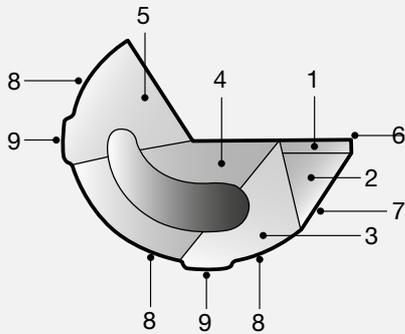
EB 800



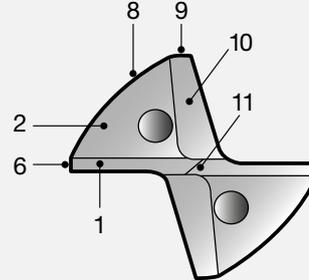


Eigenschaften

Merkmale – Anschliff EB



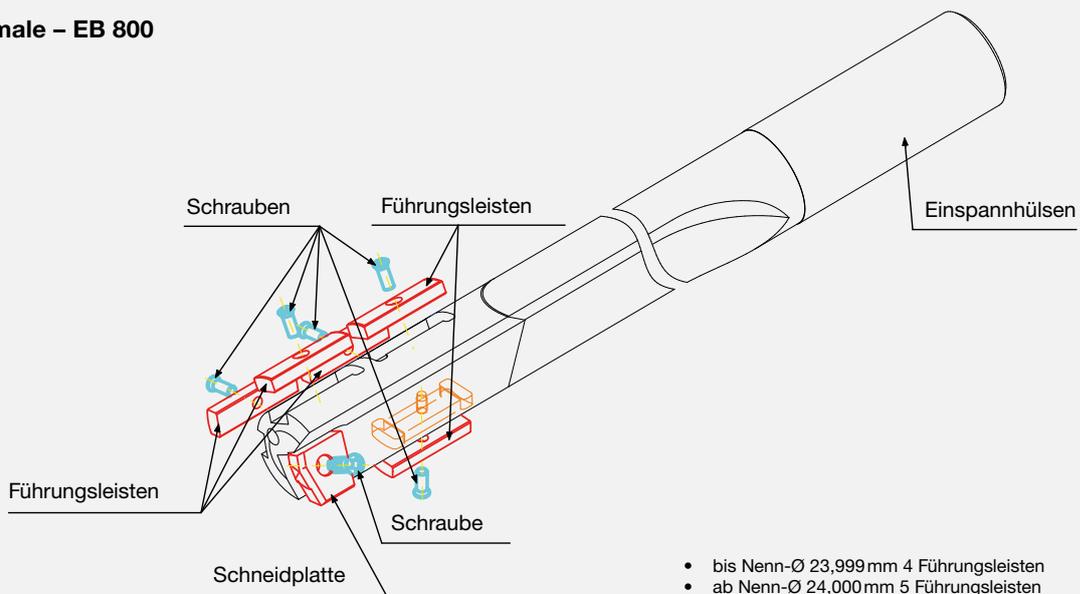
Merkmale – Anschliff ZB



Erklärung:

- 1 – Außenschneide 1. Freifläche
- 2 – Außenschneide 2. Freifläche
- 3 – Freifläche Spitze
- 4 – Innenschneide
- 5 – Öl-Raum
- 6 – Nebenschneide (Rundschliffase)
- 7 – Hinterschliff (Öltasche)
- 8 – Rückendurchmesser
- 9 – Stützleisten (Umfangsform)
- 10 – Ausspitzung
- 11 – Querschneide

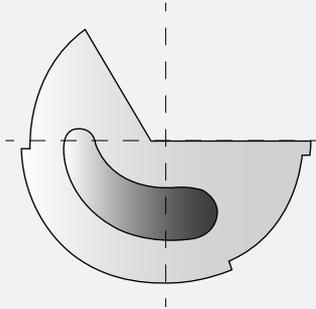
Merkmale – EB 800



- bis Nenn-Ø 23,999 mm 4 Führungsleisten
- ab Nenn-Ø 24,000 mm 5 Führungsleisten



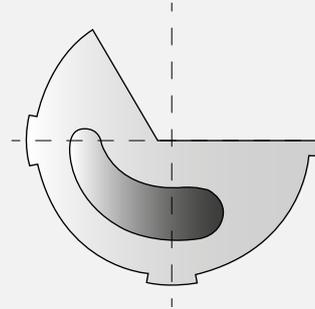
Standard-Umfangsformen



Umfangsform G

Standard-Umfangsform. Geeignet für die meisten Werkstoffe und Bohraufgaben. Der Werkzeugdurchmesser ist bei dieser Form nach der Fertigung nicht mehr messbar.

- für fast alle Bohraufgaben geeignet
- für alle Materialien
- geringer Bohrungsverlauf
- geringe Klemmneigung
- enge Bohrungstoleranz



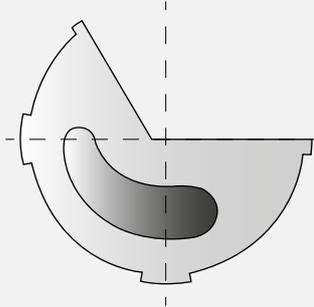
Umfangsform C

Diese Umfangsform wird bevorzugt bei engen Bohrungstoleranzen bezüglich Bohrungsdurchmesser und Oberfläche verwendet.

- für alle Materialien
- Stahl, rostfreier Stahl, Aluminium
- geringer Bohrungsverlauf
- geringe Klemmneigung



Sonder-Umfangsformen

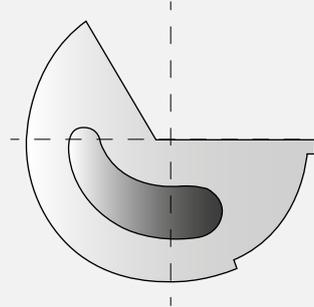


Umfangsform A

Umfangsform für ungünstige Bohrverhältnisse beim Anbohren bzw. Überkreuzbohren. Bearbeitung von weichen Materialien und/oder schlechter Schmierleistung des Kühlschmierstoffs.

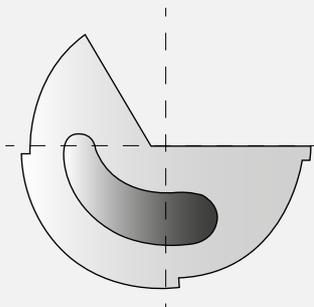
Wird für enge Bohrungstoleranzen, sowie auch als Führungsteil bei überlangen Schneidköpfen verwendet.

- Aluminium
- Kupfer



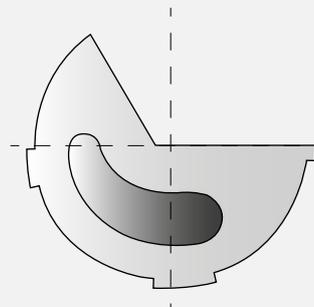
Umfangsform D

Diese Umfangsform wird fast ausschließlich für weiche Materialien wie GG, Graphit etc. verwendet – vor allem in Verbindung mit engen Bohrungstoleranzen.



Umfangsform E

Für sämtliche Stoffe geeignet, jedoch für größere Bohrungstoleranzen.



Umfangsform F

Umfangsform für weichere Werkstoffe, geringere Reibung und stabile Führung, wie z. B. bei Aluminium.

Dies ist nur ein kleiner Ausschnitt unserer Sonder-Umfangsformen. Weitere Umfangsformen speziell für Ihre Anwendung auf Anfrage.

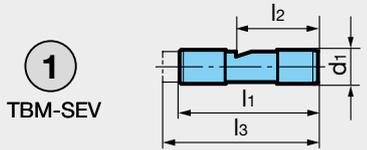


Das hier vorgestellte Hülsenprogramm halten wir am Lager, es stellt jedoch nur eine Auswahl von Einspannhülsen dar. Wir fertigen natürlich auch Hülsen nach Kundenzeichnung individuell mit höchster Präzision.

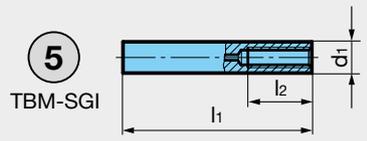
Achtung! Bei EB 100 sind Spannhülsen mit Richtbund erforderlich. Informationen auf Anfrage.

Einspannhülsen für EB 80

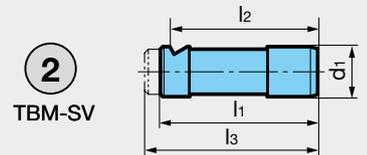
Einspannhülsen für Tiefbohrmaschinen



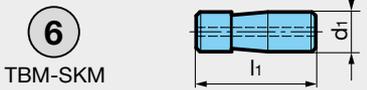
Kennzahl	d ₁	l ₁	l ₂	l ₃
1.1	10	40	24	-
1.2	10	40	24	45
1.3	10	40	24	55
1.4	16	45	31,2	-
1.5	25	70	34	-
1.6	25	70	34	78



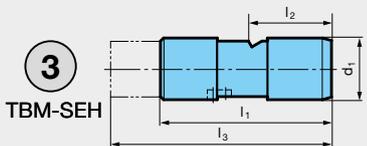
Kennzahl	d ₁	l ₁	l ₂
5.1	10	60	20
5.2	16	80	28
5.3	25	100	50
5.4	10	100	20
5.5	10	110	24



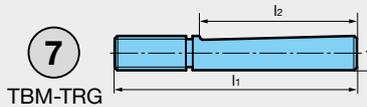
Kennzahl	d ₁	l ₁	l ₂	l ₃
2.1	16	50	47	-
2.2	16	50	47	55
2.3	16	50	47	70



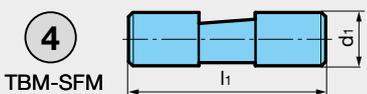
Kennzahl	d ₁	l ₁
6.1	12,7	38
6.2	19,05	70
6.3	38,1	70



Kennzahl	d ₁	l ₁	l ₂	l ₃
3.1	25	70	34	-
3.2	25	70	34	100
3.3	25	70	34	105

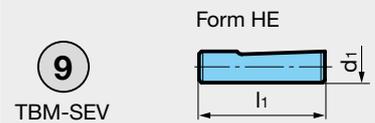


Kennzahl	d ₁	l ₁	l ₂
7.1	16	112	73
7.2	20	126	82



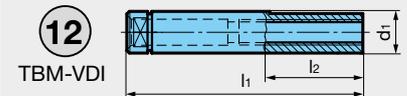
Kennzahl	d ₁	l ₁
4.1	19,05	70
4.2	12,7	70
4.3	25,4	70
4.4	31,75	70
4.5	38,1	70

Einspannhülsen nach DIN 1835



Kennzahl	d ₁	l ₁
9.1	8	36
9.2	10	40
9.3	12	45
9.4	16	48
9.5	20	50
9.6	25	56
9.7	32	60
9.8	31,75	70
9.9	38,1	70
9.10	40	70

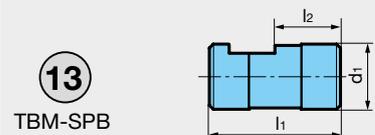
Einspannhülsen nach VDI-Entwurf



Kennzahl	d ₁	l ₁	l ₂
12.1	10	68	40
12.2	16	90	40
12.3	25	112	50

auch einsetzbar auf Tiefbohrmaschinen

Einspannhülsen nach Speed-Bit-System



Kennzahl	d ₁	l ₁	l ₂
13.1	16	40	14
13.2	25	50	25
13.3	35	60	20

auch einsetzbar auf Tiefbohrmaschinen



Einspannhülsen für EB 80

Einspannhülsen nach DIN 6535

10 Form HA

Kennzahl	d ₁	l ₁
10.1	8	36
10.2	10	40
10.3	12	45
10.4	16	48
10.5	20	50
10.6	25	56
10.7	32	60
10.8	25	70
10.9	40	70

11 Form HE

Kennzahl	d ₁	l ₁
11.1	8	36
11.2	10	40
11.3	12	45
11.4	16	48
11.5	20	50
11.6	25,4	70
11.7	25	56
11.8	32	60
11.9	40	70

8 Form HB

ab Kennzahl 8.6

Kennzahl	d ₁	l ₁	l ₂
8.1	8	36	-
8.2	10	40	-
8.3	12	45	-
8.4	16	48	-
8.5	20	50	-
8.6	25	56	17
8.7	32	60	19
8.8	40	70	19
8.9	50	80	23
8.10	63	90	23

ähn. Form HA (schrumpfbar)

16

Kennzahl	d ₁	l ₁
16.1	10	50
16.2	16	64
16.3	20	70
16.4	25	81
16.5	32	92

ähn. Form HE

17

Kennzahl	d ₁	l ₁
17.1	19,05	70
17.2	25,4	70
17.3	31,75	70
17.4	38,1	70

auch einsetzbar auf Tiefbohrmaschinen

Einspannhülsen für EB 100

Einspannhülsen mit Richtzapfen nach DIN 6535

18 Form HA

Kennzahl	d ₁	l ₁	l ₂
4	4	28	40
6	6	36	51
10	10	40	55
12	12	45	60
16	16	48	63

19 Form HB

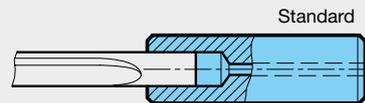
Kennzahl	d ₁	l ₁	l ₂
4	4	28	40
6	6	36	51
10	10	40	55
12	12	45	60
16	16	48	63

20 Form HE

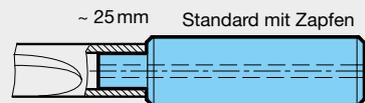
Kennzahl	d ₁	l ₁	l ₂
4	4	28	40
6	6	36	51
10	10	40	55
12	12	45	60
16	16	48	63

Fertigungsvarianten der Einspannhülsen an Tieflochbohrern mit Rohrschaft

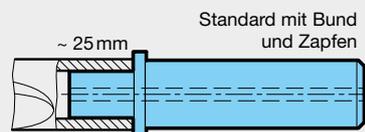
Vorgehensweise für Nenn-Ø < Hülsen-Ø
(Differenz muss ca. 6mm sein):
Rohrschaft sitzt in der Einspannhülse



Vorgehensweise für Nenn-Ø ≠ Hülsen-Ø
(max. bis Gleichstand):
Rohrschaft sitzt über dem Zapfen



Vorgehensweise für Nenn-Ø > Hülsen-Ø:
Rohrschaft sitzt über dem Zapfen,
dessen Innen-Ø > Hülsen-Ø ist,
und schließt bündig mit dem Bund ab.





Nachschleifen und Neubestücken

Selbst moderne Hochleistungswerkzeuge verschleiben auf Grund der enormen Belastung, der sie standhalten müssen, irgendwann. Gühring stellt durch fachgerechtes Nachschleifen die Leistungsfähigkeit der Werkzeuge wieder her.

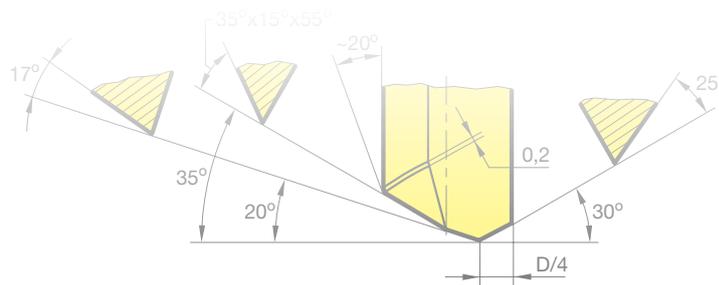
Durch den Einsatz des gleichen Maschinenparks in allen Nachschleifzentren wird ein einheitlicher Qualitätsstandard sichergestellt.

VHM-Tieflochbohrer oder Tieflochbohrer mit gelötetem Kopf, können je nach Kopflänge und Verschleißmarkenbreite bis zu 10 mal nachgeschliffen werden.

Nachfolgende Punkte sind zu beachten:

- Das Werkzeug muss beim Nachschleifen sauber geschliffen werden, d. h. frei von jeglichen Verschleißspuren.
- Das Werkzeug ist nach dem Nachschleifen stirnseitig blank.
- Mit Mehraufwand können die Werkzeuge nachbeschichtet werden.
- Tieflochbohrer mit gelötetem Kopf können bei sehr starker Abnutzung oder Beschädigung neu bestückt werden.
- Tieflochbohrer mit Richtzapfen werden nach dem Nachschleifen auf Rundlauf geprüft und ggf. gerichtet.
- Richtwerte für die min. Kopflänge beim Nachschleifen um die Qualitätsanforderungen der Bohrung zu gewährleisten:

Durchmesserbereich	min. Kopflänge
Ø0,900 - Ø1,999	5 - 7 mm
Ø2,000 - Ø3,999	8 - 10 mm
Ø4,000 - Ø16,999	10 - 14 mm
Ø17,000 - Ø25,999	14 - 16 mm
Ø26,000 - Ø40,000	16 - 18 mm



	- 25°	+ 30°	0°	
	+ 20°	+ 17°	0°	D/4
	+ 35°	+ 15°	+ 55°	

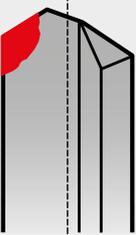
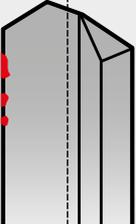


Anwendungshinweise/Troubleshooting

Fehler	Ursachen	Gegenmaßnahmen
<p>1. Werkzeugbruch beim Anbohren</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Werkzeug <ul style="list-style-type: none"> - stumpfe Schneide - falscher Anschliff - zu hoher Vorschub - anbohren mit Eilgang - vorgeschädigtes Werkzeug (Ausbrüche, etc.) - zu hohes Längen x Durchmesser-verhältnis (LxD) ■ Pilotbohrung <ul style="list-style-type: none"> - zu kleiner Durchmesser - zu großer Durchmesser - zu schlechte Bohrungsqualität (verschissenes Werkzeug) - falsches Einfädeln ■ Bohrbuchse <ul style="list-style-type: none"> - verschlissen - ausgebrochen - zu schwacher Anpressdruck / hebt beim Anbohren ab und Späne klemmen sich ein - Spalt zwischen Buchse und Werkstück / Späne verhaken sich, Spänestau ■ Werkstück <ul style="list-style-type: none"> - Aufspannung nicht in Ordnung ■ KSS <ul style="list-style-type: none"> - KSS-Druck zu niedrig, Spänestau - Medium zu stark verschmutzt --> Verstopfung 	<ul style="list-style-type: none"> ■ - nachschleifen ■ - Anschliff korrigieren ■ - Vorschub reduzieren ■ - Anbohrvorschub wählen ■ - nachschleifen ■ ggf. neues Werkzeug ■ - mehrere Werkzeuge verwenden / Abstützen ■ - anderes Werkzeug (größerer Ø) ■ - anderes Werkzeug (kleinerer Ø) ■ - neues Werkzeug verwenden ■ - Programm korrigieren ■ - neue Bohrbuchse ■ - neue Bohrbuchse ■ - Anpressdruck erhöhen ■ - Bohrbuchsenposition korrigieren ■ - Werkstück fachgerecht Aufspannen ■ - KSS-Druck erhöhen ■ - Filterung kontrollieren
<p>2. Werkzeug bricht am Schaft (Einspannhülse)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Werkzeug <ul style="list-style-type: none"> - zu hohes Längen x Durchmesser-verhältnis (LxD) ■ Werkstück <ul style="list-style-type: none"> - Achsposition Bohrung nicht korrekt ■ Maschine <ul style="list-style-type: none"> - Versatz Maschine zu Werkstück - zu tiefe Bohrtiefe (Programmierfehler) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ - mehrere Werkzeuge verwenden / Abstützen ■ - Werkstückspannung überprüfen ■ - Versatz überprüfen und ggf. korrigieren ■ - Programmierung kontrollieren

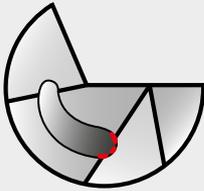
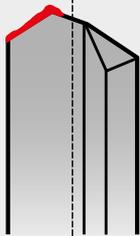
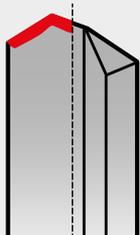


Anwendungshinweise/Troubleshooting

Fehler	Ursachen	Gegenmaßnahmen	
3. Rohr verbogen/verdreht 	<p>Werkzeug</p> <p>KSS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - zu hohes Längen x Durchmesser Verhältnis (LxD) - zu hohe Zerspankräfte (spez. Drehmoment) <ul style="list-style-type: none"> - KSS-Druck zu gering, Spänestau 	<ul style="list-style-type: none"> - mehrere Werkzeuge verwenden / Abstützen - Schnittdaten reduzieren <ul style="list-style-type: none"> - KSS-Druck erhöhen
4. Werkzeug bricht/ schieft aus 	<p>Werkzeug</p> <p>Pilotbohrung</p> <p>Bohrbuchse</p> <p>Werkstück</p>	<ul style="list-style-type: none"> - beim Schleifen überhitzt - Schneidkante der Nebenschneide (Rundschliffase) zu stumpf - Werkzeug nicht fest eingespannt, pulsiert axial - Werkzeug klemmt, schieft beim Rückzug aus - maximaler Standweg überschritten - Zerspanungsleistung zu hoch - unterbrochener Schnitt - Rundlauffehler zu groß <ul style="list-style-type: none"> - zu großer Durchmesser (zu großes Spiel) <ul style="list-style-type: none"> - zu großer Durchmesser (zu großes Spiel) <ul style="list-style-type: none"> - Aufspannung ungenügend 	<ul style="list-style-type: none"> - Parameter beim Schleifen korrigieren - Kantenverrundung an der Nebenschneide überprüfen - Werkzeugschärfe optimieren - Schneidengeometrie oder Umfangsform ändern - Werkzeugwechselintervalle verkürzen - Schnittdaten zurücknehmen - Vorschubwerte reduzieren - Rundlauf kontrollieren / wenn möglich korrigieren <ul style="list-style-type: none"> - anderes Werkzeug (kleinerer Ø) <ul style="list-style-type: none"> - andere Bohrbuchse (kleinerer Ø) <ul style="list-style-type: none"> - Werkstück fachgerecht Aufspannen
5. Ausbrüche an der Rundfase 	<p>Werkzeug</p> <p>Pilotbohrung</p> <p>Bohrbuchse</p> <p>Werkstück</p> <p>KSS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - unterbrochener Schnitt <ul style="list-style-type: none"> - zu großer Durchmesser (zu großes Spiel) <ul style="list-style-type: none"> - zu großer Durchmesser (zu großes Spiel) - Spalt zwischen Bohrbuchse und Werkstück zu groß <ul style="list-style-type: none"> - instabile Verhältnisse / Werkstückspannung ungenügend - Querbohrungen nicht verstopft (KSS-Verlust) <ul style="list-style-type: none"> - ungünstiger KSS für abrasiven Werkstoff 	<ul style="list-style-type: none"> - Vorschubwerte reduzieren <ul style="list-style-type: none"> - anderes Werkzeug (kleinerer Ø) <ul style="list-style-type: none"> - andere Bohrbuchse (kleinerer Ø) - Spalt verringern (Bohrbuchse sollte im Idealfall anliegen) <ul style="list-style-type: none"> - Werkstück fachgerecht Aufspannen - Querbohrungen verstopfen (Gütring Abschlussstopfen) <ul style="list-style-type: none"> - passendes KSS wählen, Ölgehalt der Emulsion erhöhen / Öl verwenden

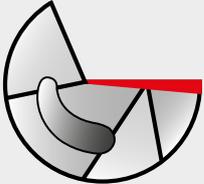
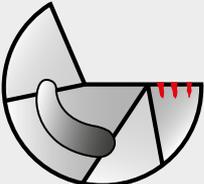
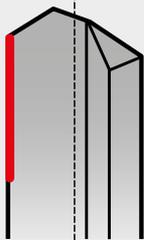


Anwendungshinweise/Troubleshooting

Fehler	Ursachen		Gegenmaßnahmen
<p>6. Ausbrüche am Kühlkanal</p> 	<p>Werkzeug</p> <p>KSS</p>	<p>Werkzeug</p> <ul style="list-style-type: none"> - Freiwinkel zu gering - Ölraumwinkel zu gering (zu wenig Öl-Durchfluss) - Materialanhaftungen an der Stirn <p>KSS</p> <ul style="list-style-type: none"> - ungünstiger KSS, falsches Öl (Viskosität) oder magere Emulsion (Materialanhaftungen) - unreiner KSS durch kleine Späne oder andere Verschmutzung 	<p>Werkzeug</p> <ul style="list-style-type: none"> - Frewinkel erhöhen - Ölraumwinkel erhöhen/anpassen - Werkzeug ggf. Beschichten <p>KSS</p> <ul style="list-style-type: none"> - passendes KSS wählen, Ölgehalt der Emulsion erhöhen / Öl verwenden - Filterung der KSS überprüfen ggf. verbessern/verfeinern
<p>7. Aufbauschneide</p> 	<p>Werkzeug</p> <p>KSS</p>	<p>Werkzeug</p> <ul style="list-style-type: none"> - Schnittgeschwindigkeit zu gering - Schneidenabzug/-verrundung zu groß - blanke Schneiden - ungünstiger Schneidstoff - ungeeignete Beschichtung <p>KSS</p> <ul style="list-style-type: none"> - ungünstiger KSS, falsches Öl (Viskosität) oder magere Emulsion 	<p>Werkzeug</p> <ul style="list-style-type: none"> - Schnittgeschwindigkeit erhöhen - Schneidenabzug/-verrundung verringern - Werkzeug ggf. beschichten lassen - passender Schneidstoff - andere Beschichtung wählen <p>KSS</p> <ul style="list-style-type: none"> - passendes KSS wählen, Ölgehalt der Emulsion erhöhen / Öl verwenden
<p>8. Starker Kolkverschleiß</p> 	<p>Werkzeug</p> <p>KSS</p>	<p>Werkzeug</p> <ul style="list-style-type: none"> - Schnittgeschwindigkeit zu hoch - ungünstige Spanform - ungünstiger Schneidstoff <p>KSS</p> <ul style="list-style-type: none"> - ungünstiger KSS, falsches Öl (Viskosität) oder magere Emulsion - KSS-Druck/Durchfluss zu gering 	<p>Werkzeug</p> <ul style="list-style-type: none"> - Schnittgeschwindigkeit reduzieren - Anschliff anpassen - passenden Schneidstoff ggf. Beschichtung wählen <p>KSS</p> <ul style="list-style-type: none"> - passendes KSS wählen, Ölgehalt der Emulsion erhöhen / Öl verwenden - KSS-Druck/Durchfluss erhöhen

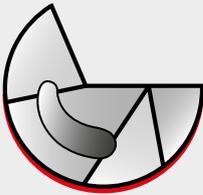
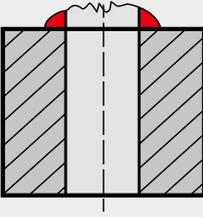
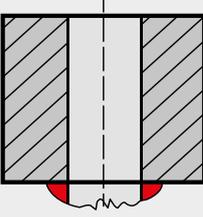


Anwendungshinweise/Troubleshooting

Fehler	Ursachen		Gegenmaßnahmen
<p>9. Freiflächenverschleiß</p> 	<p>Werkzeug</p> <p>KSS</p>	<p>Werkzeug</p> <ul style="list-style-type: none"> - Schnittgeschwindigkeit zu hoch - Span bremsst zu stark an der Spanfläche - Vorschub zu gering - Freiwinkel zu gering <p>KSS</p> <ul style="list-style-type: none"> - ungünstiger KSS, falsches Öl (Viskosität) oder magere Emulsion 	<p>Werkzeug</p> <ul style="list-style-type: none"> - Schnittgeschwindigkeit reduzieren - Beschichtung an der Spanfläche entfernen - Vorschub erhöhen - Freiwinkel erhöhen <p>KSS</p> <ul style="list-style-type: none"> - passendes KSS wählen, Ölgehalt der Emulsion erhöhen / Öl verwenden
<p>10. Kammverschleiß/ Ausbröckelung</p> 	<p>Werkzeug</p> <p>KSS</p>	<p>Werkzeug</p> <ul style="list-style-type: none"> - zu hohe Zerspankräfte - unterbrochener Schnitt - falsches Hartmetall gewählt - zu hohe Zerspannungstemperaturen <p>KSS</p> <ul style="list-style-type: none"> - ungünstiger KSS, falsches Öl (Viskosität) oder magere Emulsion (zu hohe Temperaturen aufgrund zu geringer Schmierung) 	<p>Werkzeug</p> <ul style="list-style-type: none"> - Schnittdaten reduzieren - Vorschub reduzieren - anderes Hartmetall wählen - Schnittdaten reduzieren / Anschliffgeometrie (Ölraumwinkel) ändern <p>KSS</p> <ul style="list-style-type: none"> - passendes KSS wählen, Ölgehalt der Emulsion erhöhen / Öl verwenden
<p>11. Rundfasenverschleiß</p> 	<p>Werkzeug</p> <p>Werkstück</p> <p>KSS</p>	<p>Werkzeug</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rundlauffehler zu groß - Verjüngung zu gering - Schneidenabzug/-verrundung zu groß - ungünstiger Ölraum-Anschliff (zu wenig Durchfluss) <p>Werkstück</p> <ul style="list-style-type: none"> - instabile Verhältnisse / Werkstückspannung ungenügend <p>KSS</p> <ul style="list-style-type: none"> - ungünstiger KSS, falsches Öl (Viskosität) oder magere Emulsion 	<p>Werkzeug</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rundlauf kontrollieren / wenn möglich korrigieren - Verjüngung erhöhen - Schneidenabzug/-verrundung verringern - Ölraum-Anschliff anpassen (Winkel/Absetzen/Nut/2. Fläche) <p>Werkstück</p> <ul style="list-style-type: none"> - Werkstück fachgerecht Aufspannen <p>KSS</p> <ul style="list-style-type: none"> - passendes KSS wählen, Ölgehalt der Emulsion erhöhen / Öl verwenden

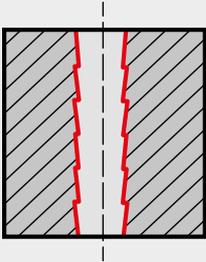
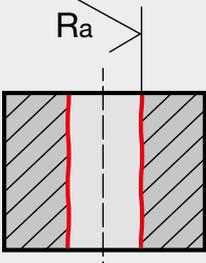
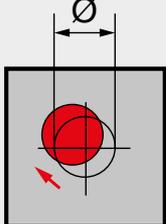


Anwendungshinweise/Troubleshooting

Fehler	Ursachen	Gegenmaßnahmen	
<p>12. Verschleiß an der Umfangsform</p> 	<p>Werkzeug</p> <p>Werkstück</p> <p>KSS</p>	<p>Ursachen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rundlauffehler zu groß - unterbrochener Schnitt - falsches Hartmetall ausgewählt - Verjüngung zu gering - falsche Beschichtung ausgewählt <p>Ursachen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - instabile Verhältnisse /Werkstückspannung ungenügend <p>Ursachen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ungünstiger KSS für abrasiven Werkstoff 	<p>Gegenmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rundlauf kontrollieren / wenn möglich korrigieren - Vorschubwerte reduzieren - Hartmetallauswahl korrigieren - Verjüngung erhöhen - Beschichtungsauswahl korrigieren - Werkstück fachgerecht Aufspannen - passendes KSS wählen, Ölgehalt der Emulsion erhöhen / Öl verwenden
<p>13. Starker Anbohrgrat</p> 	<p>Werkzeug</p> <p>Pilotbohrung</p> <p>Bohrbuchse</p>	<p>Ursachen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zu hoher Vorschub beim Anbohren - Maximaler Standweg überschritten (Werkzeug stumpf) - Schneidenabzug/-verrundung zu groß - Freiwinkel zu gering <p>Ursachen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zu großer Durchmesser (zu großes Spiel) <p>Ursachen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zu großer Durchmesser (zu großes Spiel) 	<p>Gegenmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vorschub beim Anbohren reduzieren - Werkzeugwechselintervalle verkürzen - Schneidenabzug/-verrundung verringern - Freiwinkel erhöhen - anderes Werkzeug (kleinerer Ø) - andere Bohrbuchse (kleinerer Ø)
<p>14. Starker Ausbohrgrat</p> 	<p>Werkzeug</p>	<p>Ursachen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zu hoher Vorschub beim Ausbohren - maximaler Standweg überschritten (Werkzeug Stumpf) - Schneidenabzug/-verrundung zu groß 	<p>Gegenmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vorschub beim Ausbohren reduzieren - Werkzeugwechselintervalle verkürzen - Schneidenabzug/-verrundung verringern

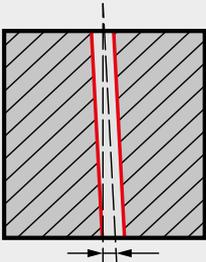
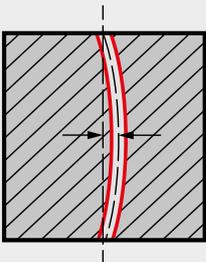


Anwendungshinweise/Troubleshooting

Fehler	Ursachen	Gegenmaßnahmen
15. Werkzeug bohrt Stufen 	<ul style="list-style-type: none"> Werkzeug <ul style="list-style-type: none"> - Bohrkopf sitzt nicht achsgerade auf Bohrrohr (EB 80/EB 800) - Koaxialität Kopf zu Schaft zu groß Maschine <ul style="list-style-type: none"> - Achsversatz zwischen Spindelaufnahme und Bohrbuchsen bzw. Pilotbohrung zu groß KSS <ul style="list-style-type: none"> - KSS Druck zu hoch 	<ul style="list-style-type: none"> - Kopf neu auflöten / neues Werkzeug - Koaxialität überprüfen / neues Werkzeug verwenden - Achsversatz korrigieren. Optimal sind 0,02 mm Versatz - KSS Druck reduzieren
16. Schlechte Oberfläche 	<ul style="list-style-type: none"> Werkzeug <ul style="list-style-type: none"> - Schneidecke ausgebrochen - Fase der Nebenschneide (Rundschliff-fase) zu breit - zu schwach ausgeprägte Verziehfase - zu geringer Druck auf die hintere Führungsleiste - Rundlauffehler zu groß - falsche Beschichtung ausgewählt Werkstück <ul style="list-style-type: none"> - instabile Verhältnisse / Werkstückspannung ungenügend KSS <ul style="list-style-type: none"> - KSS-Art / Emulsion nicht ausreichend - KSS-Menge nicht ausreichend 	<ul style="list-style-type: none"> - Werkzeug nachschleifen - Werkzeugauslegung korrigieren - Verziehfase verbessern - durch Anschliffgeometrie oder durch Schälphase/Eckenradius Druck erhöhen - Rundlauf kontrollieren / korrigieren - Beschichtungsauswahl korrigieren - Werkstück fachgerecht Aufspannen - wenn möglich Öl verwenden - KSS-Menge (Volumen/Druck) erhöhen
17. Mittensversatz 	<ul style="list-style-type: none"> Werkzeug <ul style="list-style-type: none"> - Rundlauffehler zu groß Pilotbohrung <ul style="list-style-type: none"> - Anbohren an schräger Fläche - falsche Werkzeugausführung Bohrbuchse <ul style="list-style-type: none"> - Anbohren an schräger Fläche - Bohrbuchse verschlissen (Innen-Ø zu groß) Werkstück <ul style="list-style-type: none"> - instabile Verhältnisse / Werkstückspannung ungenügend Maschine <ul style="list-style-type: none"> - Achsversatz zwischen Spindelaufnahme und Bohrbuchse / Pilotbohrung zu groß 	<ul style="list-style-type: none"> - Rundlauf kontrollieren / wenn möglich korrigieren - Pilotbohrung mit Fräser anbringen - LxD optimieren / Werkzeug-Ø prüfen - angepasste Bohrbuchse verwenden - neue Bohrbuchse verwenden - Werkstück fachgerecht Aufspannen - Achsversatz korrigieren. Optimal sind 0,02 mm Versatz

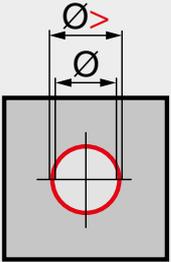
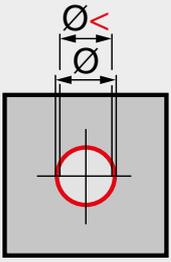


Anwendungshinweise/Troubleshooting

Fehler	Ursachen	Gegenmaßnahmen
<p>18. Großer Bohrungsverlauf</p> 	<p>Werkzeug</p> <ul style="list-style-type: none"> - stumpfe Schneide - falscher Anschliff - falsche Umfangform - zu hoher Vorschub - zu geringe Führung - Rundlauffehler zu groß <p>Pilotbohrung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pilotbohrung verläuft - Pilotbohrung unrund <p>Bohrbuchse</p> <ul style="list-style-type: none"> - schlechte Bohrbuchse / Bohrbuchse zu Bohrbuchsenaufnahme nicht korrekt <p>Werkstück</p> <ul style="list-style-type: none"> - instabile Verhältnisse / Werkstückspannung ungenügend - ungünstige Bohrungsposition / sehr geringe Wandungen - Werkstück überhitzt (starker Temperaturanstieg) <p>Maschine</p> <ul style="list-style-type: none"> - Achsversatz zwischen Spindelaufnahme und Bohrbuchse / Pilotbohrung zu groß 	<ul style="list-style-type: none"> - nachschleifen - Anschliff korrigieren - Umfangsform korrigieren - Vorschub reduzieren - langes Kopfteil verwenden - Rundlauf kontrollieren / wenn möglich korrigieren <ul style="list-style-type: none"> - Pilotbohrung prüfen ggf. anderes Wkzg. - Pilotwerkzeug anpassen <ul style="list-style-type: none"> - Bohrbuchse wechseln ggf. auch die Bohrbuchsenaufnahme <ul style="list-style-type: none"> - Werkstück fachgerecht Aufspannen - Bohrungsposition bedenken / ggf. ändern - Schnittdaten reduzieren <ul style="list-style-type: none"> - Achsversatz korrigieren. Optimal sind 0,02 mm Versatz
<p>19. Schlechte Bohrungsgeradheit</p> 	<p>Werkzeug</p> <ul style="list-style-type: none"> - stumpfe Schneide - falscher Anschliff - falsche Umfangform - zu hoher Vorschub - zu geringe Führung - Rundlauffehler zu groß - falsche Beschichtung ausgewählt - zu hohes Längen x Durchmesser Verhältnis (LxD) <p>Werkstück</p> <ul style="list-style-type: none"> - instabile Verhältnisse / Werkstückspannung ungenügend - ungünstige Bohrungsposition / sehr geringe Wandungen - Werkstück überhitzt (starker Temperaturanstieg) <p>Maschine</p> <ul style="list-style-type: none"> - Werkstück ohne Gegenlauf - Achsversatz zwischen Spindelaufnahme und Bohrbuchse / Pilotbohrung zu groß 	<ul style="list-style-type: none"> - nachschleifen - Anschliff korrigieren - Umfangsform korrigieren - Vorschub reduzieren - langes Kopfteil verwenden - Rundlauf kontrollieren / wenn möglich korrigieren - Beschichtungsauswahl korrigieren - mehrere Werkzeuge verwenden / Abstützen <ul style="list-style-type: none"> - Werkstück fachgerecht Aufspannen - Bohrungsposition bedenken / ggf. ändern - Schnittdaten reduzieren <ul style="list-style-type: none"> - wenn maschinell möglich, mit Gegenlauf Bohren - Achsversatz korrigieren. Optimal sind 0,02 mm Versatz

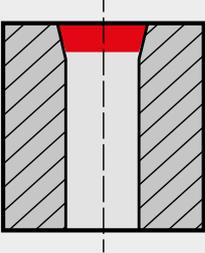
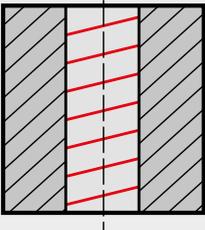
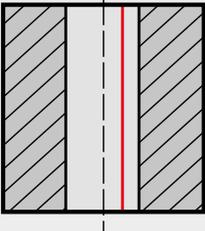


Anwendungshinweise/Troubleshooting

Fehler	Ursachen	Gegenmaßnahmen
<p>20. Bohrt zu groß</p> 	<p>Werkzeug</p> <p>KSS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - zu viel Druck auf die Nebenschneide - Rundlauffehler zu groß - KSS Druck zu hoch
<ul style="list-style-type: none"> - Anschliffgeometrie ändern / Druck von der Nebenschneide nehmen (D/4 auf D/3 ändern) - Rundlauf kontrollieren / wenn möglich korrigieren - KSS Druck reduzieren 		
<p>21. Bohrt zu eng</p> 	<p>Werkzeug</p>	<ul style="list-style-type: none"> - zu wenig Druck auf die Nebenschneide - falsche Umfangform - Werkzeug zu stark (oft) nachgeschliffen (Verjüngung)
<ul style="list-style-type: none"> - Anschliffgeometrie ändern / Druck auf Nebenschneide erhöhen (D/3 auf D/4 ändern) - Umfangform korrigieren (Form „C“) - neues Werkzeug verwenden 		
<p>22. Spänestau/Werkzeug verstopft</p> 	<p>Werkzeug</p> <p>KSS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Verhältnis der Schnittgeschwindigkeit zum Vorschub passt nicht - Anschliffgeometrie ungünstig - Fließspan - Fließspan bei beschichtetem Werkzeug - ungünstiger Ölraum-Anschliff (zu wenig Durchfluss) - Werkzeugspannung undicht (KSS verlust) - KSS-Menge nicht ausreichend
<ul style="list-style-type: none"> - Verhältnis Schnittgeschwindigkeit zu Vorschub korrigieren/anpassen - Anschliffgeometrie anpassen um Spanbruch zu begünstigen - ggf. Stottervorschub programmieren - Beschichtung an der Spanfläche entfernen - Ölraum-Anschliff anpassen Winkel/Absetzen/Nut/2. Fläche) - Werkzeugspannung optimieren - KSS-Menge (Volumen/Druck) erhöhen 		



Anwendungshinweise/Troubleshooting

Fehler	Ursachen	Gegenmaßnahmen
<p>23. Große Anbohrweite</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Werkzeug ■ Pilotbohrung ■ Bohrbuchse ■ Werkstück 	<ul style="list-style-type: none"> ■ - Vorschub beim Anbohren reduzieren ■ - Pilotbohrung prüfen ggf. anderes Werkzeug ■ - Bohrbuchse wechseln ggf. auch die Bohrbuchsenaufnahme ■ - Werkstück fachgerecht Aufspannen
<p>24. Werkzeug bohrt Drall</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Werkzeug ■ Werkstück 	<ul style="list-style-type: none"> ■ - Schnittdaten zurücknehmen ■ - Werkzeug nachschleifen / ggf. wechseln ■ - Kopf neu auflöten / neues Werkzeug ■ - Koaxialität überprüfen / neues Werkzeug verwenden ■ - Umfangsform korrigieren ■ - Werkstück fachgerecht Aufspannen / Schwingungsdämpfer setzen
<p>25. Werkzeug zieht Rückzugsriefe</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Werkzeug ■ Werkstück ■ Maschine 	<ul style="list-style-type: none"> ■ - Vorschub reduzieren ■ - Schneidkanten verrunden ■ - Rundlauf kontrollieren / wenn möglich korrigieren ■ - Umfangsform korrigieren ■ - Werkstück fachgerecht Aufspannen ■ - Achsversatz korrigieren. Optimal sind 0,02 mm Versatz



Einsatzempfehlungen

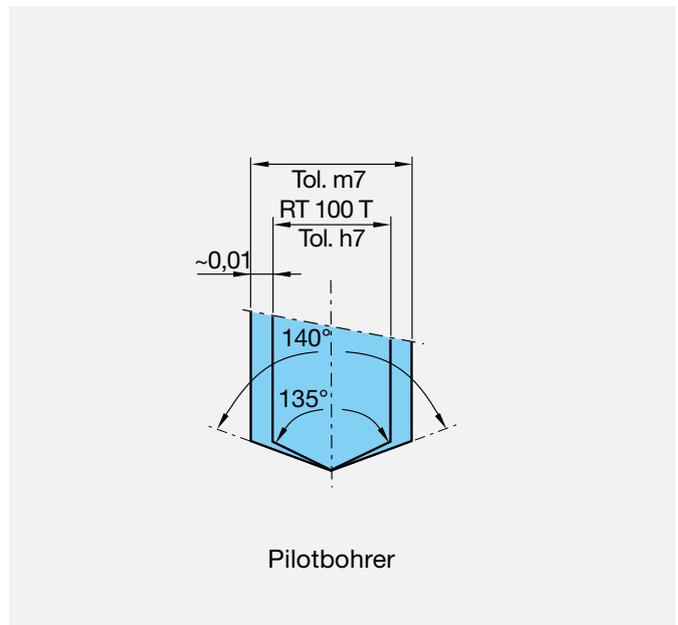
Die Arbeitsschritte beim Tiefbohren

- Herstellen einer Pilotbohrung ($L = 1,5 \times D$ bis $L = 3,0 \times D$, Toleranz G8)
- Anschalten des Kühlschmierstoff
- Einfahren mit einer Drehzahl von ca. 300 U/min, Vorschub ca. 500 mm/min
- Einstellen der Drehzahl und des Vorschubs
- kontinuierliches Bohren auf Bohrtiefe ohne Entspannen
- Reduzieren der Drehzahl auf ca. 300 U/min
- Rückzug mit max. 5.000 mm/min und drehender Spindel

Vorgehensweise

Um bei der Herstellung tiefer Bohrungen optimale Bearbeitungsergebnisse insbesondere beim Anbohren auf Radien und/oder unebener Oberflächenstruktur zu erzielen, empfehlen wir folgende Bearbeitungsschritte:

1. Anfräsen einer Fläche, z. B. mit unserem Ratiofräser RF 100 Diver inkl. Zentrumschnitt. Die Fläche muss rechtwinklig zum Eintrittswinkel der Bohrbearbeitung ausgeführt werden.
2. Herstellen einer zylindrischen Pilotbohrung, mit einer Bohrtiefe von mindestens $1,5 \times D$ bis $3 \times D$ (Toleranz G8). Hierfür empfehlen wir unsere Ratioboherer. Dank ihres Spitzenwinkels von 140° und ihrer \varnothing -Toleranz m7 sind diese Bohrer bestens für diesen Bearbeitungsschritt geeignet.
3. Einstellen des Kühlschmierstoffdrucks (siehe Diagramm „RT 100 T Druckvorgaben“) und Anschalten des Kühlschmierstoffs.
4. Einfahren in die Pilotbohrung mit einer Drehzahl von ca. 300 U/min bei einem Vorschub von ca. 500 mm/min.
5. Einstellen der Drehzahl und des Vorschubs.
6. Kontinuierliches Bohren auf volle Bohrtiefe ohne Entspannungszyklus.
7. Bei Durchgangsbohrungen mit geradem, d. h. 90° Austritt, die Vorschubgeschwindigkeit v_f ca. 1 mm vor dem Durchbrechen auf 50% reduzieren.
Bei Durchgangsbohrungen mit schrägem Austritt die Vorschubgeschwindigkeit v_f ca. 1 mm vor dem Durchbrechen auf 40% reduzieren.
8. Bei Durchgangsbohrungen nach Erreichen der Bohrtiefe Drehzahl auf ca. 300 U/mm reduzieren, bzw. bei Sacklochbohrungen 1mm vom Bohrgrund abheben und dann Drehzahl auf ca. 300 U/mm reduzieren.
9. Rückzug mit max. 5.000 mm/min und drehender Spindel.



Sämtliche Tieflochbohrer müssen beim Anbohren geführt werden. Tieflochbohrer dürfen nie mit voller Drehzahl frei im Maschinenraum bewegt werden.

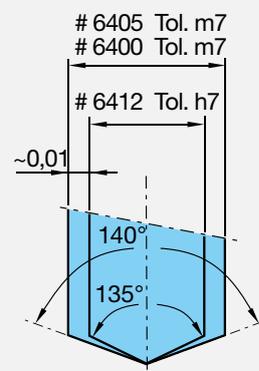


Einsatzempfehlungen

VHM-Kleinstbohrer

Pilotbohrung

Beim Einsatz des VHM-Kleinstbohrers 15xD empfehlen wir die Herstellung einer Pilotbohrung mit 1xD bis 2xD Tiefe. Der VHM-Kleinstbohrer 4xD ist ideal für diese Pilotbohrung geeignet. Sein Spitzenwinkel und seine Durchmesser tolerance sind optimal darauf abgestimmt.



Filterqualität

Aufgrund der extrem kleinen Kühlkanaldurchmesser empfehlen wir beim Einsatz der VHM-Kleinstbohrer mit Innenkühlung eine ständige Überwachung der Filterqualität des Kühlschmiermittels, z. B. mit unserem Prüfgerät CC 3000 (Abb. rechts).

Allgemeine Hinweise:

Spielarme Spindeln, fluchtungsgenaue Werkzeugaufnahmen. Wir empfehlen die Anwendung von Hydraulik-Dehnspannfuttern oder Schrumpffuttern.

Hinweise zur Kühlung:

Wir empfehlen Kühlung durch Emulsion. Kühlschmiermitteldruck min. 40 bar.

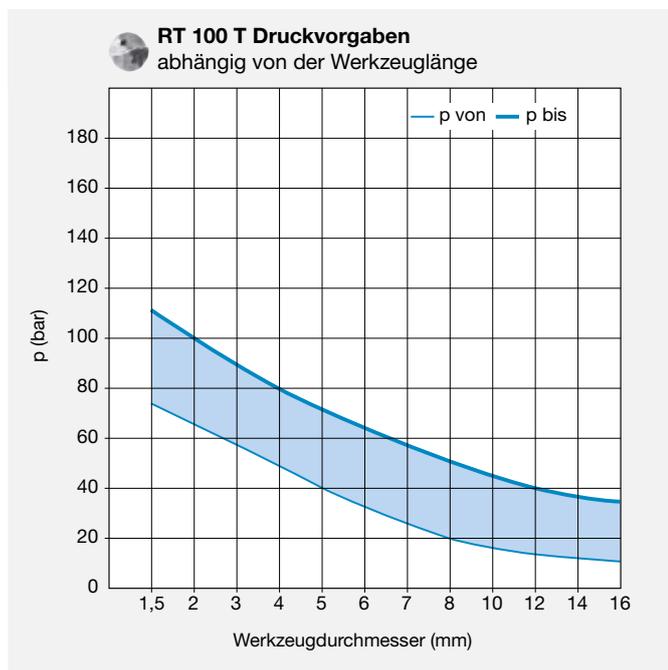
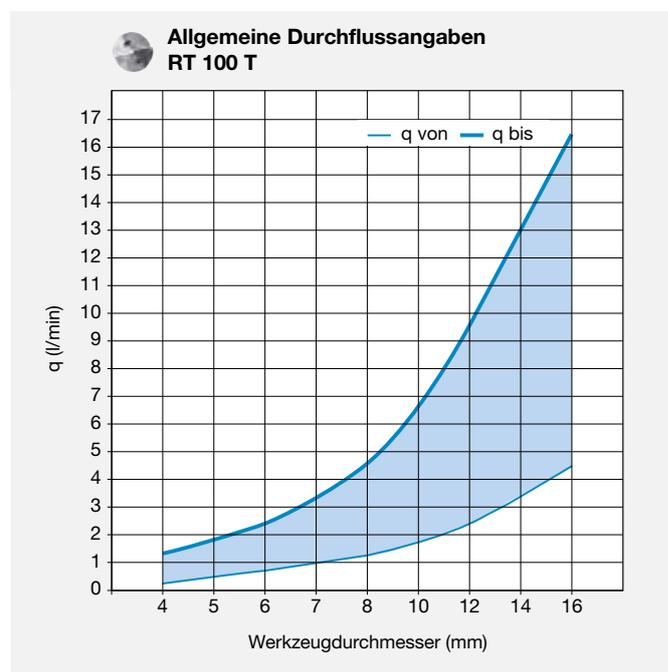
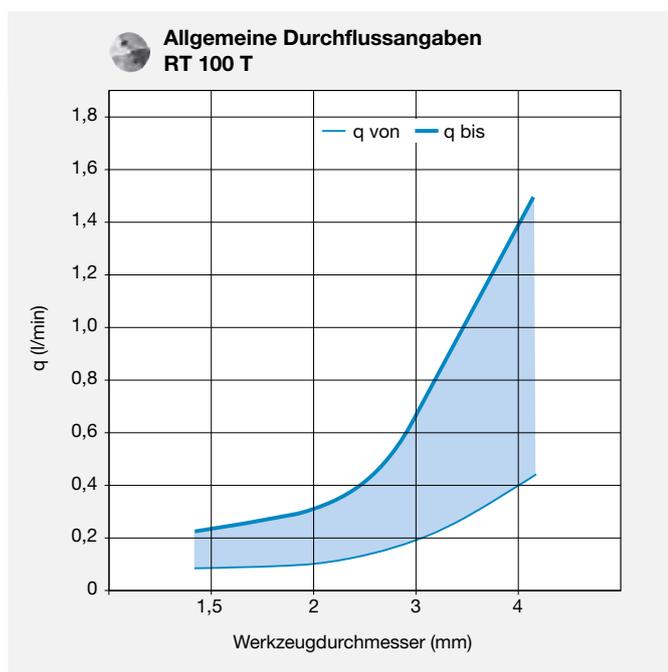




Kühlschmierstoffangaben

Bitte beachten:

- Sämtliche Tieflochbohrer können nur mit Innenkühlung eingesetzt werden, egal ob Luft, Emulsion oder Öl. Ohne Innenkühlung können die Späne nicht abtransportiert werden.
- Sämtliche Tieflochbohrer können auch mit Öl als Medium für die Innenkühlung eingesetzt werden. Es ist dann jedoch ein erhöhter Druck gegenüber Emulsion erforderlich, um die gleiche Kühlmittelmenge zu erhalten.
- Werden Tieflochbohrer mit MQL eingesetzt, kann bei kleineren Nenndurchmessern eine Druckerhöhung nötig werden, je nach Systemdruck der MQL-Anlage.
- Bei nicht ausreichenden Kühlschmierstoffdaten kann mit reduzierten Schnittparametern gearbeitet werden. Es sind auch Druckerhöhungssysteme möglich.
- Mit zunehmender Länge eines Tieflochbohrers muss mit Druckerhöhungen gerechnet werden, um die benötigte Kühlmittelmenge durch die Kühlkanäle zu transportieren.







Einsatzempfehlungen

Pilotieren bei Bohrerlängen ab DIN 1869

Vor dem Einsatz der überlangen HSS-/HSCO-Bohrer nach DIN 1869 und Werksnorm empfehlen wir eine Pilotbohrung herzustellen.

Dabei ist Folgendes zu beachten:

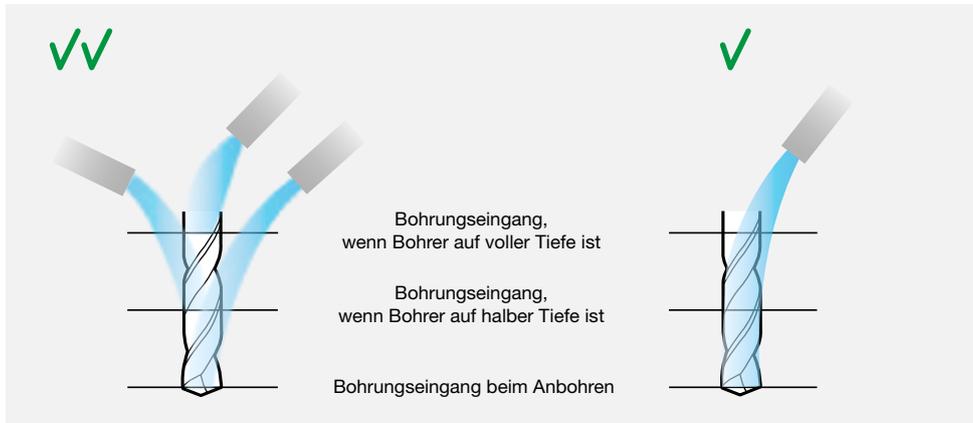
- Die Pilotbohrung sollte 2-3xD tief sein.
- Der Spitzenwinkel des Pilotbohrers sollte mindestens so groß oder größer als der Spitzenwinkel des Tieflochbohrers sein.
- Der Durchmesser des Pilotbohrers sollte gleich groß oder bis 0,1 mm größer als der Durchmesser des Tieflochbohrers sein.
- Als Pilotbohrer empfehlen wir extra kurze Spiralbohrer nach DIN 1897 oder alternativ kurze Spiralbohrer nach DIN 338.

Vorgehensweise

- Die Kühlmittelzuführung ist so einzustellen, dass möglichst der komplette Schneidteil des Tieflochbohrers mit Kühlmittel beaufschlagt wird.
- Das Anfahren an das Bauteil soll mit reduziertem Eilgang erfolgen, so dass das Aufschwingen des Tieflochbohrers vermieden wird.
- Beim Einfahren des Tieflochbohrers in die Pilotbohrung empfehlen wir die Drehzahl und den Vorschub um 50 % zu reduzieren.
- Sobald der Tieflochbohrer 2/3 der Pilotbohrtiefe erreicht hat, sollte die Drehzahl auf die volle Arbeitsdrehzahl erhöht werden.
- Abhängig von der Bearbeitungssituation (vertikale/horizontale Bearbeitung) und dem zu bearbeitenden Material sind die Entspanzyklen so zu wählen, dass eine optimale Spanabfuhr erreicht wird und Spanklemmer vermieden werden.
- Die Entspanzyklen können mit Arbeitsdrehzahl und erhöhtem Vorschub so gefahren werden, dass der Tieflochbohrer noch mit einer Mindestlänge von 1xD in der Bohrung verbleibt und damit geführt wird. Anschließend kann mit dem erhöhten Vorschub und der Arbeitsdrehzahl in eine Tiefe von 2 mm vor der bisher erstellten Bohrtiefe gefahren werden. Danach wird der nächste Bohrzyklus mit dem Arbeitsvorschub und der Arbeitsdrehzahl gestartet.
- Nach dem Erreichen der vollen Bohrtiefe kann mit Arbeitsdrehzahl und erhöhtem Vorschub aus der Bohrung gefahren werden, falls die Bohrung mit Entspanzyklen hergestellt wurde. Wurde die Bearbeitung ohne Entspanzyklen durchgeführt, empfehlen wir beim Ausfahren aus der vollen Bohrtiefe die Drehzahl auf 25 % der Arbeitsdrehzahl zu verringern und den Vorschub leicht zu erhöhen.

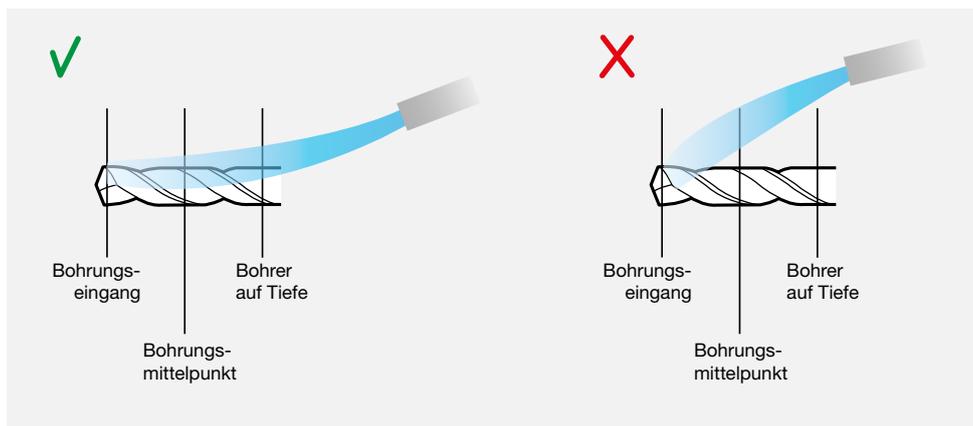


Vertikale Bearbeitungssituation



Optimal ist die Kühlmittelzuführung über mehrere Düsen, um eine konstante Kühlung und Schmierung gewährleisten zu können.

Horizontale Bearbeitungssituation



Wenn nur eine Kühlmitteldüse vorhanden ist, wird empfohlen, diese so einzustellen, dass der Bohrer Kühlschmiermittel erhält, wenn er auf Tiefe bohrt.



Die neuen Werkstoff-Kurznamen (Auswahl)

Werkstoff-Nr.	Kurzname alt	Kurzname neu	Werkstoff-Nr.	Kurzname alt	Kurzname neu	Werkstoff-Nr.	Kurzname alt	Kurzname neu	Werkstoff-Nr.	Kurzname alt	Kurzname neu
0.6010	GG10	EN-GJL-100	1.0728	60 S 20	-	1.4436	X5CrNiMo 17 13 3	X3CrNiMo17-13-3	1.7043	-	38Cr4
0.6020	GG20	EN-GJL-200	1.0736	9 SMn 36	11SMn37	1.4438	X2CrNiMo 18 16 4	X2CrNiMo18-16-4	1.7147	20 MnCr 5	20MnCr5
0.6025	GG25	EN-GJL-250	1.0737	9 SMnPb 36	11SMnPb37	1.4460	X4CrNiMo 27 5 2	X3CrNiMoN27-5-2	1.7149	20 MnCrS 5	20MnCrS5
0.6035	GG35	EN-GJL-350	1.0756	35 SPb 20	35SPb20	1.4462	X2CrNiMoN2253	X2CrNiMoN22-5-3	1.7176	55 Cr 3	55Cr3
0.7050	GGG50	EN-GJS-500-7	1.0757	45 SPb 20	46SPb20	1.4509	X6CrTiNb 18	X2CrTiNb18	1.7182	27 MnCrB 5 2	27MnCrB5-2
0.7070	GGG70	EN-GJS-700-2	1.0760	-	38SMn26	1.4510	X6CrTi 17	X3CrTi17	1.7185	33 MnCrB 5 2	33MnCrB5-2
0.8035	GTW35	EN-GJMW-350-4	1.0761	-	38SMnPb26	1.4511	X6CrNb 17	X3CrNb17	1.7189	39 MnCrB 6 2	39MnCrB6-2
0.8155	GTS55	EN-GJMB-550-4	1.0762	-	44SMn28	1.4512	X6CrTi 12	X2CrTi12	1.7213	25 CrMoS 4	25CrMoS4
0.8170	GTS70	EN-GJMB-700-2	1.0763	-	44SMnPb28	1.4520	X1CrTi 15	X2CrTi17	1.7218	25 CrMo 4	25CrMo4
1.0022	St 01Z	-	1.0873	-	DC06 [Fe P06]	1.4521	X2CrMoTi 18 2	X2CrMoTi18-2	1.7219	-	26CrMo4-2
1.0035	St 33	S185	1.1103	ESTe 255	S255NL1	1.4522	X2CrMoNb 18 2	X2CrMoNb18-2	1.7220	34 CrMo 4	34CrMo4
1.0039	St 37 -2	S235JRH	1.1105	ESTe 315	S315NL1	1.4532	X7CrNiMoAl 15 7	X8CrNiMoAl15-7-2	1.7225	42 CrMo 4	42CrMo4
1.0044	St 44 -2	S275JR	1.1121	Ck 10	C10E	1.4541	X6CrNiTi18 10	X6CrNiTi18-10	1.7226	34 CrMoS 4	34CrMoS4
1.0050	St 50 -2	E295	1.1141	Ck15	C15E	1.4542	X5CrNiCuNb 17 4	X5CrNiCuNb16-4	1.7227	42 CrMoS 4	42CrMoS4
1.0060	St 60 -2	E335	1.1151	Ck 22	C22E	1.4550	X6CrNiNb 18 10	X6CrNiNb18-10	1.7228	50 CrMo 4	50CrMo4
1.0070	St 70 -2	E360	1.1158	Ck 25	C25E	1.4558	X2NiCrAlTi 32 20	X2NiCrAlTi32-20	1.7264	20 CrMo 5	20CrMo5
1.0114	St 37 -3U	S235J0	1.1170	28 Mn 6	28Mn6	1.4567	X3CrNiCu 18 9 X	X3CrNiCu18-9-4	1.7321	20 MoCr 4	20MoCr4
1.0226	St 02Z	DX51D	1.1178	Ck 30	C30E	1.4568	X7CrNiAl 17 7	X7CrNiAl17-7	1.7323	20 MoCrS 4	20MoCrS4
1.0242	StE 250 -2Z	S250GD	1.1181	Ck 35	C35E	1.4571	-	X6CrNiMoTi17-12-2	1.7333	22 CrMoS 3 5	22CrMoS3-5
1.0244	StE 280 -2Z	S280GD	1.1186	Ck 40	C40E	1.4577	X3CrNiMoTi 25 25	X3CrNiMoTi25-25	1.7335	13 CrMo 4 4	13CrMo4-5
1.0250	StE 320 -3Z	S320GD	1.1191	Ck 45	C45E	1.4592	X1CrMoTi 29 4	X2CrMoTi29-4	1.7362	12 CrMo 19 5	12CrMo19-5
1.0301	C 10	-	1.1203	Ck 55	C55E	1.4713	X10CrAl 7	X10CrAlSi7	1.7380	10 CrMo 9 10	10CrMo9-10
1.0302	C 10 Pb	-	1.1206	Ck 50	C50E	1.4724	X10CrAl 13	X10CrAlSi13	1.7383	-	11CrMo9-10
1.0306	St 06 Z	DX54D	1.1221	Ck 60	C60E	1.4742	X10CrAl 18	X10CrAlSi18	1.7779	-	20CrMoV13-5-5
1.0312	St 15	DC05 [Fe P05]	1.1241	Cm 50	C50R	1.4762	X10CrAl 24	X10CrAlSi25	1.8159	50 CrV 4	51CrV4
1.0319	RRStE 210.7	L210GA	1.1750	C 75 W	C75W	1.4821	X20CrNiSi 25 4	X20CrNiSi25-4	1.8504	34 CrAl 6	34CrAl6
1.0322	-	DX56D	1.2067	102 Cr 6	102Cr6	1.4828	X15CrNiSi 20 12	X15CrNiSi20-12	1.8519	31 CrMoV 9	31CrMoV9
1.0330	St 12 [St 2]	DC01 [Fe P01]	1.2080	-	X210Cr12	1.4833	X7CrNi 23 14	X7CrNi23-12	1.8550	34 CrAlNi 7	34CrAlNi7
1.0333	USi 13	-	1.2083	-	X42Cr13	1.4841	X15CrNiSi 25 20	X15CrNiSi25-21	1.8807	13 MnNiMoV 5 4	13MnNiMoV5-4
1.0338	St 14 [St 4]	DC04 [Fe P04]	1.2419	-	105WCr6	1.4845	X12CrNi 25 21	X12CrNi25-21	1.8812	18 MnMoV 5 2	18MnMoV5-2
1.0345	H I	P235GH	1.2767	-	X45NiCrMo4	1.4864	X12NiCrSi 36 16	X12NiCrSi35-16	1.8815	18 MnMoV 6 3	18MnMoV6-3
1.0347	RRSt 13 [RRSt 3]	DC03 [Fe P03]	1.3243	S6-5-2-5	S 6-5-2-5	1.4878	X12CrNiTi18 9	X10CrNiTi18-10	1.8821	StE 355 TM	P355M
1.0348	U H I	P195GH	1.3343	S6-5-2	S 6-5-2	1.4903	-	X10CrMoVNb9-1	1.8824	StE 420 TM	P420M
1.0350	St 03Z	DX52D	1.3344	S6-5-3	S 6-5-3	1.5026	55 Si 7	55Si7	1.8826	StE 460 TM	P460M
1.0355	St 05Z	DX53D	1.4000	X6Cr 13	X6Cr13	1.5131	50 MnSi 4	50MnSi4	1.8828	ESTe 420 TM	P420ML2
1.0356	TTSt 35 N	P215NL	1.4002	X6CrAl 13	X6CrAl13	1.5415	15 Mo 3	16Mo3	1.8831	ESTe 460 TM	P460ML2
1.0358	St 05 Z	-	1.4003	X2Cr 11	X2CrNi12	1.5530	21 MnB 5	20MnB5	1.8832	TSStE 355 TM	P355ML1
1.0401	C 15	-	1.4005	-	X12CrSi13	1.5531	30 MnB 5	30MnB5	1.8835	TSStE 420 TM	P420ML1
1.0402	C 22	C22	1.4006	X10Cr 13	X12Cr13	1.5532	38 MnB 5	38MnB5	1.8837	StE 460 TM	P460ML1
1.0403	C 15 Pb	-	1.4016	X6Cr 17	X6Cr17	1.5637	10 Ni 14	12Ni14	1.8879	StE ...	P690Q
1.0406	C 25	C25	1.4021	X20Cr 13	X20Cr13	1.5662	-	X11CrMo5+I	1.8880	WStE ...	P690QH
1.0419	St 52.0	L355	1.4028	X30Cr 13	X30Cr13	1.5680	-	X12Ni5	1.8881	TSStE ...	P690QL1
1.0424	St 45.8 (ersetzt)	P265	1.4031	X38Cr 13	X38Cr13	1.5710	36 NiCr 6	36NiCr6	1.8882	10 MnTi 3	10MnTi3
1.0424	St 42.8 (ersetzt)	P265	1.4034	X46Cr 13	X46Cr13	1.5715	-	16NiCrS4	1.8888	ESTe ...	P690QL2
1.0425	H2	P265GH	1.4037	X65Cr13	X65Cr13	1.5752	14 NiCr 14	15NiCr13	1.8900	StE 380	S380N
1.0429	StE 290.7 TM	L290MB	1.4057	X20CrNi 17 2	X17CrNi16-2	1.6210	15 MnNi 6 3	15MnNi6-3	1.8901	StE 460	S460N
1.0457	StE 240.7	L245NB	1.4104	X12CrMoS 17	X14CrMoS17	1.6211	16 MnNi 6 3	16MnNi6-3	1.8902	StE 420	S420N
1.0459	RRStE 240.7	L245GA	1.4105	X4CrMoS 18	X6CrMoS17	1.6310	20 MnMoNi 5 5	20MnMoNi5-5	1.8903	TSStE 460	S460NL
1.0461	StE 255	S255N	1.4109	X65CrMo 14	X70CrMo15	1.6311	20 MnMoNi 4 5	20MnMoNi4-5	1.8905	StE 460	P460N
1.0473	19 Mn 6	P355GH	1.4110	X55CrMo 14	X55CrMo14	1.6341	11 NiMoV 5 3	11NiMoV5-3	1.8907	StE 500	S500N
1.0481	17 Mn 4	P295GH	1.4112	X90CrMoV 18	X90CrMoV18	1.6368	15 NiCuMoNb 5	15NiCuMoNb5	1.8910	TSStE 380	S380NL
1.0484	StE 290.7	L290NB	1.4113	X6CrMo 17 1	X10CrNi17-1	1.6511	36 CrNiMo 4	36CrNiMo4	1.8911	ESTe 380	S380NL1
1.0486	StE 285	P275N	1.4116	X45CrMoV 15	X50CrMoV15	1.6523	21 NiCrMo 2	21NiCrMo2-2	1.8912	TSStE 420	S420NL
1.0501	C 35	C35	1.4120	X20CrMo 13	X20CrMo13	1.6526	21 NiCrMoS 2	21NiCrMoS2-2	1.8913	ESTe 420	S420NL1
1.0503	C 45	C45	1.4122	X35CrMo 17	X39CrMo17-1	1.6580	30 CrNiMo 8	30CrNiMo8	1.8915	TSStE 460	P460NL1
1.0505	StE 315	P315N	1.4125	X105CrMo 17	X105CrMo17	1.6582	34 CrNiMo 6	34CrNiMo6	1.8917	WStE 500	S500NL
1.0511	C 40	C40	1.4301	X5CrNi 18 10	X5CrNi18-10	1.6587	17 CrNiMo 6	18CrNiMo7-6	1.8918	ESTe 460	P460NL2
1.0528	C 30	C30	1.4303	X5CrNi 18 12	X4CrNi18-12	1.7003	38 Cr 2	38Cr2	1.8919	ESTe 500	S500NL1
1.0529	StE 350 -3Z	S350GD	1.4305	X10CrNiS 18 9	X8CrNiS18-9	1.7006	46 Cr 2	46Cr2	1.8930	WStE 380	P380NH
1.0535	C 55	C55	1.4306	X2CrNi 19 11	X2CrNi19-11	1.7016	17 Cr 3	17Cr3	1.8932	WStE 420	P420NH
1.0539	StE 355N	S355NH	1.4310	X12CrNi 17 7	X10CrNi18-8	1.7023	38 CrS 2	38CrS2	1.8935	WStE 460	P460NH
1.0540	C 50	C50	1.4311	X2CrNiN 18 10	X2CrNiN18-10	1.7025	46 CrS 2	46CrS2	1.8937	TSStE 500	P500NH
1.0547	St 52 -3U	S355J0H	1.4313	X4CrNi 13 4	X3CrNiMo13-4	1.7030	28 Cr 4	28Cr4	1.8972	StE 415.7	L415NB
1.0582	StE 360.7	L360NB	1.4318	X2CrNiN 18 7	X2CrNiN18-7	1.7033	34 Cr 4	34Cr4	1.8973	StE 415.7 TM	L415MB
1.0601	C 60	C60	1.4335	X1CrNi 25 21	X1CrNi25-21	1.7034	37 Cr 4	37Cr4	1.8975	StE 445.7 TM	L450MB
1.0710	15 S 10	-	1.4361	X1CrNiSi 18 15	X1CrNiS18-15-4	1.7035	41 Cr 4	41Cr4	1.8977	StE 480.7 TM	L485MB
1.0715	9 SMn 28	11SMn30	1.4362	X2CrNiN 23 4	X2CrNiN23-4	1.7036	28 CrS 4	28CrS4	1.8978	StE 550.7 TM	L555MB
1.0718	9 SMnPb 28	11SMnPb30	1.4401	X5CrNiMo 17 12 2	X5CrNiMo17-12-2	1.7037	34 CrS 4	34CrS4			
1.0721	10 S 20	10S20	1.4404	X2CrNiMo 17 13 2	X2CrNiMo17-12-2	1.7038	37 CrS 4	37CrS4			
1.0722	10 S Pb 20	10SPb20	1.4410	X10CrNiMo 18 9	X2CrNiMoN25-7-4	1.7039	41 CrS 4	41CrS4			
1.0726	35 S 20	35S20	1.4418	X4CrNiMo 16 5	X4CrNiMo16-5-1	1.7131	16 MnCr 5	16MnCr5			
1.0727	45 S 20	46S20	1.4435	X2CrNiMo 18 14 3	X2CrNiMo18-14-3	1.7139	16 MnCrS 5	16MnCrS5			



Umrechnungstafel Inch-Millimeter von Größe 97 bis 1 inch

Größe (Inch)	mm	Teile des Inch (Dezimal)	Größe (Inch)	mm	Teile des Inch (Dezimal)	Größe (Inch)	mm	Teile des Inch (Dezimal)	Größe (Inch)	mm	Teile des Inch (Dezimal)
-	0,10	0,0039	51	1,70	0,0670	4	5,31	0,2090	-	14,00	0,5512
97	0,15	0,0059		1,75	0,0689	3	5,41	0,213	9/16	14,29	0,5625
96	0,16	0,0063	50	1,78	0,0700		5,50	0,2165		14,50	0,5709
95	0,17	0,0067		1,80	0,0709	7/32	5,56	0,2188	37/64	14,68	0,5781
94	0,18	0,0071	49	1,85	0,0730	2	5,61	0,221	-	15,00	0,5906
93	0,19	0,0075		1,90	0,0748	1	5,79	0,228	19/32	15,08	0,5938
92	0,20	0,0079	48	1,93	0,0760	A	5,94	0,234	39/64	15,48	0,6094
91	0,21	0,0083		1,95	0,0768	15/64	5,95	0,2344		15,50	0,6102
90	0,22	0,0087	5/64	1,98	0,0781	-	6,00	0,2362	5/8	15,88	0,625
89	0,23	0,0091	47	1,99	0,0785	B	6,04	0,238	-	16,00	0,6299
88	0,24	0,0095	-	2,00	0,0787	C	6,15	0,242	41/64	16,27	0,6406
-	0,25	0,0098		2,05	0,0807	D	6,25	0,246		16,50	0,6496
87	0,25	0,0100	46	2,06	0,0810	1/4	6,35	0,25	21/32	16,67	0,6562
	0,26	0,0102	45	2,08	0,0820	E	6,35	0,25	-	17,00	0,6693
86	0,27	0,0105		2,15	0,0846		6,50	0,2559	43/64	17,07	0,6719
	0,27	0,0106	44	2,18	0,0860	F	6,53	0,257	11/16	17,46	0,6875
85	0,28	0,0110	43	2,26	0,0890	G	6,63	0,261		17,50	0,689
	0,29	0,0114	42	2,37	0,0935	17/64	6,75	0,2656	45/64	17,86	0,7031
84	0,29	0,0115	3/32	2,38	0,0938		6,75	0,2657	-	18,00	0,7087
-	0,30	0,0118	41	2,44	0,0960	H	6,76	0,266	23/32	18,26	0,7188
83	0,30	0,0120	40	2,50	0,0980	I	6,91	0,272		18,50	0,7283
82	0,32	0,0125	39	2,53	0,0995	-	7,00	0,2756	47/64	18,65	0,7344
	0,32	0,0126	38	2,58	0,1015	J	7,04	0,2772	-	19,00	0,748
81	0,33	0,0130	37	2,64	0,1040	K	7,14	0,281	3/4	19,05	0,75
80	0,34	0,0135	36	2,71	0,1065	9/32	7,14	0,2812	49/64	19,45	0,7656
79	0,37	0,0145	7/64	2,78	0,1094	L	7,37	0,29		19,50	0,7677
1/64	0,40	0,0156	35	2,79	0,11	M	7,49	0,2949	25/32	19,84	0,7812
78	0,41	0,0160	34	2,82	0,111		7,50	0,2953	-	20,00	0,7874
77	0,46	0,0180	33	2,87	0,113	19/64	7,54	0,2969	51/64	20,24	0,7969
-	0,50	0,0197		2,90	0,1142	N	7,67	0,3020		20,50	0,8071
76	0,51	0,0200	32	2,95	0,116		7,75	0,3051	13/16	20,64	0,8125
75	0,53	0,0210	-	3,00	0,1181	5/16	7,94	0,3125	-	21,00	0,8268
74	0,57	0,0225	31	3,05	0,12	-	8,00	0,315	53/64	21,03	0,8281
-	0,60	0,0236	1/8	3,18	0,125	O	8,03	0,316	27/32	21,43	0,8438
73	0,61	0,0240	30	3,26	0,1285	P	8,20	0,323		21,50	0,8465
72	0,64	0,0250		3,30	0,1299	21/64	8,33	0,3281	55/64	21,84	0,8594
71	0,66	0,0260	29	3,45	0,136	Q	8,43	0,332	-	22,00	0,8661
-	0,70	0,0276		3,50	0,1378		8,50	0,3346	7/8	22,23	0,875
70	0,71	0,0280	28	3,57	0,1405	R	8,61	0,339		22,50	0,8858
69	0,74	0,0292	9/64	3,57	0,1406	11/32	8,73	0,3438	57/64	22,62	0,8906
-	0,75	0,0295	27	3,66	0,144		8,75	0,3445	-	23,00	0,9055
68	0,79	0,0310	26	3,73	0,147	S	8,84	0,348	29/32	23,02	0,9062
1/32	0,79	0,0313		3,75	0,1476	-	9,00	0,3543	59/64	23,42	0,9219
-	0,80	0,0315	25	3,80	0,1495	T	9,09	0,358		23,50	0,9252
67	0,81	0,0320	24	3,86	0,152	23/64	9,13	0,3594	15/16	23,81	0,9375
66	0,84	0,0330	23	3,91	0,154	U	9,35	0,368	-	24,00	0,9449
65	0,89	0,0350	5/32	3,97	0,1562		9,50	0,374	61/64	24,21	0,9531
-	0,90	0,0354	22	3,99	0,157	3/8	9,53	0,375		24,50	0,9646
64	0,91	0,0360	-	4,00	0,1575	V	9,56	0,377	31/32	24,61	0,9688
63	0,94	0,0370	21	4,04	0,159	W	9,80	0,386	-	25,00	0,9843
62	0,97	0,0380	20	4,09	0,161	25/64	9,92	0,3906	63/64	25,00	0,9844
61	0,99	0,0390		4,20	0,1654	-	10,00	0,3937	1	25,40	1,00
-	1,00	0,0394	19	4,22	0,166	X	10,08	0,397			
60	1,02	0,0400	18	4,31	0,1695	Y	10,26	0,4040			
59	1,04	0,0410	11/64	4,37	0,1719	13/32	10,32	0,4062			
58	1,07	0,0420	17	4,39	0,173	Z	10,49	0,413			
57	1,09	0,0430	16	4,50	0,177		10,50	0,4134			
56	1,18	0,0465	15	4,57	0,18	27/64	10,72	0,4219			
3/64	1,19	0,0469	14	4,62	0,182	-	11,00	0,4331			
	1,20	0,0472	13	4,70	0,185	7/16	11,11	0,4375			
	1,25	0,0492	3/16	4,76	0,1875		11,50	0,4528			
	1,30	0,0512	12	4,80	0,189	29/64	11,51	0,4531			
55	1,32	0,0520	11	4,85	0,191	15/32	11,91	0,4688			
54	1,40	0,0550	10	4,91	0,1935	-	12,00	0,4724			
	1,45	0,0571	9	4,98	0,196	31/64	12,30	0,4844			
	1,50	0,0591	-	5,00	0,1968		12,50	0,4921			
53	1,51	0,0595	8	5,05	0,199	1/2	12,70	0,50			
	1,55	0,0610	7	5,11	0,2010	-	13,00	0,5118			
1/16	1,59	0,0625	13/64	5,16	0,2031	33/64	13,10	0,5156			
	1,60	0,0630	6	5,18	0,2040	17/32	13,49	0,5312			
52	1,61	0,0635	5	5,22	0,2055		13,50	0,5315			
	1,65	0,0650		5,25	0,2067	35/64	13,89	0,5469			

1 inch = 25,400 mm, siehe DIN 4890 (Ausgabe 2/75)



Fräs- werkzeuge

GÜHRING

Seite

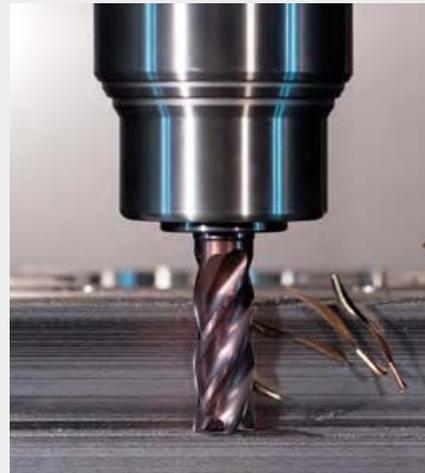
<u>88</u>	HPC & HSC Frässtrategien
<u>88</u>	Richtig Fräsen mit den effizientesten Strategien
<u>89</u>	Grundlagen für wirtschaftliches Fräsen
<u>90</u>	Prozesseinfluss durch Werkzeugeingriff
<u>92</u>	HPC & HSC Fräsen
<u>94</u>	Eintauchen
<u>95</u>	Werkzeugkühlung
<u>96</u>	Anwendungshinweise/Troubleshooting
<u>100</u>	Zylinderschäfte für Schaftfräser aus Hartmetall
<u>101</u>	Formeln
<u>102</u>	Die Fräser Typen und ihre primären Anwendungsgebiete
<u>104</u>	Werkstoff-Kurznamen
<u>105</u>	Härtevergleich



Richtig Fräsen mit den effizientesten Strategien

HPC & HSC Frässtrategien

Diese Frässtrategien gehören zu den modernsten und effektivsten Einsatzmethoden für die heutigen VHM-Fräswerkzeuge. Im Einsatz sorgen enorm hohe Zeitspanvolumen für eine deutliche Steigerung der Produktivität. Selbst bei schwächeren Maschinen oder instabilen Bearbeitungsbedingungen lassen sich sehr hohe Schnittparameter erreichen. Bei schwer zu zerspanenden Werkstoffen oder ungünstigen Durchmesser-Längen-Verhältnissen der Werkzeuge lässt sich eine massive Steigerung der Prozesssicherheit erzielen.



HPC

HIGH PERFORMANCE CUTTING

max. Zerspanvolumen/Zeit → stabile Verhältnisse; kurze Ausspannung; hohe Leistung; gute Kühlung

HSC

HIGH SPEED CUTTING

bei hoher Drehzahl/hohem Vorschub → hohe Dynamik; geringe Leistung; geringe Zustellung

Grundlagen & Ziele

Maximale Werkzeugnutzung

- Nutzung der gesamten Schneidenlänge
- volle Leistungsentfaltung
- erhöhte Werkzeugstandzeiten
- gleichmäßiger Verschleiß

Veränderung der Schnittaufteilung

- geringe Schnittbreiten a_e
- hohe Schnitttiefen a_p

Hohe Prozesssicherheit

- geringe Werkzeugumschlingung
- verbesserte Thermik an der Werkzeugschneide
- geringere mechanische Belastung

Maximale Zeitspanvolumen

- Einsparung von Zeit/Maschinenkosten





Grundlagen für wirtschaftliches Fräsen

Anforderung an die Peripherie

In jeder Materialgruppe einsetzbar

-
- leicht zerspanbare Werkstoffe = Erhöhung der Produktivität
- schwer zerspanbare Werkstoffe = Erhöhung der Prozesssicherheit

Hochdynamische Bearbeitungszentren

- kurze Beschleunigungswege
- hohes Drehzahlfeld
- kleine bis mittlere Werkzeugdurchmesser

Schwere Maschinen

- stabile Vorschubachsen
- hohes Spindeldrehmoment
- mittlere bis große Werkzeugdurchmesser

Labile bis stabile Werkstückspannung

- stabil = vibrationsfreie Bearbeitung = maximales Zerspanvolumen
- labil = Reduzierung der Radialkräfte = erhöhte Prozesssicherheit

Einsatzparameter

Geringe Schnittbreite a_e bis $0,33 \times D$

- geringe Umschlingungswinkel $< 70^\circ$
- geringe Kontaktzeit von Schneide zu Bauteil

Sehr hohe Zahnvorschübe f_z

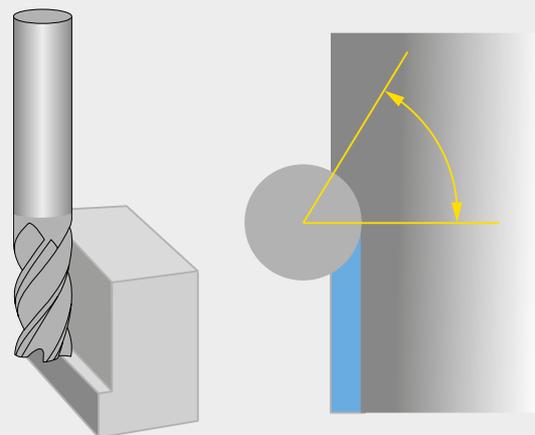
- reduzierte Spandicke lässt einen deutlich höheren f_z zu

Sehr hohe Schnittgeschwindigkeit v_c

- reduziertes Aufheizen und verlängertes Abkühlen lassen sehr hohe v_c -Werte zu

Hohe Schnitttiefe a_p

- verbesserte Hebelwirkung
- hohes Zeitspanvolumen
- Erhöhung der Kontaktpunkte von Werkzeug zu Bauteil



Werkzeugumschlingungswinkel
&
Werkzeugkontaktzeit

Zeitspanvolumen

Das Zeitspanvolumen gibt an, wie hoch der tatsächliche Spanabtrag pro Minute ist. Er eignet sich besonders gut um unterschiedliche Bearbeitungsstrategien miteinander zu vergleichen.

$$a_p \text{ (mm)} \times a_e \text{ (mm)} \times v_f \text{ (m/min)} = Q \text{ (cm}^3\text{/min)}$$



Prozesseinfluss durch Werkzeugeingriff

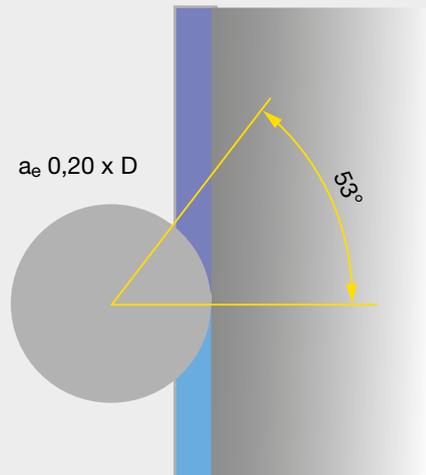
Umschlingungswinkel

Als Umschlingungswinkel wird der Schnittbereich des Werkzeugs von Beginn der Spanbildung bis Austritt aus dem Material bezeichnet. Anhand dieses Parameters lässt sich die Belastung, die auf das Werkzeug wirkt, beurteilen. Der Winkel ist bei geraden Fräsbahnen konstant, bei konkaven Fräsbahnen nimmt er zu und bei konvexen Fräsbahnen nimmt er ab.

Gerade Fräsbahn

- konstanter Umschlingungswinkel
- konstante Werkzeugbelastung

Beispiel: $a_e 0,20 \times D = 53^\circ$ Umschlingung
Umschlingung bleibt bei 53° konstant



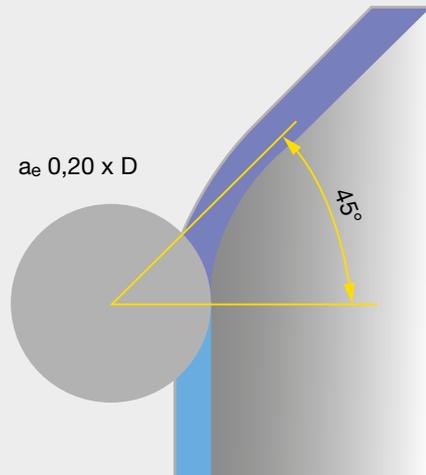
Umschlingungswinkel bei konvexen Konturradien

Konvexe Fräsbahn

- abnehmender Umschlingungswinkel
- sinkende Werkzeugbelastung

Beispiel: $a_e 0,20 \times D = 53^\circ$ Umschlingung
Umschlingung sinkt auf bis zu 45°

Maßnahmen: a_e darf höher sein
 f_z kann erhöht werden



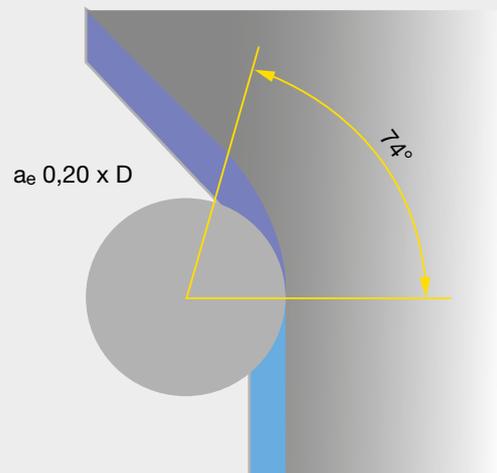
Umschlingungswinkel bei konkaven Konturradien

Konkave Fräsbahn

- zunehmender Umschlingungswinkel
- steigende Werkzeugbelastung

Beispiel: $a_e 0,20 \times D = 53^\circ$ Umschlingung
Umschlingung steigt auf bis zu 74°

Maßnahmen: a_e muss reduziert werden
 f_z muss im Radius reduziert werden





Prozesseinfluss durch Werkzeugeingriff

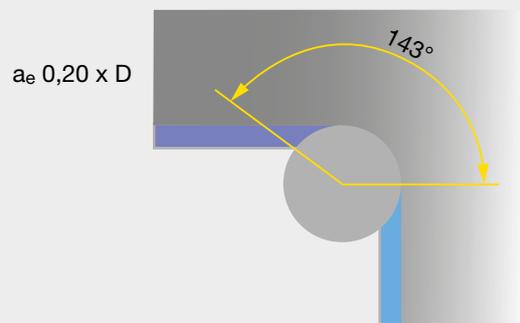
Umschlingungswinkel bei 90° Eckradien

Werkzeugradius = Eckenradius

- sehr ungünstig für die Maschinendynamik
- Änderung der Belastungsrichtung
- abrupter Anstieg der Werkzeugbelastung

Beispiel: Erhöhung des Umschlingungswinkel
von 53° auf 143° (270%)

Maßnahme: v_c und f_z müssen stark reduziert werden

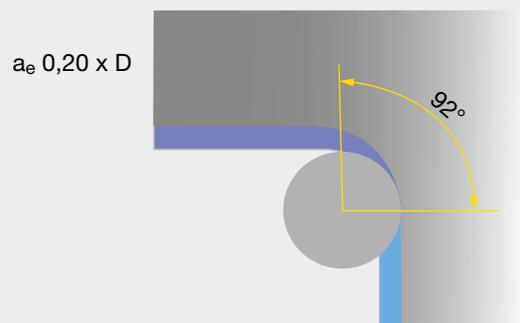


Werkzeugradius < Eckenradius

- Maschine kann die Bahn interpolieren
- kein „Schlag“ auf das Werkzeug
- geringerer Anstieg der Werkzeugbelastung

Beispiel: Erhöhung des Umschlingungswinkel
von 53° auf 92° (174%)

Maßnahmen: a_e muss reduziert werden
 f_z muss im Radius stark reduziert werden

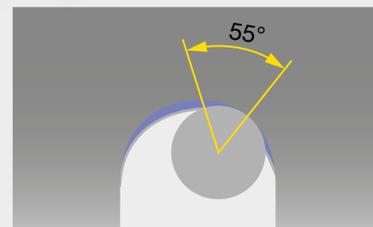


Verhältnis Nutbreite zu Werkzeugdurchmesser beim Trochoidalfräsen



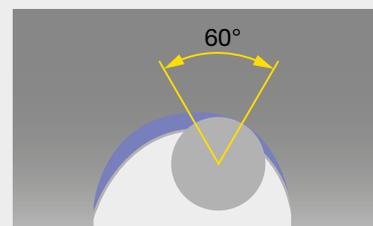
Nutbreite 1,7 – 2,0 x D

- Schnitt im C-Bogen
- a_e max. 0,10 x D (theor. 37°)
- Anstieg der Umschlingungswinkel um bis zu 50%



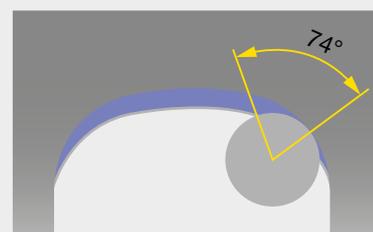
Nutbreite 2,1 – 3,0 x D

- Schnitt im C-Bogen
- a_e max. 0,15 x D (theor. 46°)
- Anstieg der Umschlingungswinkel um bis zu 30%



Nutbreite ab 3,1 x D

- Schnitt im D-Bogen
- a_e max. 0,20 x D (theor. 53°)
- Anstieg der Umschlingungswinkel um bis zu 40%





Richtwerte zur Erhöhung der Schnittwerte bei Schneidenlängen bis 3 x D					
GTC HPC HSC Schruppen und HSC Schichten					
Werkstoff	Anwendung	radiale Zustellung in % des Ø	vc Faktor *	fz Faktor *	Umschlingungswinkel
	Nuten	100%	1	1	180°
	HPC Schruppen	33%	1,5	1,3	70°
	HPC Schruppen	25%	1,6	1,5	60°
	HPC Schruppen	20%	1,7	1,6	53°
	HPC Schruppen	15%	1,8	1,9	46°
	HSC Schruppen	10%	1,9	2,3	37°
	HSC Schruppen	8%	2,0	2,5	31°
	HSC Schruppen	5%	2,1	2,5	26°
	HSC Schichten	3%	2,0	1,2	20°
	HSC Schichten	2%	2,0	1,1	18°
	HSC Schichten	1%	2,0	1,0	11°
	HSC Feinschichten	0,5	2,2	0,9	8°

* Basiswert für die Berechnung mit den vc und fz Faktoren ist der im Gühring-Navigator angegebene Wert für „Nuten“ in der entsprechenden Materialgruppe.



Basisschnittwerte Nuten – RF 100-Werkzeuge – glattschneidig

Werkstoff	Härte	Anwendung	vc	fz bei Nenn-Ø									
				3	4	5	6	8	10	12	16	20	25
P1	≤ 850 N/mm ²	Nuten	180	0,015	0,020	0,025	0,030	0,040	0,060	0,072	0,096	0,120	0,150
P2	850-1200 N/mm ²	Nuten	160	0,014	0,019	0,024	0,029	0,038	0,055	0,066	0,088	0,110	0,138
P3	850-1400 N/mm ²	Nuten	135	0,014	0,018	0,023	0,027	0,036	0,050	0,060	0,080	0,100	0,125
M1	< 750 N/mm ²	Nuten	120	0,014	0,018	0,023	0,027	0,036	0,050	0,060	0,080	0,100	0,125
M2	750-850 N/mm ²	Nuten	80	0,012	0,016	0,020	0,024	0,032	0,045	0,054	0,072	0,090	0,113
M3	> 850 N/mm ²	Nuten	70	0,011	0,014	0,018	0,021	0,028	0,040	0,048	0,064	0,080	0,100
S-Ni	≤ 1300 N/mm ²	Nuten	30	0,008	0,011	0,014	0,017	0,022	0,032	0,038	0,051	0,064	0,080
S-Ti	≤ 1300 N/mm ²	Nuten	60	0,012	0,016	0,020	0,024	0,032	0,045	0,054	0,072	0,090	0,113
K1	≤ 240 HB	Nuten	160	0,017	0,022	0,028	0,033	0,044	0,065	0,078	0,104	0,130	0,163
K2	> 240 HB	Nuten	140	0,015	0,020	0,025	0,030	0,040	0,055	0,066	0,088	0,110	0,138
Alu-Knetleg.	≤ 5% Si	Nuten	500	0,020	0,026	0,033	0,039	0,052	0,075	0,090	0,120	0,150	0,188
Alu-Gussleg.	> 5% Si	Nuten	230	0,017	0,022	0,028	0,033	0,044	0,060	0,072	0,096	0,120	0,150
NE-Metalle	≤ 850 N/mm ²	Nuten	250	0,017	0,022	0,028	0,033	0,044	0,060	0,072	0,096	0,120	0,150

Zeitspanvolumen a_p (mm) X a_e (mm) X v_f (m/min) = **Q** (cm³/min)

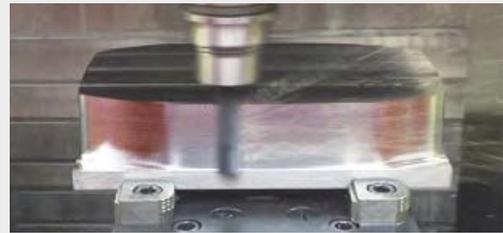
Beispiel:	HPC-Schruppen: 15% a_e ; 2 x D a_p ; C45
Werkzeug:	RF 100 U Ø 12mm - 4 Schneiden
Zustellung:	radiale Zustellung a_e 1,8 mm = 15% von D
Basiswert Nuten	v_c Nuten = 180 m/min, f_z Nuten = 0,072 mm
Umrechnung:	v_c Faktor = 1,8 → v_c : 180 m/min x 1,8 = v_c 324 m/min f_z Faktor = 1,9 → f_z : 0,072 mm x 1,9 = f_z 0,137
Erhöhte Werte:	v_c : 324 m/min / f_z : 0,137 mm n : 8594 U/min / v_f : 4710 mm/min
Zeitspanvolumen:	Q = 203 cm ³ /min



HPC & HSC Fräsen – maximal optimierte Anwendungsbeispiele

Anwendungsbeispiel – Werkstoff 16MnCr5

RF 100 Speed, #6761, Ø 16 mm,
HPC-Spannfutter + PINLock-Sicherung
 v_c 410 m/min f_z 0,450 mm h_m 0,123 mm
 a_e 1,2 mm a_p 45 mm v_f 14690 mm/min
Q = 793 cm³/min



Anwendungsbeispiel – Werkstoff Hardox 400®

RF 100 U, #3871, Ø 20 mm,
Weldonspannfutter
 v_c 200 m/min f_z 0,180 mm h_m 0,049 mm
 a_e 1,5 mm a_p 55 mm v_f 2290 mm/min
Q = 189 cm³/min



HPC & HSC Fräsen – Strategievergleich

Anwendungsvergleich – Werkstoff 42CrMo4

Gühring

RF 100 Diver, #6736, Ø 12 – Z4,
Weldonspannfutter
 v_c 300 m/min f_z 0,120 mm
 n 7960 U/min v_f 3820 mm/min
 a_e 1,5 mm a_p 24 mm
Q = 138 cm³/min



5 Zustellungen radial je 1200 mm Weg
Bearbeitungszeit = **1,34 min**

Anwendungsvergleich – Werkstoff 42CrMo4

Wettbewerb

HPC Fräser, Ø 16 – Z4
Weldonspannfutter
 v_c 140 m/min f_z 0,070 mm
 n 2790 U/min v_f 780 mm/min
 a_e 7,5 mm a_p 12 mm
Q = 70 cm³/min



2 Zustellungen axial je 1200 mm Weg
Bearbeitungszeit = 3,05 min

Anwendungsvergleich – Werkstoff 1.4301

Gühring

RF 100 SF, #3632, Ø 16 – Z6,
Weldonspannfutter
 v_c 160 m/min f_z 0,100 mm
 n 3185 U/min v_f 1910 mm/min
 a_e 1,2 mm a_p 30 mm
Q = 69 cm³/min

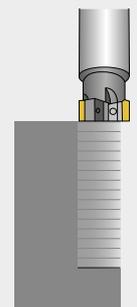


10 Zustellungen radial je 900 mm Weg
Bearbeitungszeit = **4,43 min**

Anwendungsvergleich – Werkstoff 1.4301

Wettbewerb

Wendeplattenfräser Ø 25 – Z3
 v_c 200 m/min f_z 0,120 mm
 n 2550 U/min v_f 920 mm/min
 a_e 12 mm a_p 2 mm
Q = 22 cm³/min



15 Zustellungen axial je 900 mm Weg
Bearbeitungszeit = 14,40 min



Eintauchstrategien und Richtwerte

Eintauchen allgemein mit Standard-Stirngeometrien

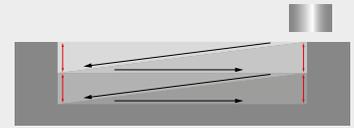
Basis $f_z = f_z$ Nuten



Rampen

- Rampenwinkel = 2° - 5° bis max. $a_p 1 \times D$
- gleichmäßiger Lastanstieg

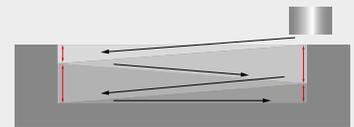
$f_z 75\%$



Pendeln

- Rampenwinkel = 1° - 4° bis max. $a_p 1 \times D$
- es kommt zu Lastspitzen

$f_z 75\%$



Helix

- Zustellung = 0,05 - 0,15 x D pro Umdrehung
- kleinster zu erzeugender Durchmesser = 1,7 x D

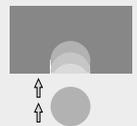
$f_z 100\%$



Stechen

- Alternative bei Problemen durch zu hohe Radialkräfte
- $a_e 0,25 \times D$ - a_p Schneidenlänge / Freischlifflänge

$f_z 100\%$



Bohren / Pilotieren

- max. Tiefenzustellung 0,5 x D dann entspannen

$f_z 50\%$

Eintauchen Spezial – Werkzeuge mit spezieller Tauchgeometrie



RF 100 Diver - #6736 / #6737

- h10 Schneidentoleranz
- 36°/37°/38° Drall
- Unter- & Glattmaßdurchmesser
- gute Bohreigenschaften
- sehr gute Fräseigenschaften



Pilotfräser RF 100 P - #6716

- m8 Schneidentoleranz
- 30° Drall
- sehr viele Einzelabmessungen
- sehr gute Bohreigenschaften
- ausreichende Fräseigenschaften



Erste Wahl: Fräsen und Tauchen

Erste Wahl: Bohren und Pilotieren



Rampen

- Rampenwinkel = 15° - 45° bis max. $a_p 1 \times D$



Pendeln

- Rampenwinkel = 10°-20° bis max. $a_p 1 \times D$



Helix

- Zustellung = 0,10 - 0,30 x D pro Umdrehung
- kleinster zu erzeugender Durchmesser = 1,7 x D



Stechen

- Alternative bei Problemen durch zu hohe Radialkräfte
- $a_e 0,25 \times D$ - a_p Schneidenlänge / Freischlifflänge



Bohren / Pilotieren

- max. Tiefenzustellung 1,0 x D dann entspannen

**Schnittwerte „Eintauchen Spezial“
nach Schnittwerttabellen RF 100 Diver & RF 100 P**



Generelle Empfehlung für Werkzeugkühlung

Stahl			<ul style="list-style-type: none"> • Thermoschock vermeiden
Guss		Trockenbearbeitung, Druckluft, MMS:	<ul style="list-style-type: none"> • Zerspanungstemperatur über den Span abführen • Spanabfuhr unterstützen
Gehärtet			
Rostfrei			<ul style="list-style-type: none"> • Kühlung der Werkzeugschneide
Sonderlegierung		Emulsion, Öl:	<ul style="list-style-type: none"> • Verhinderung von Aufbauschneiden • Spanabfuhr unterstützen
NE-Metalle		Emulsion, MMS:	<ul style="list-style-type: none"> • Verhinderung von Aufbauschneiden • Spanabfuhr unterstützen

Ausnahmen für die Materialbereiche



Kann verfahrensbedingt nicht auf den **Einsatz von KSS** verzichtet werden, sollte die Schnittgeschwindigkeit v_c und/oder die radiale Zustellung a_e reduziert werden. Aufgrund der dadurch veränderten Temperatur, sinkt die Gefahr eines Thermoschocks.

Kommt es zu **Problemen mit der Spanabfuhr** sollte der Einsatz von Kühlmittel in Erwägung gezogen werden, da das Bearbeiten innerhalb von Spänenestern zu massivem Werkzeugverschleiß bis hin zum Werkzeugbruch führen kann.

Im Falle eine **Bauteilerhitzung durch Spänenester** sollte geprüft werden, ob sich das Bauteil durch einen gezielt ausgerichteten „Spülstrahl“ entspannen lässt, ohne den Schnittbereich zu treffen. Alternativ empfiehlt sich der Kühlmittelauslass für die gesamte Bearbeitung.

Sonstige Hinweise

Schichten

Der Einsatz von Kühlmittel ist grundsätzlich von Vorteil, da sich bessere Oberflächenergebnisse erzielen lassen.

Sehr lange Werkzeuge

Kühlmittel kann zu einer verbesserten Laufruhe führen, da der Schmierfilm schwingungsdämpfend wirkt.

Ausrichtung des Kühlmittels

- möglichst exakt in den Schnittbereich aus mindestens drei Richtungen
- kleine Späne nicht zurück in den Schnittbereich spülen



VHM-Fräser mit Innenkühlung

- beste Spanabfuhr, sehr gute Schneidkantenkühlung, sehr effektiv gegen Aufbauschneiden
- besonders bei größeren Werkzeugdurchmessern und zähen Werkstoffen zu empfehlen



Peripheriekühlung/Gührojet

Beste externe Variante: optimale Werkzeugkühlung und beste Spanabfuhr durch den direkten Weg vom Kühlmittelaustritt zum Schnittbereich

|GÜHROJET|



Allgemeine Hinweise

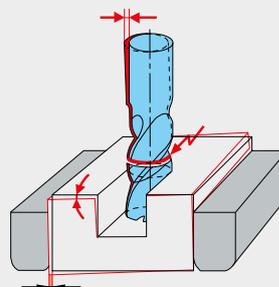
Alle in diesem Katalog angegebenen Schnittwertempfehlungen gelten als Richtwerte ausschließlich für neue oder nach Gühring-Vorschrift nachgeschliffene Werkzeuge. Voraussetzungen sind ferner eine ausreichende Maschinenleistung, optimale Kühlung, optimale Werkstückspannung und eine möglichst hohe Rundlaufgenauigkeit des Werkzeugs

und der Maschinenspindel. Bei abweichenden Bedingungen müssen die Schnittwerte gegenüber unseren Empfehlungen reduziert werden. Zur Beeinflussung der Oberflächenqualität, des Zerspanungsvolumens oder des Standwegs können die Werte ebenfalls angepasst werden.

1. Werkstückaufspannung

Standzeitverlust oder Werkzeugbruch durch labile Werkstückaufspannung

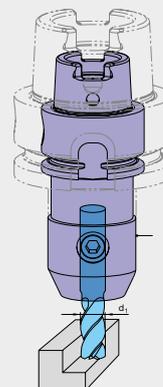
- Stabilere Werkstückaufspannung
- Alternativ:**
 - Vorschub reduzieren
 - Schnittbreite oder -tiefe verringern
 - Frässtrategie ändern



2. Werkzeugspannung

Standzeitverlust oder Werkzeugbruch durch eine labile, nicht spielfreie, verschlissene oder zu kleine/lange/dünne Werkzeugaufnahme

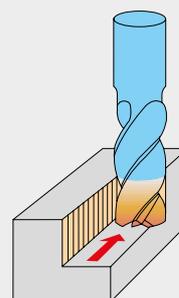
- Neue oder größere Aufnahme bzw. Aufnahme mit höherer Spannkraft und höherer Rundlaufgenauigkeit einsetzen
- Alternativ:**
 - Schnittwerte reduzieren
 - Einspannlänge reduzieren
 - Werkzeug mit kleinerem Durchmesser einsetzen
 - Spannschrauben auf Verschleiß prüfen



3. Oberflächenqualität

Zu hohe Rauheitswerte R_a/R_z auf der Werkstückoberfläche durch zu hohe Vorschübe bzw. Vorschubgeschwindigkeiten oder Vibrationen

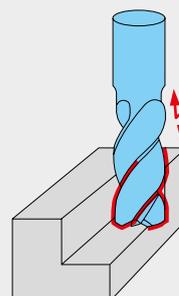
- Werkstückaufspannung und Werkzeugspannung verbessern (siehe Punkte 1 und 2)
- Alternativ:**
 - Vorschub und Vorschubgeschwindigkeit reduzieren
 - Schnittgeschwindigkeit erhöhen
 - Kühlschmierung verwenden / verbessern



4. Vibrationen

Hoher Werkzeugverschleiß, schlechte Oberflächen am Werkstück und mangelnde Maßhaltigkeit durch Vibrationen

- Werkstückaufspannung und Werkzeugspannung verbessern (siehe Punkte 1 und 2)
- Zahnvorschub erhöhen, da Spanmittendicke zu gering
- Drehzahl verändern
- Frässtrategie ändern, d.h. andere Schnittaufteilung wählen
- Werkzeugauswahl ändern, d.h. Zähnezahl oder Drall verringern





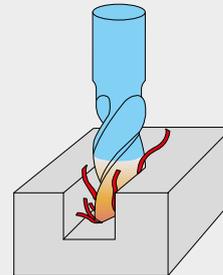
5. Spänestau/Kühlung

Signifikante Standzeitverluste, Ausbrüche der Schneidkanten, Aufbauschneidenbildung oder Verkleben der Nuten durch mangelhafte Spanabfuhr

- Fräser mit Innenkühlung wählen

Alternativ:

- Peripheriekühlung durch Gührojet GM 300-Spannfutter
- Volumenstrom erhöhen
- Kühlmittelstrom gezielt ausrichten
- Pressluftkühlung vornehmen (je nach Werkzeug und Werkstoff)
- Vorschub verringern
- Schnittaufteilung verändern



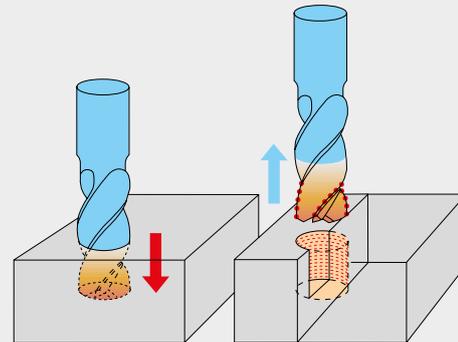
6. Entspannen beim Bohren

Signifikante Standzeitverluste sowie Ausbrüche der Schneidkanten durch mangelnde Spanabfuhr und thermische Belastung

- Fräser mit Innenkühlung wählen
- Bei Bohrtiefen $> 0,5xD$ stufenweise entspannen

Alternativ:

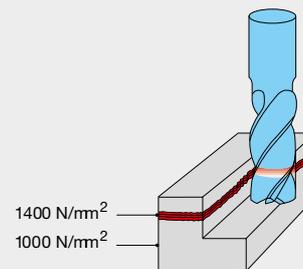
- Peripheriekühlung durch Gührojet GM 300-Spannfutter
- Volumenstrom erhöhen
- Kühlmittelstrom gezielt ausrichten
- Vorschub verringern



7. Thermisch beeinflusste Werkstoffe

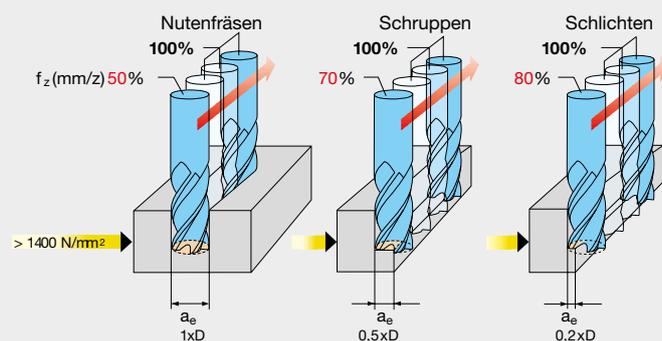
Werkstoffeigenschaften an der Trennfuge entsprechen durch Schweißen oder Schneidbrennen nicht der angegebenen Materialklasse

- Schnittwerte reduzieren
- Werkzeug für Materialien mit höherer Zugfestigkeit wählen
- Mit VHM-Fräsern im Gleichlauf fräsen



8. Anfahren in gehärteten Werkstoffen

Beim Anfahren in Werkstoffen über 1400 N/mm^2 (44 HRC) Vorschub v_f (mm/min.) gemäß nebenstehender Grafik reduzieren

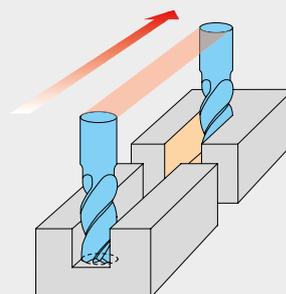




9. Standzeitverlust bei unterbrochenen Schnitten

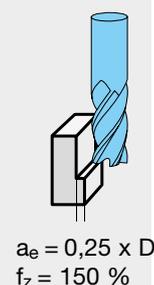
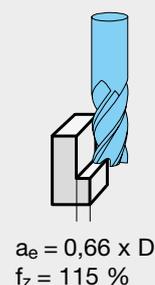
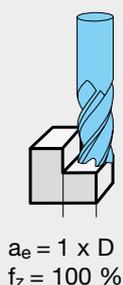
Signifikante Standzeitverluste durch unterbrochene Schnitte (insbesondere bei Fräswinkeln von 90°)

- Schnittaufteilung verändern
- Vorschub beim Ein- und Austritt reduzieren
- Anfahrwinkel stumpfer wählen



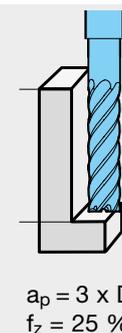
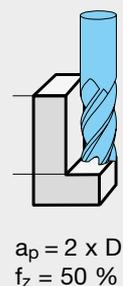
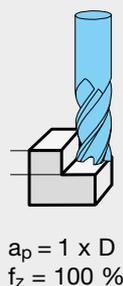
10. Vorschubanpassung: Änderung der Schnittbreite

- Bei Veränderung der Schnittbreite a_e muss der Vorschub gemäß nebenstehender Grafik korrigiert werden
- Schnittgeschwindigkeit entsprechend der Anwendung aus den Schnittwerttabellen wählen
- Beim Nuten und Schuppen mit einer Zustellung a_p ab $1,5 \times D$ sind v_c und f_z um 25% zu reduzieren



11. Vorschubanpassung: Änderung der Schnitttiefe

- Bei Veränderung der Schnitttiefe a_p muss der Vorschub gemäß nebenstehender Grafik korrigiert werden
- Schnittgeschwindigkeit oder Drehzahl bleiben bei Schnitttiefen bis $2 \times D$ unverändert und müssen erst darüber angepasst werden
- Bei längeren Werkzeugen müssen Drehzahl und Vorschub je nach Vibration weiter reduziert werden.



12. Eintauchstrategien

Beim Bohren:

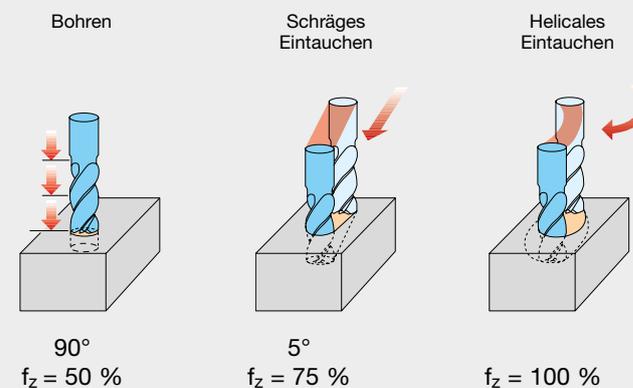
- Vorschub v_f (mm/min.) reduzieren
- Bei Bohrtiefen $> 0,5 \times D$ oder beim Übergang zur radialen Bearbeitung zusätzlich entspannen
- Achtung: Bruchgefahr durch abrupten Lastanstieg!

Schräges Eintauchen bis 5°-Schräge:

- Vorschub v_f (mm/min.) gemäß nebenstehender Grafik reduzieren

Helikales Eintauchen:

- Beim helikalen Eintauchen oder Eintauchen auf einer Kreisbahn empfehlen wir eine Zustellung von 0,1 bis $0,15 \times D$ pro Umlauf
- Vorschub v_f (mm/min.) gemäß nebenstehender Grafik reduzieren
- Bohrungsdurchmesser von vorzugsweise $1,7 \times D$ wählen





13. HSC Fräsen mit Vollradius-Kopierfräsern



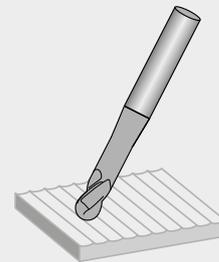
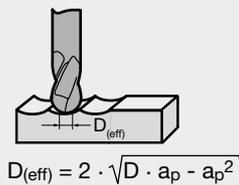
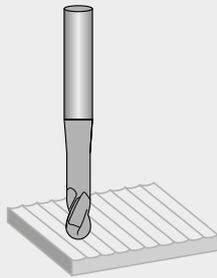
HSC = High Speed Cutting:

Fräsbearbeitungen mit sehr geringen Zustellungen mit Berücksichtigung des effektiven Werkzeugdurchmessers.

3D-Bearbeitungen mit Kugel- oder Torusfräsern.

- geringe Schnittbreite (a_e)
- geringe Schnitttiefe (a_p)
- hohe Zahnvorschübe (f_z)
- sehr hohe Schnittgeschwindigkeit (v_c)

Bei Schnitttiefen $a_p < 0,2 \times D$ muss der tatsächlich im Eingriff befindliche Effektivdurchmesser D_{eff} zur Berechnung der Drehzahl verwendet werden. Dieser ergibt sich bei nicht angestellter Spindel gemäß nebenstehender Grafik. Zur Erhöhung des Standwegs empfehlen wir eine Bearbeitung mit gekippter Spindel.



Funktionsprinzip und Vorteile

Berechnung des Effektiv-Werkzeudurchmessers

- Anpassung der Drehzahl auf den Effektiv-Werkzeudurchmesser
- Erhöhung des Gesamtvorschubs
- Verbesserung der Oberflächenqualität

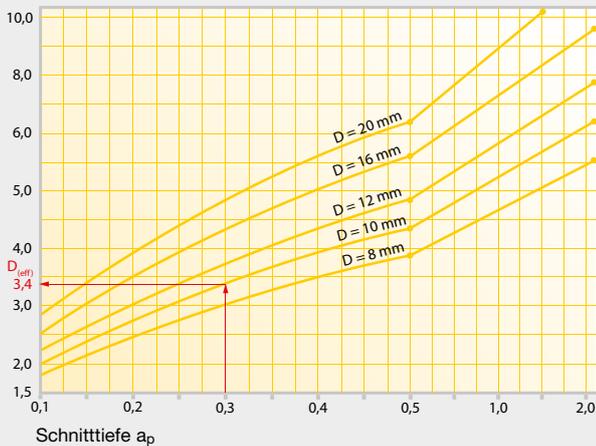
Betrachtung des Eingriffwinkels / Zeilenbreite

- Anpassung der Zahnvorschübe an die geforderte Oberflächenqualität

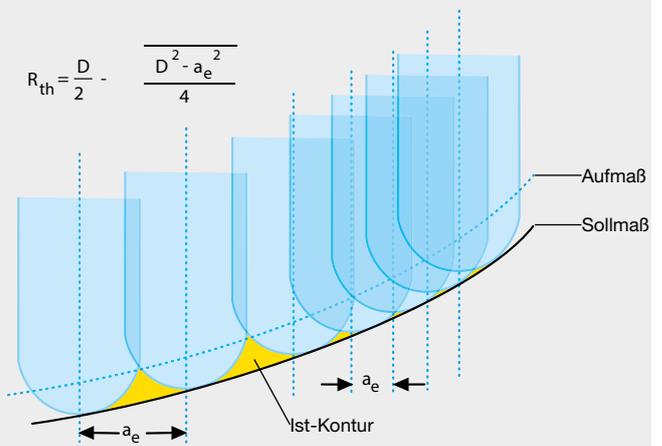
Der Kugelfräser steht senkrecht zur Bearbeitungsfläche. Im Zentrum des Werkzeuges ist die Schnittgeschwindigkeit = 0. Standweg und Oberflächenqualität sind nicht optimal.

Der Kugelfräser steht schräg angestellt zur Bearbeitungsfläche. Das Zentrum des Werkzeuges nicht im Einsatz. Standweg und Oberflächenqualität verbessert sich.

Effektiver Fräserdurchmesser

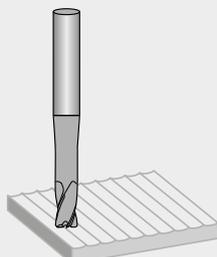


Beispiel: Bei einem Vollradius-Kopierfräser $\varnothing 10$ mm und einer Schnitttiefe a_p von 0,3 mm resultiert ein effektiver Durchmesser $D_{(eff)} = 3,4$ mm. Dieser $D_{(eff)}$ ist zur Berechnung der Schnittgeschwindigkeit v_c zu verwenden.



Die Reduzierung der Schnittbreite a_e führt zu einer Verbesserung der Oberflächenqualität am Werkstück (geringere Rautiefe).

14. HSC-Fräsen mit Eckradius-Kopierfräsern / Torusfräsern



HSC-Fräsen - Torusfräser

3D-Bearbeitung mit Torusfräser.

Eingriff des Werkzeuges überwiegend am Eckradius.

Verbesserung der Oberflächenqualität und Standwege.

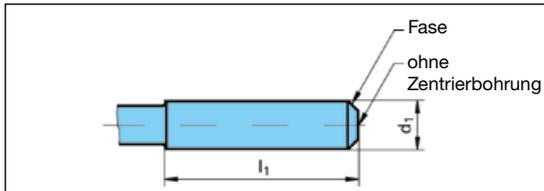
Vorteile bei der 3D-Bearbeitung auf 3-Achsmaschinen in flachen Formbereichen.



Zylinderschäfte für Schafffräser aus Hartmetall: DIN 6535 (Auszug)

Form HA, glatt

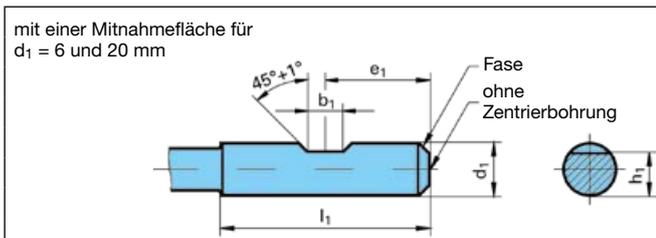
Maße in mm



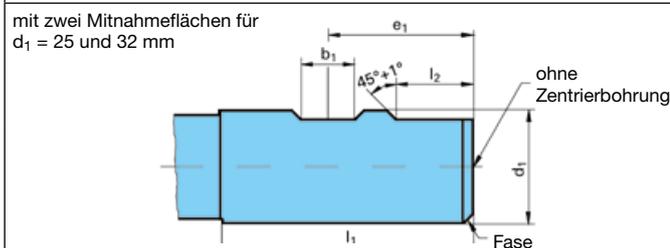
d ₁	l ₁	d ₁	l ₁	d ₁	l ₁
h6	+2 0	h6	+2 0	h6	+2 0
2	28	8	36	18	48
3	28	10	40	20	50
4	28	12	45	25	56
5	28	14	45	32	60
6	36	16	48		

Form HB, mit seitlicher Mitnahmeffläche

Maße in mm



d ₁	b ₁	e ₁	h ₁	l ₁	l ₂
h6	+0,05 0	0 -1	h11	+2 0	+1 0
6	4,2	18	5,1	36	-
8	5,5	18	6,9	36	-
10	7	20	8,5	40	-
12	8	22,5	10,4	45	-
14	8	22,5	12,7	45	-
16	10	24	14,2	48	-
18	10	24	16,2	48	-
20	11	25	18,2	50	-

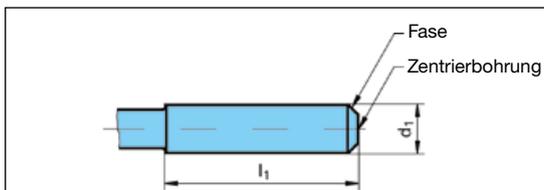


25	12	32	23	56	17
32	14	36	30	60	19

Zylinderschäfte für Schnellstahlwerkzeuge, DIN 1835-1 (Auszug)

Form A, glatt

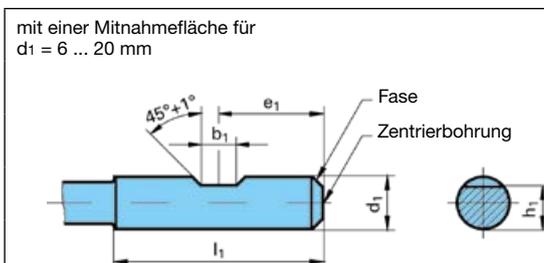
Maße in mm



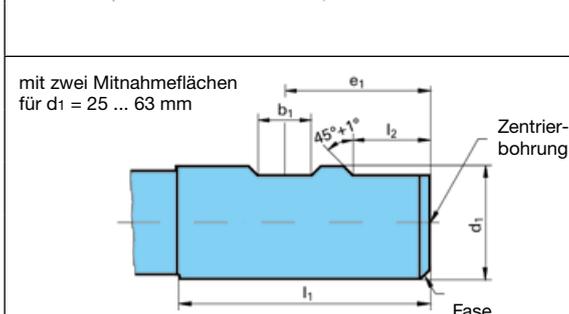
d ₁	l ₁	d ₁	l ₁	d ₁	l ₁
h8	+2 0	h8	+2 0	h8	+2 0
3	28	10	40	32	60
4	28	12	45	40	70
5	28	16	48	50	60
6	36	20	50	63	90
8	36	25	56		

Form B, mit seitlicher Mitnahmeffläche

Maße in mm



d ₁	b ₁	e ₁	h ₁	l ₁	l ₂	Zentrierbohrung Form R DIN 332 Teil 1
h6	+0,05 0	0 -1	h13	+2 0	+1 0	
6	4,2	18	4,8	36	-	1,6x2,5
8	5,5	18	6,6	36	-	1,6x3,35
10	7	20	8,4	40	-	1,6x3,35
12	8	22,5	10,4	45	-	1,6x3,35
16	10	24	14,2	48	-	2,0x4,25
20	11	25	18,2	50	-	2,5x5,3



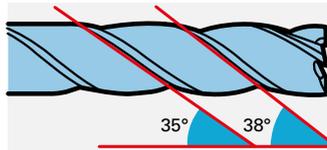
25	12	32	23	56	17	2,5x5,3
32	14	36	30	60	19	3,15x6,7
40	14	40	38	70	19	3,15x6,7
50	18	45	47,8	80	23	3,15x6,7
63	18	50	60,8	90	23	3,15x6,7



Symbol	Beschreibung	metrisch	Formeln
z	Zähnezahl		
D	Fräserdurchmesser	mm	
a_p	Schnitttiefe	mm	
a_e	Schnittbreite	mm	
l_f	Fräslänge	mm	
n	Umdrehung pro min	U/min	$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot D}$
v_c	Schnittgeschwindigkeit	m/min	$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$
v_f	Vorschub pro min	mm	$v_f = n \cdot z \cdot f_z$
f_z	Vorschub pro Zahn	mm	$f_z = \frac{v_f}{n \cdot z}$
f/U	Vorschub pro Umdrehung	mm	$f/U = \frac{v_f}{n}$
f/U	Vorschub pro Umdrehung	mm	$f/U = f_z \cdot z$
Q	Spanvolumen	cm ³ /min	$Q = \frac{a_p \cdot a_e \cdot v_f}{1000}$
T	Bearbeitungszeit	min	$T = \frac{l_f}{v_f}$
hm	Mittenspanndicke	mm	$hm = fz \cdot \sqrt{\frac{a_e}{D}}$
D_(eff)	Effektiver Durchmesser	mm	$D_{(eff)} = 2 \cdot \sqrt{D \cdot a_p - a_p^2}$
	Effektiver Durchmesser bei Kippwinkel	mm	$D_{(eff)} = D \cdot \sin \left[\beta + \arccos \left(\frac{D - 2a_p}{D} \right) \right]$
R_{th}	Rautiefe	mm	$R_{th} = \frac{D}{2} = \sqrt{\frac{D^2 - a_e^2}{4}}$
Z_b	Optimale Zeilenbreite beim Torusfräsen	mm	$Z_b = \frac{D - 2 \times R}{2}$

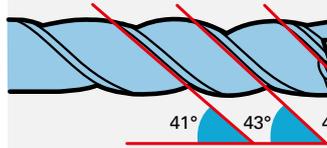


	<p>Typ N Schlichtverzahnung mit Spiralsteigung 30°, geeignet zum Schlichtfräsen von Bau-, Einsatz- und Vergütungsstählen sowie für kurzspanende NE-Metalle bzw. Materialien bis</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1200 N/mm² Festigkeit bei Schnellstahl-Fräsern • 1600 N/mm² Festigkeit bei VHM-Fräsern.
	<p>Typ NH Schlichtverzahnung mit hoher Spiralsteigung 45°, geeignet zum Feinstschlichten von hochlegierten Werkstoffen und Grauguss bis ca.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1600 N/mm² Festigkeit
	<p>Typ NF Flache Schrupp-Schlicht-Verzahnung, produziert kurze Späne bei höherer, glatterer Oberflächenqualität im Vergleich zu Typ NR oder NRf. Geeignet zum Fräsen von normalen Werkstoffen bis ca.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1200 N/mm² Festigkeit bei Schnellstahl-Fräsern • 1600 N/mm² Festigkeit bei VHM-Fräsern
	<p>Typ NR Normale Schrupp-Kordelverzahnung, produziert kurze Späne bei guter Spanabfuhr. Geeignet zum Fräsen von normalen Werkstoffen bis ca.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1000 N/mm² Festigkeit bei Schnellstahl-Fräsern • 1200 N/mm² Festigkeit bei VHM-Fräsern
	<p>Typ NRf Feine Schrupp-Kordelverzahnung, produziert kurze Späne bei guter Spanabfuhr. Höhere Vorschübe als bei Typ NR möglich. Geeignet zum Fräsen von Werkstoffen mit höherer Festigkeit bis ca.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1400 N/mm² Festigkeit bei Schnellstahl-Fräsern • 1600 N/mm² Festigkeit bei VHM-Fräsern
	<p>Typ H Schlichtverzahnung mit hoher Spiralsteigung 55°, geeignet zum Feinstschlichten sowie für die HSC*-Bearbeitung in allen gehärteten Werkstoffen und Hartguss bis ca.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 62 HRC Festigkeit
<p>* High Speed Cutting</p>	
	<p>Typ HR Feine Schrupp-Kordelverzahnung, produziert kurze Späne bei guter Spanabfuhr. Geeignet zum Fräsen von gehärteten Werkstoffen sowie Grau- oder Hartguss bis ca.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 56 HRC Festigkeit
	<p>Typ W Schlichtverzahnung mit Spiralsteigung 45°, geeignet zum Schlichtfräsen weicher Werkstoffe wie Alu, Alu-Legierungen und NE-Metalle bis ca.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 600 N/mm² Festigkeit
	<p>Typ WR Grobe Schrupp-Kordelverzahnung, produziert kurze Späne bei guter Spanabfuhr. Geeignet zum Fräsen von Aluminium, NE-Metallen sowie weichen Stählen bis ca.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 600 N/mm² Festigkeit



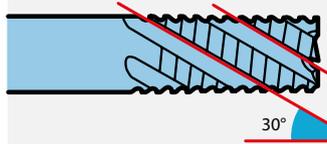
**RF 100 U
(Typ N)**

35°/38° Spirale. Geeignet zum Nuten, Schruppen und Schlichten in Stahl, hochlegiertem Stahl und gehärtetem Stahl bis
 • 1600 N/mm² Zugfestigkeit (48 HRC)



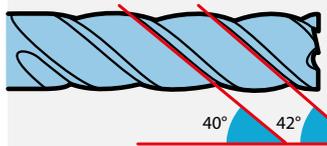
**RF 100 U
(Typ NH)
3-Schneider**

41°/43°/45° Spirale. Geeignet zum Nuten, Schruppen und Schlichten in Stahl, hochlegiertem Stahl und rostfreiem Stahl bis
 • 1400 N/mm² Zugfestigkeit (44 HRC)
 Als 3-Schneider für extrem große Schnitttiefen geeignet.



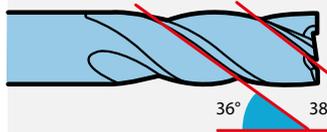
**RF 100 U/HF
(Typ HF)**

30°/32° Spirale und Schrupp-/Schlichtprofil. Geeignet zum Nuten und Schruppen mit großen Schnittbreiten und -tiefen in Stahl, hochlegiertem Stahl und gehärtetem Stahl bis
 • 1600 N/mm² Zugfestigkeit (48 HRC)



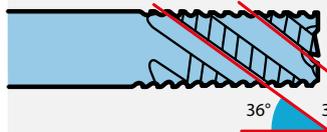
**RF 100 F
(Typ NH)**

40°/42° Spirale. Geeignet zum Nuten, Schruppen und Schlichten sowie HPC-Fräsen/imachining in zähen Stählen sowie anderen langspannenden Materialien bis
 • 850 N/mm² Zugfestigkeit (25 HRC)



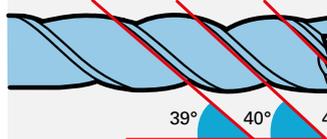
**RF 100 VA
(Typ N)**

36°/38° Spirale. Geeignet zum Nuten, Schruppen und Schlichten von VA-Stählen und rostfreien Materialien.



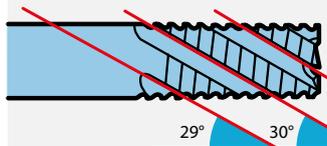
**RF 100 VA/NF
(Typ NF)**

36°/38° Spirale und Schrupp-/Schlichtprofil. Geeignet zum Nuten und Schruppen von VA-Stählen und rostfreien Materialien.



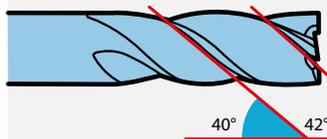
**RF 100 A
(Typ W)**

39°/40°/41° Spirale. Geeignet zum Nuten, Schruppen und Schlichten von Aluminium und Al-Legierungen sowie länger spannenden Werkstoffen und NE-Metallen.



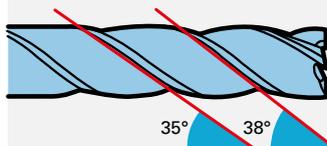
**RF 100 A/WF
(Typ WF)**

29°/30°/31° Spirale und Schrupp-/Schlichtprofil. Geeignet zum Nuten und Schruppen von Aluminium und Al-Legierungen.



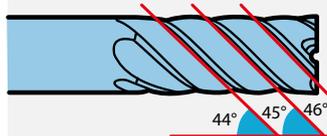
**RF 100 H
(Typ H)**

40°/42° Spirale und Kernsprung. Geeignet zum Schruppen bis 1xD in Materialien bis 54 HRC, zum Schlichten über die volle Schneidenlänge in Materialien über 63 HRC. Mit HPC-Strategie geeignet zum Schruppen von Werkstoffen > 63 HRC.



**RF 100 Ti
(Typ N)**

35°/38° Spirale mit Eckradius. Geeignet zum Nuten und Schruppen von Titanlegierungen sowie schwerzerspanbaren Legierungen.



**RF 100 SF
(Typ NH)**

44°/45°/46° Spirale. Geeignet zum HSC-Feinstschlichten, zum Semi-Schruppen mit Zustellbreiten bis max. 0,3xD und HPC-Schruppen über die gesamte Schneidenlänge von Normalstählen, Guss, NE-Metallen und hochlegierten Werkstoffen.



Die neuen Werkstoff-Kurznamen (Auswahl)

Werkstoff-Nr.	Kurzname alt	Kurzname neu	Werkstoff-Nr.	Kurzname alt	Kurzname neu	Werkstoff-Nr.	Kurzname alt	Kurzname neu	Werkstoff-Nr.	Kurzname alt	Kurzname neu
0.6010	GG10	EN-GJL-100	1.0728	60 S 20	-	1.4436	X5CrNiMo 17 13 3	X3CrNiMo17-13-3	1.7043	-	38Cr4
0.6020	GG20	EN-GJL-200	1.0736	9 SMn 36	11SMn37	1.4438	X2CrNiMo 18 16 4	X2CrNiMo18-16-4	1.7147	20 MnCr 5	20MnCr5
0.6025	GG25	EN-GJL-250	1.0737	9 SMnPb 36	11SMnPb37	1.4460	X4CrNiMo 27 5 2	X3CrNiMoN27-5-2	1.7149	20 MnCrS 5	20MnCrS5
0.6035	GG35	EN-GJL-350	1.0756	35 SPb 20	35SPb20	1.4462	X2CrNiMoN2253	X2CrNiMoN22-5-3	1.7176	55 Cr 3	55Cr3
0.7050	GGG50	EN-GJS-500-7	1.0757	45 SPb 20	46SPb20	1.4509	X6CrTiNb 18	X2CrTiNb18	1.7182	27 MnCrB 5 2	27MnCrB5-2
0.7070	GGG70	EN-GJS-700-2	1.0760	-	38SMn26	1.4510	X6CrTi 17	X3CrTi17	1.7185	33 MnCrB 5 2	33MnCrB5-2
0.8035	GTW35	EN-GJMW-350-4	1.0761	-	38SMnPb26	1.4511	X6CrNb 17	X3CrNb17	1.7189	39 MnCrB 6 2	39MnCrB6-2
0.8155	GTS55	EN-GJMB-550-4	1.0762	-	44SMn28	1.4512	X6CrTi 12	X2CrTi12	1.7213	25 CrMoS 4	25CrMoS4
0.8170	GTS70	EN-GJMB-700-2	1.0763	-	44SMnPb28	1.4520	X1CrTi 15	X2CrTi17	1.7218	25 CrMo 4	25CrMo4
1.0022	St 01Z	-	1.0873	-	DC06 [Fe P06]	1.4521	X2CrMoTi 18 2	X2CrMoTi18-2	1.7219	-	26CrMo4-2
1.0035	St 33	S185	1.1103	ESTe 255	S255NL1	1.4522	X2CrMoNb 18 2	X2CrMoNb18-2	1.7220	34 CrMo 4	34CrMo4
1.0039	St 37 -2	S235JRH	1.1105	ESTe 315	S315NL1	1.4532	X7CrNiMoAl 15 7	X8CrNiMoAl15-7-2	1.7225	42 CrMo 4	42CrMo4
1.0044	St 44 -2	S275JR	1.1121	Ck 10	C10E	1.4541	X6CrNiTi18 10	X6CrNiTi18-10	1.7226	34 CrMoS 4	34CrMoS4
1.0050	St 50 -2	E295	1.1141	Ck15	C15E	1.4542	X5CrNiCuNb 17 4	X5CrNiCuNb16-4	1.7227	42 CrMoS 4	42CrMoS4
1.0060	St 60 -2	E335	1.1151	Ck 22	C22E	1.4550	X6CrNiNb 18 10	X6CrNiNb18-10	1.7228	50 CrMo 4	50CrMo4
1.0070	St 70 -2	E360	1.1158	Ck 25	C25E	1.4558	X2NiCrAlTi 32 20	X2NiCrAlTi32-20	1.7264	20 CrMo 5	20CrMo5
1.0114	St 37 -3U	S235J0	1.1170	28 Mn 6	28Mn6	1.4567	X3CrNiCu 18 9 X	X3CrNiCu18-9-4	1.7321	20 MoCr 4	20MoCr4
1.0226	St 02Z	DX51D	1.1178	Ck 30	C30E	1.4568	X7CrNiAl 17 7	X7CrNiAl17-7	1.7323	20 MoCrS 4	20MoCrS4
1.0242	StE 280 -2Z	S250GD	1.1181	Ck 35	C35E	1.4571	-	X6CrNiMoTi17-12-2	1.7333	22 CrMoS 3 5	22CrMoS3-5
1.0244	StE 280 -2Z	S280GD	1.1186	Ck 40	C40E	1.4577	X3CrNiMoTi 25 25	X3CrNiMoTi25-25	1.7335	13 CrMo 4 4	13CrMo4-5
1.0250	StE 320 -3Z	S320GD	1.1191	Ck 45	C45E	1.4592	X1CrMoTi 29 4	X2CrMoTi29-4	1.7362	12 CrMo 19 5	12CrMo19-5
1.0301	C 10	-	1.1203	Ck 55	C55E	1.4713	X10CrAl 7	X10CrAlSi7	1.7380	10 CrMo 9 10	10CrMo9-10
1.0302	C 10 Pb	-	1.1206	Ck 50	C50E	1.4724	X10CrAl 13	X10CrAlSi13	1.7383	-	11CrMo9-10
1.0306	St 06 Z	DX54D	1.1221	Ck 60	C60E	1.4742	X10CrAl 18	X10CrAlSi18	1.7779	-	20CrMoV13-5-5
1.0312	St 15	DC05 [Fe P05]	1.1241	Cm 50	C50R	1.4762	X10CrAl 24	X10CrAlSi25	1.8159	50 CrV 4	51CrV4
1.0319	RRStE 210.7	L210GA	1.1750	C 75 W	C75W	1.4821	X20CrNiSi 25 4	X20CrNiSi25-4	1.8504	34 CrAl 6	34CrAl6
1.0322	-	DX52GD	1.2067	102 Cr 6	102Cr6	1.4828	X15CrNiSi 20 12	X15CrNiSi20-12	1.8519	31 CrMoV 9	31CrMoV9
1.0330	St 12 [St 2]	DC01 [Fe P01]	1.2080	-	X210Cr12	1.4833	X7CrNi 23 14	X7CrNi23-12	1.8550	34 CrAlNi 7	34CrAlNi7
1.0333	US13	-	1.2083	-	X42Cr13	1.4841	X15CrNiSi 25 20	X15CrNiSi25-21	1.8807	13 MnNiMoV 5 4	13MnNiMoV5-4
1.0338	St 14 [St 4]	DC04 [Fe P04]	1.2419	-	105WCr6	1.4845	X12CrNi 25 21	X12CrNi25-21	1.8812	18 MnMoV 5 2	18MnMoV5-2
1.0345	HI	P235GH	1.2767	-	X45NiCrMo4	1.4864	X12NiCrSi 36 16	X12NiCrSi35-16	1.8815	18 MnMoV 6 3	18MnMoV6-3
1.0347	RRSt 13 [RRSt 3]	DC03 [Fe P03]	1.3243	S6-5-2-5	S 6-5-2-5	1.4878	X12CrNiTi18 9	X10CrNiTi18-10	1.8821	StE 355 TM	P355TM
1.0348	UHI	P195GH	1.3343	S6-5-2	S 6-5-2	1.4903	-	X10CrMoVNb9-1	1.8824	StE 420 TM	P420TM
1.0350	St 03Z	DX52D	1.3344	S6-5-3	S 6-5-3	1.5026	55 Si 7	55Si7	1.8826	StE 460 TM	P460TM
1.0355	St 05Z	DX53D	1.4000	X6Cr 13	X6Cr13	1.5131	50 MnSi 4	50MnSi4	1.8828	ESTe 420 TM	P420ML2
1.0356	TTSt 35 N	P215NL	1.4002	X6CrAl 13	X6CrAl13	1.5415	15 Mo 3	16Mo3	1.8831	ESTe 460 TM	P460ML2
1.0358	St 05 Z	-	1.4003	X2Cr 11	X2CrNi12	1.5530	21 MnB 5	20MnB5	1.8832	TStE 355 TM	P355ML1
1.0401	C 15	-	1.4005	-	X12CrS13	1.5531	30 MnB 5	30MnB5	1.8835	TStE 420 TM	P420ML1
1.0402	C 22	C22	1.4006	X10Cr 13	X12Cr13	1.5532	38 MnB 5	38MnB5	1.8837	TStE 460 TM	P460ML1
1.0403	C 15 Pb	-	1.4016	X6Cr 17	X6Cr17	1.5637	10 Ni 14	12Ni14	1.8879	StE ...	P690Q
1.0406	C 25	C25	1.4021	X20Cr 13	X20Cr13	1.5662	-	X11CrMo5+I	1.8880	WStE ...	P690QH
1.0419	St 52.0	L355	1.4028	X30Cr 13	X30Cr13	1.5680	-	X12Ni5	1.8881	TStE ...	P690QL1
1.0424	St 45.8 (ersetzt)	P265	1.4031	X38Cr 13	X38Cr13	1.5710	36 NiCr 6	36NiCr6	1.8882	10 MnTi 3	10MnTi3
1.0424	St 42.8 (ersetzt)	P265	1.4034	X46Cr 13	X46Cr13	1.5715	-	16NiCrS4	1.8888	ESTe ...	P690QL2
1.0425	H2	P265GH	1.4037	X65Cr13	X65Cr13	1.5752	14 NiCr 14	15NiCr13	1.8900	StE 380	S380N
1.0429	StE 290.7 TM	L290MB	1.4057	X20CrNi 17 2	X17CrNi16-2	1.6210	15 MnNi 6 3	15MnNi6-3	1.8901	StE 460	S460N
1.0457	StE 240.7	L245NB	1.4104	X12CrMoS 17	X14CrMoS17	1.6211	16 MnNi 6 3	16MnNi6-3	1.8902	StE 420	S420N
1.0459	RRStE 240.7	L245GA	1.4105	X4CrMoS 18	X6CrMoS17	1.6310	20 MnMoNi 5 5	20MnMoNi5-5	1.8903	TStE 460	S460NL
1.0461	StE 255	S255N	1.4109	X65CrMo 14	X70CrMo15	1.6311	20 MnMoNi 4 5	20MnMoNi4-5	1.8905	StE 460	P460N
1.0473	19 Mn 6	P355GH	1.4110	X55CrMo 14	X55CrMo14	1.6341	11 NiMoV 5 3	11NiMoV5-3	1.8907	StE 500	S500N
1.0481	17 Mn 4	P295GH	1.4112	X90CrMoV 18	X90CrMoV18	1.6368	15 NiCuMoNb 5	15NiCuMoNb5	1.8910	TStE 380	S380NL
1.0484	StE 290.7	L290NB	1.4113	X6CrMo 17 1	X6CrMo17-1	1.6511	36 CrNiMo 4	36CrNiMo4	1.8911	ESTe 380	S380NL1
1.0486	StE 285	P275N	1.4116	X45CrMoV 15	X50CrMoV15	1.6523	21 NiCrMo 2	21NiCrMo2-2	1.8912	TStE 420	S420NL
1.0501	C 35	C35	1.4120	X20CrMo 13	X20CrMo13	1.6526	21 NiCrMoS 2	21NiCrMoS2-2	1.8913	ESTe 420	S420NL1
1.0503	C 45	C45	1.4122	X35CrMo 17	X39CrMo17-1	1.6580	30 CrNiMo 8	30CrNiMo8	1.8915	TStE 460	P460NL1
1.0505	StE 315	P315N	1.4125	X105CrMo 17	X105CrMo17	1.6582	34 CrNiMo 6	34CrNiMo6	1.8917	WStE 500	S500NL
1.0511	C 40	C40	1.4301	X5CrNi 18 10	X5CrNi18-10	1.6587	17 CrNiMo 6	18CrNiMo7-6	1.8918	ESTe 460	P460NL2
1.0528	C 30	C30	1.4303	X5CrNi 18 12	X4CrNi18-12	1.7003	38 Cr 2	38Cr2	1.8919	ESTe 500	S500NL1
1.0529	StE 350 -3Z	S350GD	1.4305	X10CrNiS 18 9	X8CrNiS18-9	1.7006	46 Cr 2	46Cr2	1.8930	WStE 380	P380NH
1.0535	C 55	C55	1.4306	X2CrNi 19 11	X2CrNi19-11	1.7016	17 Cr 3	17Cr3	1.8932	WStE 420	P420NH
1.0539	StE 355N	S355NH	1.4310	X12CrNi 17 7	X10CrNi18-8	1.7023	38 CrS 2	38CrS2	1.8935	WStE 460	P460NH
1.0540	C 50	C50	1.4311	X2CrNiN 18 10	X2CrNiN18-10	1.7025	46 CrS 2	46CrS2	1.8937	TStE 500	P500NH
1.0547	St 52 -3U	S355J0H	1.4313	X4CrNi 13 4	X3CrNiMo13-4	1.7030	28 Cr 4	28Cr4	1.8972	StE 415.7	L415NB
1.0582	StE 360.7	L360NB	1.4318	X2CrNiN 18 7	X2CrNiN18-7	1.7033	34 Cr 4	34Cr4	1.8973	StE 415.7 TM	L415MB
1.0601	C 60	C60	1.4335	X1CrNi 25 21	X1CrNi25-21	1.7034	37 Cr 4	37Cr4	1.8975	StE 445.7 TM	L450MB
1.0710	15 S 10	-	1.4361	X1CrNiSi 18 15	X1CrNiSi18-15-4	1.7035	41 Cr 4	41Cr4	1.8977	StE 480.7 TM	L485MB
1.0715	9 SMn 28	11SMn30	1.4362	X2CrNiN 23 4	X2CrNiN23-4	1.7036	28 CrS 4	28CrS4	1.8978	StE 550.7 TM	L555MB
1.0718	9 SMnPb 28	11SMnPb30	1.4401	X5CrNiMo 17 12 2	X5CrNiMo17-12-2	1.7037	34 CrS 4	34CrS4			
1.0721	10 S 20	10S20	1.4404	X2CrNiMo 17 13 2	X2CrNiMo17-13-2	1.7038	37 CrS 4	37CrS4			
1.0722	10 S Pb 20	10SPb20	1.4410	X10CrNiMo 18 9	X2CrNiMoN25-7-4	1.7039	41 CrS 4	41CrS4			
1.0726	35 S 20	35S20	1.4418	X4CrNiMo 16 5-1	X4CrNiMo16-5-1	1.7131	16 MnCr 5	16MnCr5			
1.0727	45 S 20	46S20	1.4435	X2CrNiMo 18 14 3	X2CrNiMo18-14-3	1.7139	16 MnCrS 5	16MnCrS5			

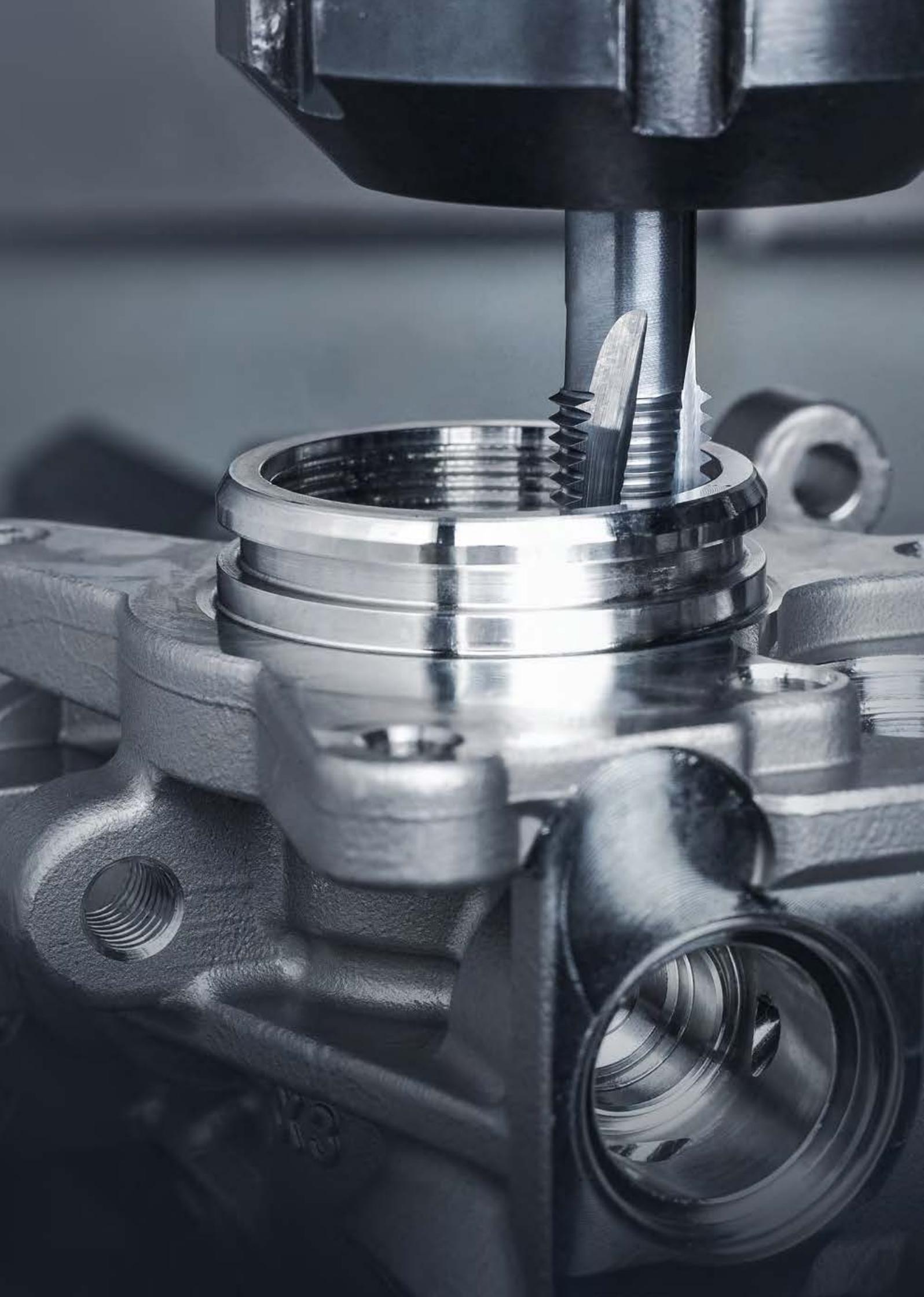


Gewinde- werkzeuge

GÜHRING

Seite

109	Kernloch- und Bohrdurchmesser
112	DIN-Hauptmerkmale
115	Normen-Vergleich
116	Merkmale der verschiedenen Gewindearten
118	Grundlagen Gewindebohren
118	Begriffe und Winkel, Zentrierungen und Spannutarten
119	Anschnittformen - Auswahl und Anwendung
121	Toleranzfelder
122	Gewindebohrer für Metrische ISO-Gewinde
123	Anwendungsbeispiele
124	Oberflächenbehandlung und Beschichtungen für Gewindewerkzeuge
126	Anwendungsempfehlungen der Gühring-Schichten
127	Troubleshooting
129	Grundlagen Gewindeformen
129	Gewindeherstellung durch Druckverformung
130	Gühring „Profile“ Gewindeformer
131	Begriffe und Winkel, Zentrierungen und Gewindepassungen
132	Durchmessereinfluss der Vorbohrung
133	Schmierung für das Gewindeformen
134	Troubleshooting
135	Grundlagen Gewindefräsen
135	Vorteile
136	Die Gühring Fräsertypen
137	Unterschied zwischen Gewindebohrer/-former und Gewindefräser
138	Wir unterscheiden grundsätzlich 2 Fräsprozesse
139	Modifikationen bei Gewindefräsern
140	Programmierung beim Gewindefräsen
142	Auswahl des richtigen Spannfutters
143	Der Gewindefräser im praktischen Einsatz
144	Anwendungsbeispiel
151	Schnittwertempfehlungen
152	Troubleshooting
153	Bearbeitung Gewindefräser
154	Sondergewindefräser
155	Nachschleifen und Nachbeschichten





Kernlochdurchmesser für das Gewindeschneiden und Gewindefräsen

Metrische ISO-Regelgewinde DIN 13					Metrische ISO-Feingewinde DIN 13					UNC-Gewinde ASME B.1.1								
Nenn- Ø	Steig- ung P mm	Kern- loch- (Bohr-)Ø DIN 336 mm	Kern-Ø Innengewinde 6H*		Nenn- Ø	Steig- ung P mm	Kern- loch- (Bohr-)Ø DIN 336 mm	Kern-Ø Innengewinde 6H		Nenn- Ø	Gang pro inch	Kern- loch- (Bohr-)Ø DIN 336 mm	Kern-Ø Innengewinde 2B					
			min. mm	max. mm				min. mm	max. mm				min. mm	max. mm				
M 1	0,25	0,75	0,729	0,785	M 2,5 x 0,35		2,15	2,121	2,221	M 22 x 1,50		20,50	20,376	20,676	Nr. 1 - 64	1,55	1,425	1,580
M 1,1	0,25	0,85	0,829	0,885	M 3,0 x 0,35		2,65	2,621	2,721	M 22 x 2,00		20,00	19,835	20,210	Nr. 2 - 56	1,85	1,694	1,872
M 1,2	0,25	0,95	0,929	0,985	M 3,5 x 0,35		3,15	3,121	3,221	M 24 x 1,00		23,00	22,917	23,153	Nr. 3 - 48	2,10	1,941	2,146
M 1,4	0,30	1,10	1,075	1,142	M 4,0 x 0,50		3,50	3,459	3,599	M 24 x 1,50		22,50	22,376	22,676	Nr. 4 - 40	2,35	2,157	2,385
M 1,6	0,35	1,25	1,221	1,321	M 4,5 x 0,50		4,00	3,959	4,099	M 24 x 2,00		22,00	21,835	22,210	Nr. 5 - 40	2,65	2,487	2,698
M 1,8	0,35	1,45	1,421	1,521	M 5,0 x 0,50		4,50	4,459	4,599	M 25 x 1,00		24,00	23,917	24,153	Nr. 6 - 32	2,85	2,642	2,896
M 2	0,40	1,60	1,567	1,679	M 5,5 x 0,50		5,00	4,959	5,099	M 25 x 1,50		23,50	23,376	23,676	Nr. 8 - 32	3,50	3,302	3,531
M 2,2	0,45	1,75	1,713	1,838	M 6,0 x 0,75		5,20	5,188	5,378	M 25 x 2,00		23,00	22,835	23,210	Nr. 10 - 24	3,90	3,683	3,937
M 2,5	0,45	2,05	2,013	2,138	M 7,0 x 0,75		6,20	6,188	6,378	M 27 x 1,00		26,00	25,917	26,153	Nr. 12 - 24	4,50	4,343	4,597
M 3	0,50	2,50	2,459	2,599	M 8,0 x 0,50		7,50	7,459	7,599	M 27 x 1,50		25,50	25,376	25,676	$\frac{1}{4}$ - 20	5,10	4,978	5,258
M 3,5	0,60	2,90	2,850	3,010	M 8,0 x 0,75		7,20	7,188	7,378	M 27 x 2,00		25,00	24,835	25,210	$\frac{5}{16}$ - 18	6,60	6,401	6,731
M 4	0,70	3,30	3,242	3,422	M 8,0 x 1,00		7,00	6,917	7,153	M 28 x 1,00		27,00	26,917	27,153	$\frac{3}{8}$ - 16	8,00	7,798	8,153
M 4,5	0,75	3,70	3,688	3,878	M 9,0 x 0,75		8,20	8,188	8,378	M 28 x 1,50		26,50	26,376	26,676	$\frac{7}{16}$ - 14	9,40	9,144	9,550
M 5	0,80	4,20	4,134	4,334	M 9,0 x 1,00		8,00	7,917	8,153	M 28 x 2,00		26,00	25,835	26,210	$\frac{1}{2}$ - 13	10,80	10,592	11,024
M 6	1,00	5,00	4,917	5,153	M 10 x 0,75		9,20	9,188	9,378	M 30 x 1,00		29,00	28,917	29,153	$\frac{9}{16}$ - 12	12,20	11,989	12,446
M 7	1,00	6,00	5,917	6,153	M 10 x 1,00		9,00	8,917	9,153	M 30 x 1,50		28,50	28,376	28,676	$\frac{5}{8}$ - 11	13,50	13,386	13,868
M 8	1,25	6,80	6,647	6,912	M 10 x 1,25		8,80	8,647	8,912	M 30 x 2,00		28,00	27,835	28,210	$\frac{3}{4}$ - 10	16,50	16,307	16,840
M 9	1,25	7,80	7,647	7,912	M 11 x 0,75		10,20	10,188	10,378	M 30 x 3,00		27,00	26,752	27,252	$\frac{7}{8}$ - 9	19,50	19,177	19,761
M 10	1,50	8,50	8,376	8,676	M 11 x 1,00		10,00	9,917	10,153	M 32 x 1,50		30,50	30,376	30,676	1 - 8	22,25	21,971	22,606
M 11	1,50	9,50	9,376	9,676	M 12 x 1,00		11,00	10,917	11,153	M 32 x 2,00		30,00	29,835	30,210	1 $\frac{1}{8}$ - 7	25,00	24,638	25,349
M 12	1,75	10,20	10,106	10,441	M 12 x 1,25		10,80	10,647	10,912	M 33 x 1,50		31,50	31,376	31,676	1 $\frac{1}{4}$ - 7	28,00	27,813	28,524
M 14	2,00	12,00	11,835	12,210	M 12 x 1,50		10,50	10,376	10,676	M 33 x 2,00		31,00	30,835	31,210	1 $\frac{3}{8}$ - 6	30,75	30,353	31,115
M 16	2,00	14,00	13,835	14,210	M 14 x 1,00		13,00	12,917	13,153	M 33 x 3,00		30,00	29,752	30,252	1 $\frac{1}{2}$ - 6	34,00	33,528	34,290
M 18	2,50	15,50	15,294	15,744	M 14 x 1,25		12,80	12,647	12,912	M 35 x 1,50		33,50	33,376	33,676	1 $\frac{3}{4}$ - 5	39,50	38,938	39,802
M 20	2,50	17,50	17,294	17,744	M 14 x 1,50		12,50	12,376	12,676	M 36 x 1,50		34,50	34,376	34,676	2 - 4,5	45,00	44,679	45,593
M 22	2,50	19,50	19,294	19,744	M 15 x 1,00		14,00	13,917	14,153									
M 24	3,00	21,00	20,752	21,252	M 15 x 1,50		13,50	13,376	13,676									
M 27	3,00	24,00	23,752	24,252	M 16 x 1,00		15,00	14,917	15,153									
M 30	3,50	26,50	26,211	26,771	M 16 x 1,25		14,80	14,647	14,912									
M 33	3,50	29,50	29,211	29,771	M 16 x 1,50		14,50	14,376	14,676									
M 36	4,00	32,00	31,670	32,270	M 17 x 1,00		16,00	15,917	16,153									
M 39	4,00	35,00	34,670	35,270	M 17 x 1,50		15,50	15,376	15,676									
M 42	4,50	37,50	37,129	37,799	M 18 x 1,00		17,00	16,917	17,153									
M 45	4,50	40,50	40,129	40,799	M 18 x 1,50		16,50	16,376	16,676									
M 48	5,00	43,00	42,587	43,297	M 20 x 1,00		19,00	18,917	19,153									
M 52	5,00	47,00	46,587	47,297	M 20 x 1,50		18,50	18,376	18,676									
M 56	5,50	50,50	50,046	50,796	M 20 x 2,00		18,00	17,835	18,210									
					M 22 x 1,00		21,00	20,917	21,153									

* M 1,1 bis M 1,4 Kern-Ø Innengewinde 5H

MJ-Gewinde DIN ISO 5855					
Nenn- Ø	x	Steig- ung P mm	Kern- loch- (Bohr-)Ø mm	Kern-Ø Innengewinde 5H*	
				min. mm	max. mm
MJ 3	x	0,50	2,60	2,513	2,653
MJ 4	x	0,70	3,40	3,318	3,498
MJ 5	x	0,80	4,30	4,221	4,421
MJ 6	x	0,50	5,55	5,513	5,625
MJ 6	x	0,75	5,35	5,269	5,419
MJ 6	x	1,00	5,10	5,026	5,216
MJ 8	x	0,50	7,55	7,513	7,625
MJ 8	x	0,75	7,35	7,269	7,419
MJ 8	x	1,00	7,10	7,026	7,216
MJ 8	x	1,25	6,90	6,782	6,994
MJ 10	x	1,00	9,10	9,026	9,216
MJ 10	x	1,25	8,90	8,782	8,994
MJ 10	x	1,50	8,60	8,539	8,775
MJ 12	x	1,75	10,40	10,295	10,560
MJ 16	x	2,00	14,20	14,051	14,351

* MJ 3 x 0,50 bis MJ 5 x 0,80 Kern-Ø Innengewinde 6H

UNJC-Gewinde ISO 3161				
Nenn- Ø	Gang pro inch	Kern- loch- (Bohr-)Ø mm	Kern-Ø Innengewinde 3B	
			min. mm	max. mm
Nr. 6	- 32	2,85	2,733	2,939
Nr. 8	- 32	3,55	3,393	3,599
Nr. 10	- 24	4,00	3,795	4,064
Nr. 12	- 24	4,60	4,455	4,704
$\frac{1}{4}$	- 20	5,30	5,113	5,387
$\frac{5}{16}$	- 18	6,75	6,563	6,833
$\frac{3}{8}$	- 16	8,20	7,978	8,255
$\frac{7}{16}$	- 14	9,60	9,346	9,639
$\frac{1}{2}$	- 13	11,00	10,798	11,095
$\frac{9}{16}$	- 12	12,40	12,228	12,482
$\frac{5}{8}$	- 11	13,80	13,627	13,904

UNJF-Gewinde ISO 3161				
Nenn- Ø	Gang pro inch	Kern- loch- (Bohr-)Ø mm	Kern-Ø Innengewinde 3B	
			min. mm	max. mm
Nr. 6	- 40	3,00	2,888	3,053
Nr. 8	- 36	3,60	3,480	3,663
Nr. 10	- 32	4,20	4,054	4,255
Nr. 12	- 28	4,75	4,602	4,816
$\frac{1}{4}$	- 28	5,60	5,466	5,662
$\frac{5}{16}$	- 24	7,00	6,906	7,109
$\frac{3}{8}$	- 24	8,60	8,494	8,679
$\frac{7}{16}$	- 20	10,00	9,876	10,084
$\frac{1}{2}$	- 20	11,60	11,463	11,661
$\frac{9}{16}$	- 18	13,00	12,913	13,122
$\frac{5}{8}$	- 18	14,60	14,501	14,702



Kernlochdrehmesser für das Gewindeschneiden und Gewindefräsen

UNF-Gewinde ASME B1.1					BSW-(Whitworth)-Gewinde BS84					(Whitworth-) Rohrgewinde (nach DIN-ISO 228-1)					Stahlpanzerrohr-Gewinde nach DIN 40430				
Nenn- Ø	Gang pro inch	Kern- loch- (Bohr-)Ø DIN 336 mm	Kern-Ø Innengewinde 2B		Nenn- Ø	Gang pro inch	Kern- loch- (Bohr-)Ø mm	Kern-Ø Innengewinde		Nenn- Ø	Gang pro inch	Kern- loch- (Bohr-)Ø DIN 336 mm	Kern-Ø Innengewinde		Nenn- Ø	Gang pro inch	Kern- loch- (Bohr-)Ø mm	Kern-Ø Innengewinde	
			min. mm	max. mm				min. mm	max. mm				min. mm	max. mm				min. mm	max. mm
Nr. 1 - 72	1,55		1,473	1,610	W 1/16	60	1,20	1,045	1,230	G 1/16	28	6,80	6,561	6,843	Pg 7	20	11,40	11,280	11,430
Nr. 2 - 64	1,85		1,755	1,910	W 3/32	48	1,80	1,704	1,912	G 1/8	28	8,80	8,566	8,848	Pg 9	18	14,00	13,860	14,010
Nr. 3 - 56	2,15		2,024	2,197	W 1/8	40	2,50	2,362	2,591	G 1/4	19	11,80	11,445	11,890	Pg 11	18	17,30	17,260	17,410
Nr. 4 - 48	2,40		2,271	2,459	W 5/32	32	3,20	2,952	3,214	G 3/8	19	15,25	14,950	15,395	Pg 13,5	18	19,00	19,060	19,210
Nr. 5 - 44	2,70		2,550	2,741	W 3/16	24	3,60	3,407	3,745	G 1/2	14	19,00	18,631	19,172	Pg 16	18	21,30	21,160	21,310
Nr. 6 - 40	2,95		2,819	3,023	W 7/32	24	4,50	4,201	4,539	G 5/8	14	21,00	20,587	21,128	Pg 21	16	26,90	26,780	27,030
Nr. 8 - 36	3,50		3,404	3,607	W 1/4	20	5,10	4,724	5,156	G 3/4	14	24,50	24,117	24,658	Pg 29	16	35,50	35,480	35,730
Nr. 10 - 32	4,10		3,962	4,166	W 5/16	18	6,50	6,130	6,590	G 7/8	14	28,25	27,877	28,418	Pg 36	16	45,50	45,480	45,730
Nr. 12 - 28	4,60		4,496	4,724	W 3/8	16	7,90	7,492	7,987	G 1	11	30,75	30,291	30,931	Pg 42	16	52,50	52,480	52,730
1/4 - 28	5,50		5,359	5,588	W 7/16	14	9,20	8,789	9,330	G 1 1/8	11	35,50	34,939	35,579	Pg 48	16	57,80	57,780	58,030
5/16 - 24	6,90		6,782	7,036	W 1/2	12	10,50	9,989	10,591	G 1 1/4	11	39,50	38,952	39,592					
3/8 - 24	8,50		8,382	8,636	W 9/16	12	12,00	11,577	12,179	G 1 1/2	11	45,25	44,845	45,485					
7/16 - 20	9,90		9,728	10,033	W 5/8	11	13,50	12,918	13,558	G 1 3/4	11	51,00	50,788	51,428					
1/2 - 20	11,50		11,328	11,608	W 3/4	10	16,25	15,797	16,483	G 2	11	57,00	56,656	57,296					
9/16 - 18	12,90		12,751	13,081	W 7/8	9	19,25	18,611	19,353										
5/8 - 18	14,50		14,351	14,681	W 1	8	22,00	21,334	22,147										
3/4 - 16	17,50		17,323	17,678	W 1 1/8	7	24,50	23,928	24,832										
7/8 - 14	20,40		20,269	20,650	W 1 1/4	7	27,75	27,103	28,007										
1 - 12	23,25		23,114	23,571	W 1 3/8	6	30,50	29,504	30,528										
1 1/8 - 12	26,50		26,289	26,746	W 1 1/2	6	33,50	32,679	33,703										
1 1/4 - 12	29,50		29,464	29,921	W 1 5/8	5	35,50	34,769	35,963										
1 3/8 - 12	32,75		32,639	33,096	W 1 3/4	5	39,00	37,944	39,138										
1 1/2 - 12	36,00		35,814	36,271	W 2	4,5	44,50	43,571	44,877										

NPT ANSI B 2.1 Amerik. kegeliges Rohrgewinde Kegel 1:16

Ausführung A (möglichst vermeiden)		Ausführung B		Nenn- Ø	Gang pro inch	Kernloch-Ø zylindr. (A) d ₁	Kernloch-Ø konisch (B) D ₁	Einschneidtiefe ET mm	Bohrtiefe BT (min) mm
				1/8 - 27	8,40	8,74	9,32	10,8	
				1/4 - 18	11,10	11,36	13,52	15,6	
				3/8 - 18	14,30	14,80	13,83	16,0	
				1/2 - 14	17,90	18,32	18,07	20,8	
				3/4 - 14	23,30	23,67	18,55	21,3	
				1 - 11,5	29,00	29,69	22,29	25,6	
				1 1/4 - 11,5	37,70	38,45	22,80	26,1	
				1 1/2 - 11,5	43,70	44,52	22,80	26,1	
				2 - 11,5	55,60	56,56	23,20	26,5	
				2 1/2 - 8	66,30	67,62	31,75	36,3	
				3 - 8	82,30	83,52	33,74	38,5	

EG-Gewinde Metr./Metr. Fein (EG M 14 x 1,25) für Gewindedrahteinsätze DIN 8140				
Nenn- Ø	x Steig- ung P	Kern- loch- (Bohr-)Ø mm	Kern-Ø Innengewinde	
			min. mm	max. mm
EG M 4	0,70	4,20	4,152	4,292
EG M 5	0,80	5,25	5,174	5,334
EG M 6	1,00	6,30	6,217	6,407
EG M 8	1,25	8,40	8,271	8,483
EG M10	1,50	10,50	10,324	10,560
EG M12	1,75	12,50	12,379	12,644
EG M14 x 1,25		14,40	14,271	14,483
EG M16	2,00	16,50	16,433	16,733

EG UNC (UNC-STI) Gewinde für Gewindedrahteinsätze ASME B18.29.1				
Nenn- Ø	Gang pro inch	Kern- loch- (Bohr-)Ø mm	Kern-Ø Innengewinde	
			min. mm	max. mm
EG Nr. 6 - 32		3,80	3,678	3,879
EG Nr. 8 - 32		4,40	4,338	4,524
EG Nr. 10 - 24		5,20	5,055	5,283
EG Nr. 12 - 24		5,80	5,715	5,944
EG 1/4 - 20		6,70	6,624	6,868
EG 5/16 - 18		8,40	8,242	8,489
EG 3/8 - 16		10,00	9,868	10,127
EG 7/16 - 14		11,60	11,506	11,783
EG 1/2 - 13		13,30	13,122	13,393
EG 9/16 - 12		14,90	14,747	15,032
EG 5/8 - 11		16,50	16,375	16,673

EG UNF (UNF-STI) Gewinde für Gewindedrahteinsätze ASME B18.29.1				
Nenn- Ø	Gang pro inch	Kern- loch- (Bohr-)Ø mm	Kern-Ø Innengewinde	
			min. mm	max. mm
EG Nr. 6 - 40		3,70	3,644	3,818
EG Nr. 8 - 36		4,40	4,321	4,498
EG Nr. 10 - 32		5,10	4,999	5,184
EG Nr. 12 - 28		5,70	5,682	5,809
EG 1/4 - 28		6,60	6,546	6,721
EG 5/16 - 24		8,25	8,166	8,352
EG 3/8 - 24		9,80	9,754	9,931
EG 7/16 - 20		11,50	11,389	11,585
EG 1/2 - 20		13,10	12,974	13,172
EG 9/16 - 18		14,70	14,592	14,798
EG 5/8 - 18		16,25	16,180	16,386



Empfohlene Bohrdurchmesser für das Gewindeformen

Metrische ISO-Gewinde DIN 13						
Nenn- Ø	Steig- ung p	Bohr- Ø	Bohr-Ø		Kern-Ø Innengewinde 7H*	
			min. mm	max. mm	min. mm	max. mm
M1	0,25	0,90	0,89	0,92	0,729	0,819
M1,2	0,25	1,10	1,09	1,12	0,929	1,019
M1,4	0,30	1,28	1,27	1,30	1,075	1,181
M1,6	0,35	1,46	1,45	1,48	1,221	1,346
M1,7	0,35	1,56	1,55	1,58	1,321	1,446
M1,8	0,35	1,66	1,65	1,68	1,421	1,546
M 2	0,40	1,85	1,84	1,88	1,567	1,679
M 2,2	0,45	2,00	2,01	2,05	1,713	1,838
M 2,5	0,45	2,30	2,28	2,32	2,013	2,138
M 3	0,50	2,80	2,78	2,85	2,459	2,639
M 3,5	0,60	3,25	3,23	3,30	2,850	3,050
M 4	0,70	3,70	3,68	3,76	3,242	3,466
M 4,5	0,75	4,20				
M 5	0,80	4,65	4,62	4,71	4,134	4,384
M 6	1,00	5,55	5,52	5,62	4,917	5,217
M 7	1,00	6,55	6,52	6,62	5,917	6,217
M 8	1,25	7,40	7,36	7,47	6,647	6,982
M 9	1,25	8,40	8,36	8,47	7,647	7,982
M 10	1,50	9,30	9,26	9,38	8,376	8,751
M 11	1,50	10,30	10,26	10,38	9,376	9,751
M 12	1,75	11,20	11,15	11,29	10,106	10,531
M 14	2,00	13,10	13,05	13,20	11,835	12,310
M 16	2,00	15,10	15,05	15,20	13,835	14,310
M 18	2,50	16,90	16,83	17,02	15,294	15,854
M 20	2,50	18,90	18,83	19,02	17,294	17,854
M 22	2,50	20,90	20,83	21,02	19,294	19,854
M 24	3,00	22,70	22,62	22,80	20,752	21,382
M 27	3,00	25,70	25,62	25,80	23,752	24,382
M 30	3,50	28,50	28,40	28,60	26,211	26,921
M 33	3,50	31,50	31,40	31,60	29,211	29,921
M 36	4,00	34,30	34,17	34,40	31,670	32,420
M 39	4,00	37,30	37,17	37,40	34,670	35,420
M 42	4,50	40,10	39,95	40,20	37,129	37,979

* M 2 bis M 2,5 Kern-Ø Innengewinde 6H

Metrische ISO-Feingewinde DIN 13													
Nenn-x Ø	Steig- ung p	Bohr- Ø	Bohr-Ø		Kern-Ø Innengewinde 7H*		Nenn-x Ø	Steig- ung p	Bohr- Ø	Bohr-Ø		Kern-Ø Innengewinde 7H*	
			min. mm	max. mm	min. mm	max. mm				min. mm	max. mm	min. mm	max. mm
M 2,5 x 0,35		2,35	2,35	2,38	2,121	2,221	M 17 x 1,50		16,30	16,26	16,38	15,376	15,751
M 3 x 0,35		2,85	2,85	2,88	2,621	2,721	M 18 x 1,00		17,55	17,52	17,62	16,917	17,217
M 4 x 0,35		3,85	3,85	3,88	3,621	3,721	M 18 x 1,50		17,30	17,26	17,38	16,376	16,751
M 4 x 0,50		3,80	3,78	3,83	3,459	3,639	M 18 x 2,00		17,10	17,05	17,20	15,835	16,310
M 5 x 0,50		4,80	4,78	4,83	4,459	4,639	M 20 x 1,00		19,55	19,52	19,62	18,917	19,217
M 5,5 x 0,50		5,30	5,28	5,33	4,959	5,139	M 20 x 1,50		19,30	19,26	19,38	18,376	19,751
M 6 x 0,75		5,65	5,62	5,70	5,188	5,424	M 24 x 1,00		23,55	23,52	23,62	22,917	23,217
M 7 x 0,75		6,65	6,62	6,70	6,188	6,424	M 24 x 1,50		23,30	23,26	23,38	22,376	22,751
M 8 x 0,75		7,65	7,62	7,70	7,188	7,424	M 24 x 2,00		23,10	23,05	23,20	21,835	22,310
M 8 x 1,00		7,55	7,52	7,62	6,917	7,217	M 27 x 1,50		26,30	26,26	26,38	25,376	25,751
M 9 x 0,75		8,65	8,62	8,70	8,188	8,424	M 30 x 1,50		29,30	29,26	29,38	28,376	28,751
M 9 x 1,00		8,55	8,52	8,62	7,917	8,217	M 33 x 1,50		32,30	32,26	32,38	31,376	31,751
M 10 x 0,75		9,65	9,62	9,70	9,188	9,424	M 36 x 1,50		35,30	35,26	35,38	34,376	34,751
M 10 x 1,00		9,55	9,52	9,62	8,917	9,217	M 39 x 1,50		38,30	38,26	38,38	37,376	37,751
M 10 x 1,25		9,40	9,36	9,47	8,647	8,982	M 42 x 1,50		41,30	41,26	41,38	42,376	42,751
M 11 x 0,75		10,65	10,62	10,70	10,188	10,424							
M 11 x 1,00		10,55	10,52	10,62	9,917	10,217							
M 12 x 1,00		11,55	11,52	11,62	10,917	11,217							
M 12 x 1,25		11,40	11,36	11,47	10,647	10,982							
M 12 x 1,50		11,30	11,26	11,38	10,376	10,751							
M 14 x 1,00		13,55	13,52	13,62	12,917	13,217							
M 14 x 1,25		13,40	13,36	13,47	12,647	12,982							
M 14 x 1,50		13,30	13,26	13,38	12,376	12,751							
M 15 x 1,00		14,55	14,52	14,62	13,917	14,217							
M 15 x 1,50		14,30	14,26	14,38	13,376	13,751							
M 16 x 1,00		15,55	15,52	15,62	14,917	15,217							
M 16 x 1,50		15,30	15,26	15,38	14,376	14,751							
M 17 x 1,00		16,55	16,52	16,62	15,917	16,217							

* M 2,5 x 0,35 bis M 4 x 0,35 Kern-Ø Innengewinde 6H

Kerndurchmesser-Toleranzfeld beim Gewindeformen (nach DIN 13, Teil 50)

Aus Festigkeitsgründen ist es nicht erforderlich, die Kerndurchmessertoleranzen der Toleranzklasse 6H einzuhalten; die Toleranzklasse 7H genügt dem Anspruch, dass die Flankenüberdeckung von Außen- und Innengewinde 0,32 x P nicht unterschreiten soll. Außerdem haben geformte Gewinde wegen des nicht unterbrochenen Faserverlaufs und der erfolgten Kaltverfestigung im Regelfall eine höhere Festigkeit als geschnittene Gewinde.

UNC-Gewinde ASME B1.1						
Nenn- Ø	Gang	Bohr- Ø	Bohr-Ø		Kern-Ø Innengewinde 2B	
			pro inch	min. mm	max. mm	min. mm
Nr. 1 - 64		1,68	1,67	1,70	1,425	1,580
Nr. 2 - 56		1,98	1,97	2,01	1,694	1,872
Nr. 3 - 48		2,28	2,27	2,32	1,941	2,146
Nr. 4 - 40		2,55	2,54	2,59	2,157	2,385
Nr. 5 - 40		2,90	2,89	2,94	2,487	2,698
Nr. 6 - 32		3,15	3,14	3,19	2,642	2,896
Nr. 8 - 32		3,80	3,78	3,82	3,302	3,531
Nr. 10 - 24		4,35	4,33	4,39	3,683	3,937
Nr. 12 - 24		5,00	4,97	5,03	4,343	4,597
1/4 - 20		5,75	5,72	5,80	4,978	5,258
5/16 - 18		7,30	7,26	7,37	6,401	6,731
3/8 - 16		8,80	8,77	8,88	7,798	8,153
7/16 - 14		10,30	10,27	10,37	9,144	9,550
1/2 - 12		11,80	11,77	11,88	10,592	11,024
9/16 - 12		13,30	13,28	13,39	11,989	12,446
5/8 - 11		14,80	14,78	14,90	13,386	13,868
3/4 - 10		17,90	17,85	17,97	16,307	16,840
7/8 - 9		21,00	20,95	21,10	19,177	19,761
1 - 8		24,00	23,95	24,12	21,971	22,606

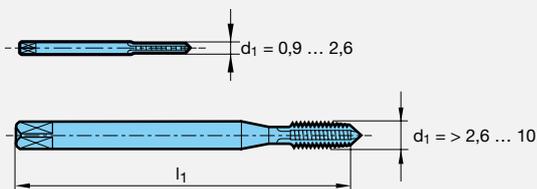
UNF-Gewinde ASME B1.1						
Nenn- Ø	Gang	Bohr- Ø	Bohr-Ø		Kern-Ø Innengewinde 2B	
			pro inch	min. mm	max. mm	min. mm
Nr. 1 - 72		1,70	1,69	1,72	1,473	1,610
Nr. 2 - 64		2,00	1,99	2,03	1,755	1,910
Nr. 3 - 56		2,30	2,29	2,34	2,024	2,197
Nr. 4 - 48		2,60	2,59	2,63	2,271	2,459
Nr. 5 - 44		2,90	2,89	2,93	2,550	2,741
Nr. 6 - 40		3,20	3,19	3,24	2,819	3,023
Nr. 8 - 36		3,85	3,83	3,88	3,404	3,607
Nr. 10 - 32		4,45	4,43	4,49	3,962	4,166
Nr. 12 - 28		5,10	5,07	5,13	4,496	4,724
1/4 - 28		5,95	5,92	5,99	5,359	5,588
5/16 - 24		7,45	7,42	7,50	6,782	7,036
3/8 - 24		9,05	9,02	9,10	8,382	8,682
7/16 - 20		10,55	10,48	10,58	9,728	10,033
1/2 - 20		12,10	12,08	12,18	11,328	11,608
9/16 - 18		13,65	13,61	13,72	12,751	13,081
5/8 - 18		15,25	15,21	15,32	14,351	14,681
3/4 - 16		18,35	18,30	18,41	17,323	17,678
7/8 - 14		21,40	21,35	21,49	20,269	20,650
1 - 12		24,45	24,40	24,54	23,114	23,571

(Whitworth-) Rohrgewinde G DIN EN ISO 228-1						
Nenn- Ø	Gang	Bohr- Ø	Bohr-Ø		Kern-Ø Innengewinde	
			pro inch	min. mm	max. mm	min. mm
G 1/16 28		7,30	7,28	7,35	6,561	6,843
G 1/8 28		9,30	9,28	9,35	8,566	8,848
G 1/4 19		12,50	12,48	12,55	11,445	11,890
G 3/8 19		16,00	15,98	16,05	14,950	15,395
G 1/2 14		20,00	19,98	20,12	18,631	19,172
G 5/8 14		22,00	21,98	22,12	20,587	21,128
G 3/4 14		25,50	25,48	25,62	24,117	24,658
G 7/8 14		29,25	29,23	29,37	27,877	28,418
G 1 11		32,00	31,98	32,15	30,291	30,931
G 1 1/4 11		40,75	40,70	40,85	38,952	39,592

Merkmale der einzelnen Normen

DIN 371

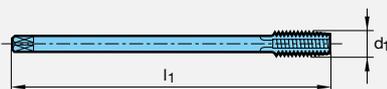
im Generalplan DIN 2184-1



Norm für Maschinen-Gewindebohrer für Metrisches ISO-Regelgewinde und Metrisches ISO-Feingewinde mit verstärktem Schaft. Lange Ausführung. Schaftausführung entspr. nebenstehender Durchmesserbereiche (mm).

DIN 376

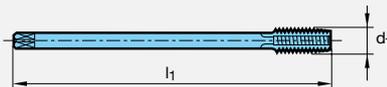
im Generalplan DIN 2184-1



Norm für Maschinen-Gewindebohrer für Metrisches ISO-Regelgewinde mit abgesetztem Schaft (Überlaufbohrer). Lange Ausführung. Durchmesserbereich $d_1 = 1,6 \dots 68$ mm ($\leq \text{Ø } M3$, Schaftausführung ohne Vierkant)

DIN 374

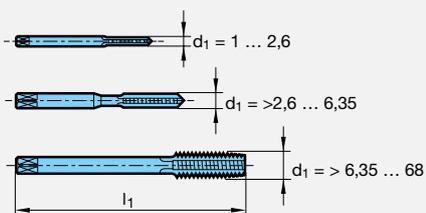
im Generalplan DIN 2184-1



Norm für Maschinen-Gewindebohrer für Metrisches ISO-Feingewinde mit abgesetztem Schaft (Überlaufbohrer). Lange Ausführung. Durchmesserbereich $d_1 = 3 \dots 52$ mm

DIN 352

im Generalplan DIN 2184-2

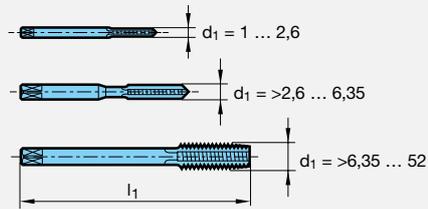


Norm für Hand- und Maschinen-Gewindebohrer für Metrisches ISO-Regelgewinde. Kurze Ausführung. Schaftausführung entspr. nebenstehender Durchmesserbereiche (mm).

Merkmale der einzelnen Normen

DIN 2181

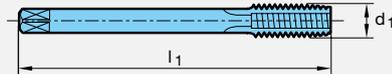
im Generalplan DIN 2184-2



Norm für Hand- und Maschinen-Gewindebohrer für Metrisches ISO-Feingewinde. Kurze Ausführung. Schaftausführung entspr. nebenstehender Durchmesserbereiche (mm).

DIN 5156

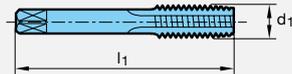
im Generalplan DIN 2184-1



Norm für Maschinen-Gewindebohrer für G-Rohrgewinde nach DIN ISO 228 und für Whitworth-Rohrgewinde nach DIN 2999. Lange Ausführung.
Durchmesserbereiche:
G-Gewinde G 1/16" ... G 4"
Whitworth-Gewinde Rp 1/16" ... Rp 4"

DIN 5157

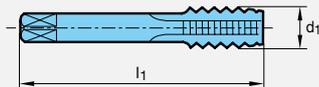
im Generalplan DIN 2184-2



Norm für Maschinen-Gewindebohrer für G-Rohrgewinde nach DIN ISO 228 und für Whitworth-Rohrgewinde nach DIN EN 10 226-1. Kurze Ausführung.
Durchmesserbereiche:
G-Gewinde G 1/16" ... G 4"
Whitworth-Gewinde Rp 1/16" ... Rp 4"

DIN 40 432

im Generalplan DIN 2184-2

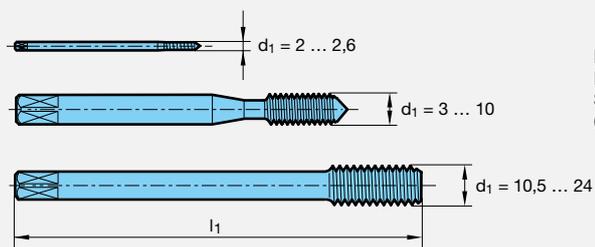


Norm für Maschinen-Gewindebohrer für Stahlpanzerrohr-Gewinde nach DIN 40 430. Kurze Ausführung.
Durchmesserbereich:
Pg 7 (12,5 mm) ... Pg 48 (59,3 mm)
Wird ersetzt durch DIN 374 ISO 3 6G.

Merkmale der einzelnen Normen

DIN 2174

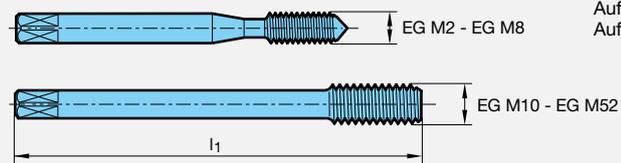
im Generalplan DIN 2184-1



Norm für Gewindeformer für Metrisches ISO-Regelgewinde und Metrisches ISO-Feingewinde. Lange Ausführung. Schaftausführung entspr. nebenstehender Durchmesserbereiche (mm).

DIN 40 435

im Generalplan DIN 2184-1

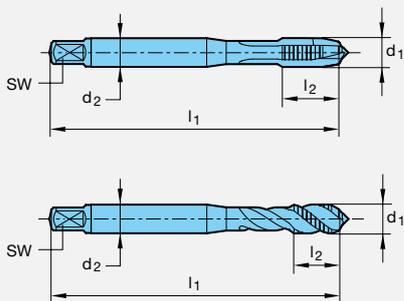


Norm für Maschinengewindebohrer für das Aufnahmegewinde (EG) für Gewindeeinsätze aus Draht für Metrische ISO-Gewinde nach DIN 8140. Aufnahme-Regelgewinde EG M2 bis EG M52 und Aufnahme-Feingewinde EG M8 x 1 bis EG M48 x 3



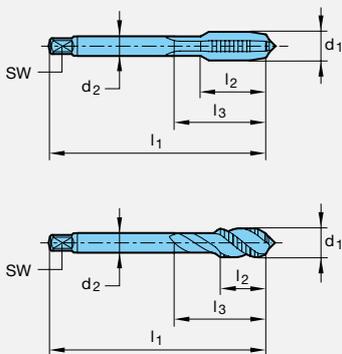
DIN - Internationale Standards

DIN 2184-1
DIN 2184-2

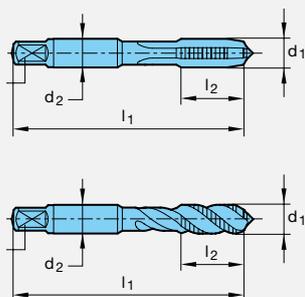


JIS B 4430

Japan Industrial Standard

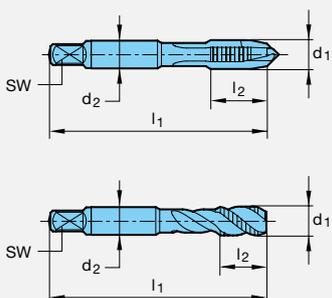


ISO 529



ASME B94.9

The American Society of
Mechanical Engineers



Profilskizze	Norm	Anwendung
M Metrisches ISO-Gewinde 	DIN 13-1	Allgemeines Regelgewinde
UNC Unified Coarse Thread Inch-Gewinde 	ASME B1.1	Allgemeines UN Regelgewinde
UNEF Unified Extra-Fine-Thread Inch-Gewinde 	ASME B1.1	Allgemeines UN Extrafeingewinde
G Zylindrisches Rohrgewinde für nicht im Gewinde dichtende Verbindungen 	DIN EN ISO 228-1	Gewinde für Rohre, Rohrverbindungen und Armaturen
TR Metrisches ISO Trapezgewinde 	DIN 103	Allgemein, Zugspannzangen, Schienenfahrzeuge
W Zylindrisches Whitworth-Gewinde 	DIN 477	Seitenstutzen und Zubehör für Gasflaschenventile
NPT Amerikanisches Inch Standard-Rohrgewinde kegelig mit Dichtmittel 	ANSI/ASME B1.20.1	Gewinderohre und Fittings

Profilskizze	Norm	Anwendung
MF Metrisches ISO-Feingewinde 	DIN 13-2 bis DIN 13-11	Allgemeines Feingewinde
UNF Unified Fine-Thread Inch-Gewinde 	ASME B1.1	Allgemeines UN Feingewinde
UNS Unified Special Thread Inch-Gewinde 	ASME B1.1	Allgemeines UN Spezialgewinde
PG Stahlpanzerrohrgewinde 	DIN 40430	Zylindrisches Rundgewinde
S Metrisches Sägewinde 	DIN 513	Bei Aufnahme von einseitig wirkenden Kräften
W Kegeliges Whitworth-Gewinde 	DIN 477	Einschraubstutzen und Gasflaschenhals für Gasflaschenventile
NPTF Amerikanisches Inch Standard-Rohrgewinde kegelig trocken dichtend 	ANSI B1.20.3	Gewinderohre und Fittings

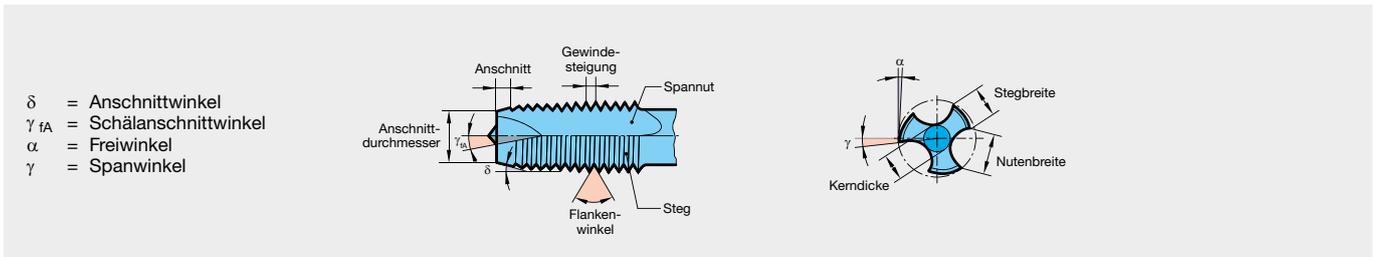
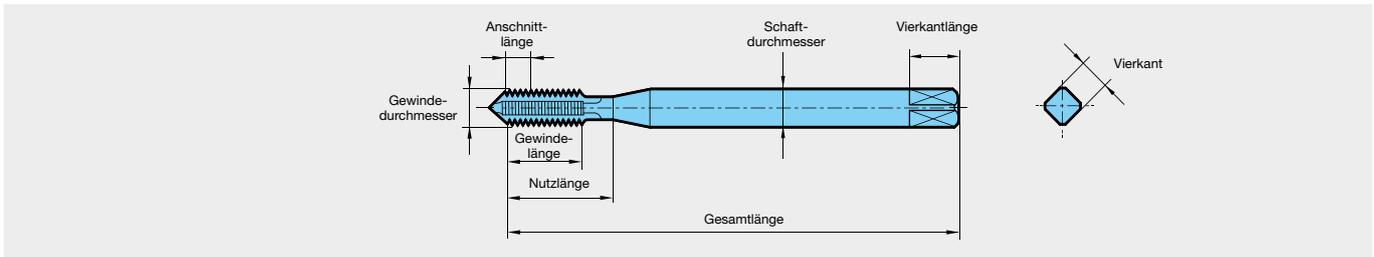


Profilskizze	Norm	Anwendung
BSW Whitworth-Gewinde zylindrisch		
	B.S. 84 British Standard	Gewinde für Rohre, Rohrverbindun- gen und Armaturen
BSP Rohrgewinde zylindrisch (identisch mit G)		
	B.S. 93 British Standard	Gewinde für Rohre, Rohrverbindun- gen und Armaturen
R Whitworth-Rohrgewinde kegeliges Außengewinde		
	DIN EN 10226-1 (basiert auf ISO 7-1) Ersatz für DIN 2999-1	Außengewinde für Gewinderohre und Fittings (für im Gewinde dichtende Verbindungen)
Rc Whitworth-Rohrgewinde kegeliges Innengewinde		
	DIN EN 10226-2 (in Europa kaum verwen- det, austausch- bar mit Rohr- gewinden nach ISO 7-1)	Innengewinde für Gewinderohre und Fittings (für im Gewinde dichtende Verbindungen)
MJ-Gewinde Metrisches Gewinde		
	DIN ISO 5855-1	Für Luft- und Raumfahrt
Vg Ventilgewinde		
	DIN 7756	Ventile für Fahr- zeugbereifungen, Verteilergehäuse
MFS		
	DIN 8141	Festsitz in Aluminium- Gusslegierungen

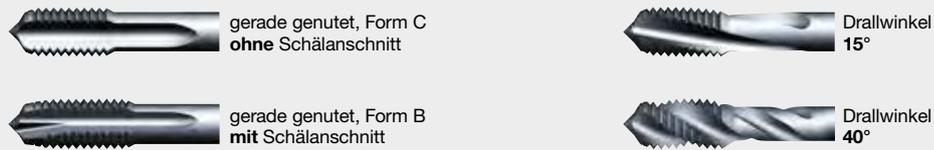
Profilskizze	Norm	Anwendung
BSF Whitworth-Feingewinde zylindrisch		
	B.S. 84 British Standard Fine	Gewinde für Rohre, Rohrver- bindungen und Armaturen
BSPT Rohrgewinde kegelig (identisch mit Rc)		
	B.S. 93 British Standard	Innengewinde für Gewinde- rohre und Fittings
Rp Whitworth-Rohrgewinde zylindrisches Innengewinde		
	DIN EN 10226-1 (basiert auf ISO 7-1) Ersatz für DIN 2999-1	Innengewinde für Gewinde- rohre und Fittings (für im Gewinde dichtende Verbindungen)
RD Zylindrisches Rundgewinde		
	DIN 405	Allgemein, Last- haken, Bergbau, Lebensmittelin- dustrie
UNJ-Gewinde Inch Gewinde		
	ISO 3161	Für Luft- und Raumfahrt
MSG Muttersperrgewinde		
	Werksnorm	Selbsthemmen- des Gewinde, Getriebege- häuse, usw.

- Bolzen
- Mutter
- Spiel

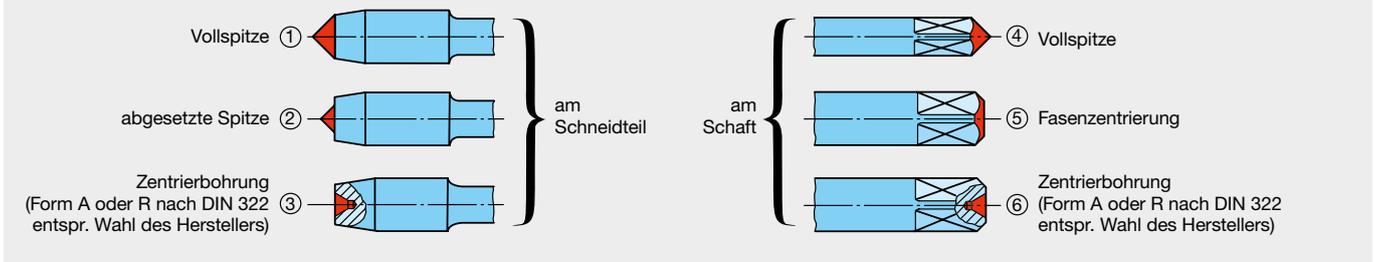
Begriffe und Winkel, Zentrierungen und Spannutenarten nach DIN EN 25967



Spannutenarten



Zentrierungen (Regelfall, nach DIN 2197/DIN 2175)



Gewindedurchmesserbereich mm	Zentrierungsart am Schneidkeil		Zentrierungsart am Schaft
	mit Ansnittform A, C, D, E	mit Ansnittform B	
≤ 4,2	①	①	④⑤⑥
> 4,2 ... 5,6	①②	①	④⑤⑥
> 5,6 ... 10,0	①②③	①②③	④⑤⑥
> 10,0	③	③	⑥

Kühlkanalgeometrien



Anschnittformen - Auswahl und Anwendung

Beim Innengewindeschneiden wird die gesamte Zerspanungsarbeit von den Zähnen des Anschnitts geleistet. Die Entscheidung über die bestgeeignete Anschnittform ist deshalb sehr sorgfältig zu treffen. Davon werden in hohem Maße sowohl die Standzeit des Gewindebohrers als auch die Qualität des Gewindes beeinflusst.

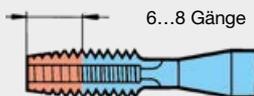
Form und Länge des Anschnitts sind grundsätzlich abhängig von der Art des Kernlochs. Das Durchgangsloch bedarf keiner weiteren Definition. Als Sackloch dagegen werden alle Bohrungen bezeichnet, aus denen beim Gewindeschneiden die Späne entgegen der Vorschubrichtung abgeführt und beim Rücklauf des Gewindebohrers abgeschert werden müssen. Sacklöcher können also sehr wohl auch durchgehende Bohrungen sein.

Die Anschnittlänge bestimmen an und für sich gegensätzliche Überlegungen. Um Überlastung, vorzeitige Abstumpfung und zu große Gewinde zu vermeiden, sollte die Anzahl der Anschnittgänge nicht zu klein gehalten werden. Andererseits erhöht ein zu langer Anschnitt das Drehmoment und damit die Bruchgefahr. Der Schälanschnitt, Form B, gewährleistet, dass die Spanabfuhr stets in Vorschubrichtung erfolgt.



Anschnittformen nach DIN 2197

Form A



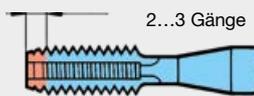
lang, 6 - 8 Gänge
für kurze
Durchgangslöcher

Form B



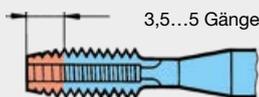
mittel, 3,5 - 5,5 Gänge,
mit Schälanschnitt,
für alle Durchgangslöcher und
große Gewindetiefen in mittel-
und langspanenden Werkstoffen

Form C



kurz, 2 - 3 Gänge
für Sacklöcher
und ganz allgemein
für Alu, Grauguss
und Messing

Form D



mittel, 3,5 - 5 Gänge
für kurze
Durchgangslöcher

Form E



extrem kurz, 1,5-2 Gänge, für
Sacklöcher
mit sehr kurzem
Gewindeauslauf.

Form F

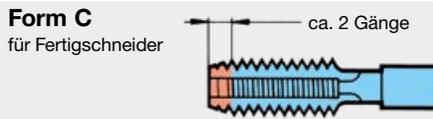
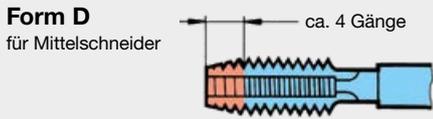
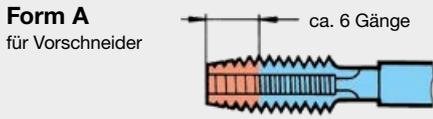


extrem kurz, 1-1,5 Gänge,
für Sacklöcher
mit sehr kurzem
Gewindeauslauf.
Möglichst vermeiden.

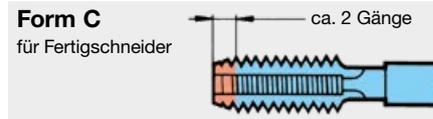
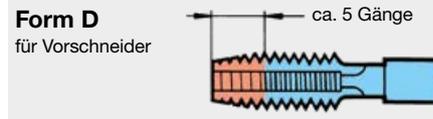


Anschnittformen - Auswahl und Anwendung

Anschnittlängen bei 3-teiligen Satzgewindebohrern



Anschnittlängen bei 2-teiligen Satzgewindebohrern



Anwendungsempfehlungen

Während die Art des Kernlochs primär den Anschnitt bestimmt, ist die weitere Gewindebohrergeometrie wie Form, Anzahl und Richtung der Spannuten, Schnittwinkel usw. auch vom zu bearbeitenden Werkstoff und vom Einsatzfall abhängig. So haben Gewindebohrer für die Herstellung Metrischer ISO-Gewinde oder ganz allgemein für die Stahlbearbeitung bis M 16 in der Regel 3, darüber 4 und mehr Spannuten.

Links genutete Gewindebohrer sowie Gewindebohrer mit Schälanschnitt fördern die Späne in Schneidrichtung bzw. Vorschubrichtung und eignen sich deshalb besonders gut für die Bearbeitung von Durchgangslöchern. Auch gerade genutete mit längerem Anschnitt (Form D) bringen hier gute Ergebnisse.

Für Sacklöcher empfehlen wir rechts genutete Gewindebohrer oder gerade genutete Gewindebohrer mit kurzem Anschnitt.

Die rechts genuteten Werkzeuge führen die Späne nach hinten in Richtung Schaft ab. Der Anschnitt ist konstruktiv so ausgelegt, dass beim Rücklauf die Späne sich nicht verklemmen, sondern zuverlässig abgeschert werden.

Für die Bearbeitung von Aluminium, Grauguss und Messing brauchen Sie Gewindebohrer mit kurzem Anschnitt, gleichgültig ob für Durchgangsloch oder Sackloch. Ein langer Anschnitt würde in diesen Materialien wie ein Aufbohrer mit Spanbrechernuten wirken und nur das Kernloch auf den Gewinde- Nenndurchmesser ausbohren anstatt das Gewinde zu schneiden.

Gerade genutete Gewindebohrer ohne Schälanschnitt sind Allround-Werkzeuge mit dem Nachteil, keine optimalen Ergebnisse in den einzelnen Werkstoffen zu bringen. Es lohnt, sich die Mühe zu machen, das für die jeweilige Zerspanungsaufgabe bestgeeignete Werkzeug auszuwählen.



Durchgangsloch

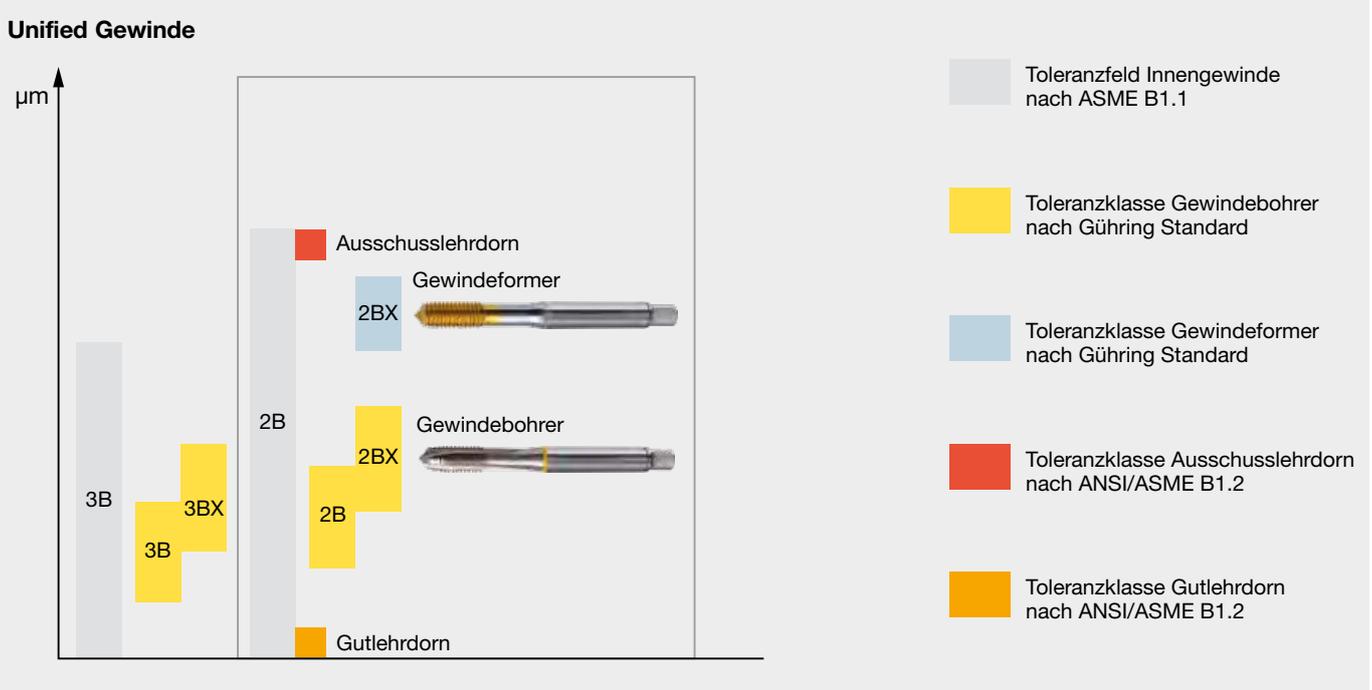
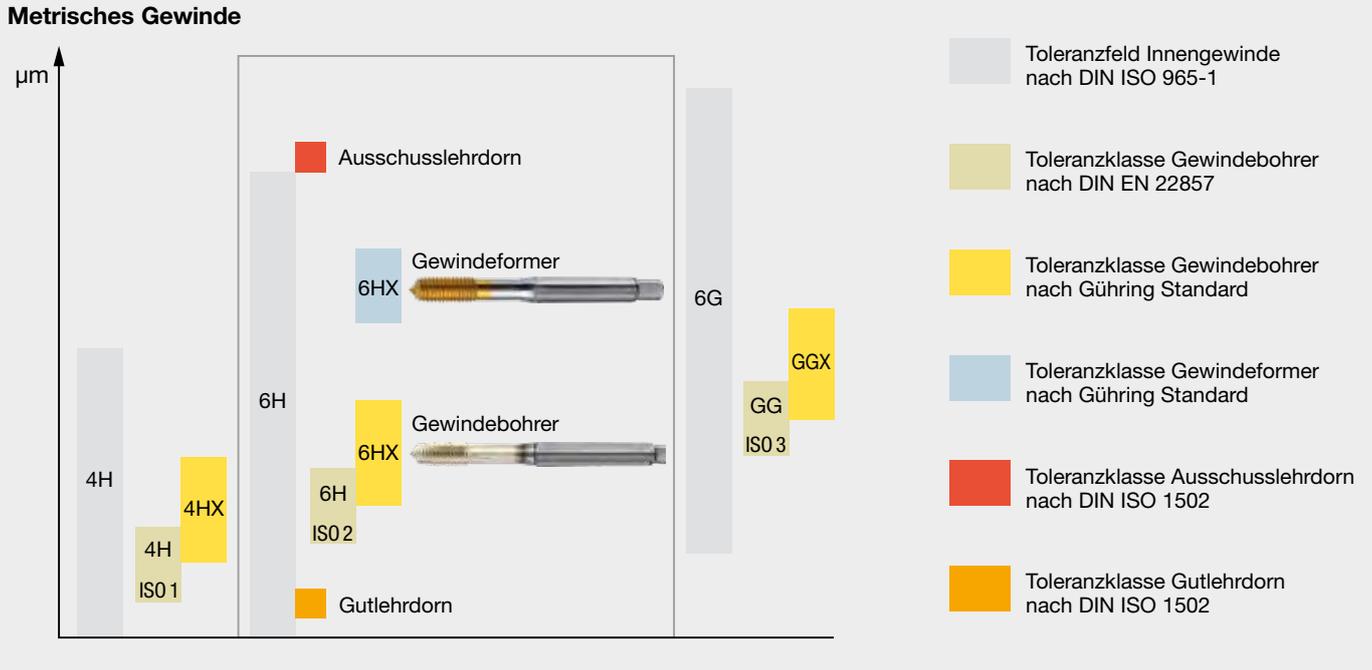


Sackloch





Toleranzfelder nach DIN EN 22857





Gewindebohrer für Metrische ISO-Gewinde DIN EN 22857 (Auszug)

Die Gewindepassungen

Paarungen von Innen- und Außengewinden werden durch einen Schrägstrich getrennt, z. B. 6H/6g (Innen/Außen). Die Passung ist dem Zweck der jeweiligen Gewindeverbindung entsprechend zu wählen. Die Toleranzfelder der Toleranzklassen mittel, fein, grob sind den drei Einschraublängen normal (N), kurz (S) und lang (L) zugeordnet. Im Allgemeinen gelten für die Auswahl der Toleranzklassen folgende Regeln:

Toleranzklasse fein (S):

Für Präzisionsgewinde, wenn nur kleine Variationen im Passcharakter erlaubt sind.

Toleranzklasse mittel (N):

Allgemeine Verwendung

Toleranzklasse grob (L):

Wenn keine besonderen Anforderungen an die Genauigkeit gestellt werden und in Fällen, in denen Fertigungsschwierigkeiten auftreten können, z. B. bei Gewinden an warmgewalzten Stäben, beim Gewindeschneiden in tiefen Grundlöchern oder bei Gewinden an Kunststoffteilen.

Die Einschraublängen

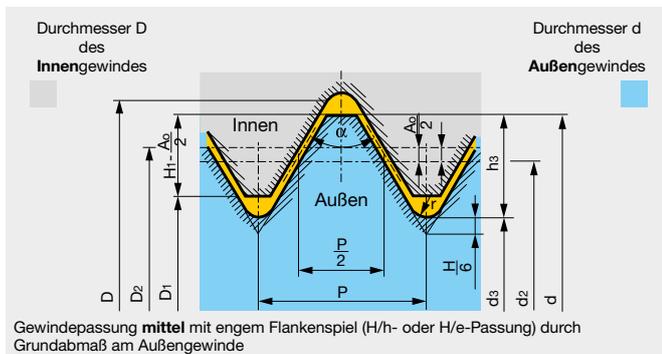
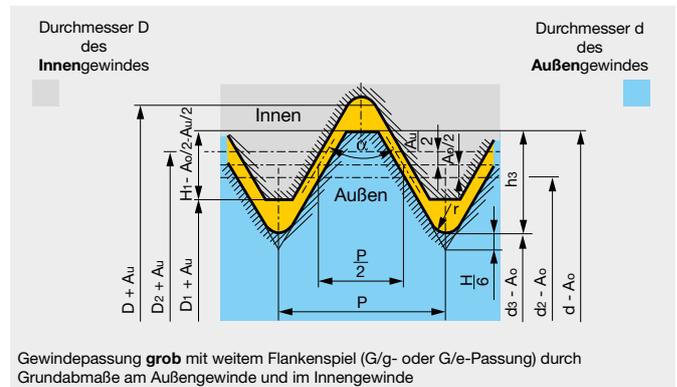
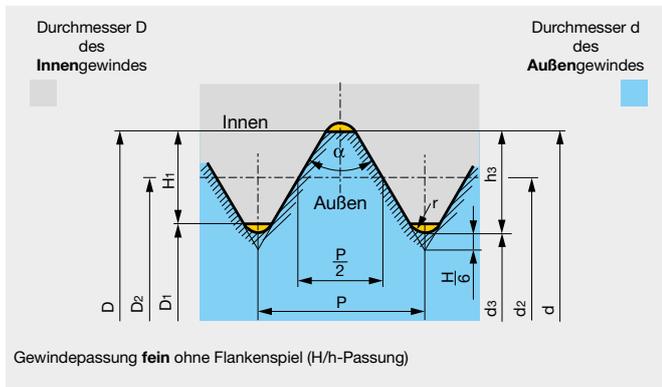
Auch die Einschraublängen beeinflussen die Qualität der Gewindeverbindung. Das ISO-Toleranz-System wurde speziell für den Flankendurchmesser – auf drei Einschraublängen abgestimmt.

- S (Short) = kurze Einschraublänge
- N (Normal) = normale Einschraublänge
- L (Long) = lange Einschraublänge

Bei der normalen Einschraublänge N sind folgende Paarungen zu wählen:

Im Interesse einer größeren Belastbarkeit der Gewindeverbindung empfehlen wir bei kurzen Einschraublängen engere Paarungen zu wählen. Bei langen Einschraublängen sind zum Ausgleich von Steigungsabweichungen Paarungen mit größerer Passtoleranz zu verwenden.

Die Gewindepassungen bei unterschiedlichem Flankenspiel



Formelzeichen-Erläuterung

D	=	Nenn Durchmesser Innengewinde
D ₁	=	Kerndurchmesser Innengewinde
D ₂	=	Flankendurchmesser Innengewinde
d	=	Nenn Durchmesser Außengewinde
d ₂	=	Flankendurchmesser Außengewinde
d ₃	=	Kerndurchmesser Außengewinde
P	=	Steigung
α	=	Flankenwinkel
H	=	Höhe des spitz ausgezogenen Gewindeprofils
A ₀	=	oberes Abmaß
A _u	=	unteres Abmaß

Gewindebohrer für die Bearbeitung von gehärteten Stahl (45 - 55 HRC)

Zum Gewindebohren in Werkstoffen mit einer Zugfestigkeit von über 1200 N/mm² haben wir einen Gewindebohrer in HSS-E-PM mit TiCN-Beschichtung entwickelt.

Die besondere Auslegung ermöglicht die prozesssichere Herstellung von Gewinden in harten Werkstoffen bei hervorragende Standzeiten.

Geeignet für Anwendungen im Werkzeug- und Formenbau wie auch für diverse Maschinen- und Automobilkomponenten nach der Wärmebehandlung.

Empfohlene Schnittgeschwindigkeit $v_c = 2 - 8$ m/min, abhängig von der Zugfestigkeit des Bauteils.



Prozesssichere Gewindeherstellung durch kurze Späne

Um bei einer Serienproduktion von Stählen mit höherer Zugfestigkeit (850-1250 N/mm²), wie zum Beispiel der Kurbelwelle, absolute Prozesssicherheit und hohe Standmenge zu erreichen sind kurze Späne zwingend erforderlich. Dies ist nur in Verbindung mit blanken Spannuten bzw. Korrekturen möglich. Hier bietet Gühring mit den Artikeln 1188, 1194 und 1200 die ideale Lösung im Standardbereich.



Universal-Gewindebohrer mit Kühlkanälen für kurzspanende Werkstoffe (GG, Al, Stahl)

Ein Gewindebohrer transportiert die Späne üblicherweise über die Spiralnuten aus dem Sackloch. Gusseisen, AlSi-Legierungen, Messing und Kupfer-Legierungen sind kurzspanende Werkstoffe. Hier kommen geradegenutete Gewindebohrer zur Anwendung. Bei Gewindebohrern mit Kühlkanälen transportiert das Kühlmittel die kurzen Späne aus dem Sackloch.

Die geradegenuteten M Gewindebohrer (Art. Nr. 302, 297, 1091, 4165) und MF Gewindebohrer (Art. Nr. 1007, 1090) mit Kühlkanälen sind insbesondere für kurzspanende Werkstoffe geeignet.

Das Transportieren von langen Spänen in Stahlbauteilen über die Spiralnuten ist ein wachsendes Problem. Das Ziel ist kurze Späne mit geradegenuteten Gewindebohrern zu erzeugen und mit dem Kühlmittel aus dem Sackloch zu transportieren.

Der Gewindebohrer mit IK in der Maschinenspindel erreicht eine verbesserte Standzeit und Gewindeoberflächenqualität.

Eine typische Anwendung ist die Bearbeitung von Getrieben, Zylinderblöcke und -köpfe, Kurbelwellen, oder hydraulischen Bauteilen.



Blanke Oberfläche



Unsere Werkzeuge aus Schnellarbeitsstahl oder eigener Hartmetallfertigung bieten gute Grundeigenschaften für die Zerspanung unterschiedlicher Werkstoffe.

Dampfbehandelte Oberfläche



Beim Dampfbehandeln werden die Randzonen von Stahloberflächen im μm -Bereich chemisch verändert, wodurch sich eine kristalline Eisenoxid-Schicht (3-10 μm) bildet. Diese Oberflächen verbessern das tribologische Verhalten der Werkzeuge. Durch diese Oberflächenumwandlung haftet der Schmier- bzw. Kühlstoff besser auf dem Werkzeug. Dieses Verfahren kommt in der Regel bei der Bearbeitung von Kohlenstoffstählen, die bei niedrigen Schnittgeschwindigkeiten zu Aufbauschneiden und Kaltverschweißungen neigen, zur Anwendung. Eine zusätzliche Nitrierung der blanken Werkzeuge sorgt durch die Einlagerung von Stickstoff für eine Härtesteigerung der Oberfläche, die auch abrasive Anwendungen möglich machen.

TiN-Beschichtung



Max. Anwendungstemperatur: $< 600^\circ \text{C}$
 Farbe: goldgelb
 Härte: 2300 HV_{0,05}

Die bereits Anfang der 1980er-Jahre von Gühring eingeführte TiN-Beschichtung zeigt, insbesondere im Gewinden, sehr gute Gebrauchseigenschaften. Sie wird in diesem Bereich als erprobte Breitbandschicht eingesetzt.

TiCN-Beschichtung



Max. Anwendungstemperatur: $< 400^\circ \text{C}$
 Farbe: grau violett
 Härte: 3000 HV_{0,05}

Eine zusätzliche Einlagerung von Kohlenstoff, steigert bei der TiCN Zähigkeit und Härte und besitzt einen niedrigeren Reibkoeffizienten als die TiN-Beschichtung. Durch ihre hohe Verschleißfestigkeit eignet sie sich hervorragend für abrasive Anwendungen.

TiAlN-Beschichtung

Max. Anwendungstemperatur: < 800° C
 Farbe: violett
 Härte: 3300 HV_{0,05}

Die klassische TiAlN-Beschichtung liefert höhere Härtewerte bei gleichzeitig besserer thermischer Beständigkeit im Vergleich zur TiN- und TiCN-Beschichtung und eignet sich sehr gut für den Einsatz in Guss und in der allgemeinen Stahlbearbeitung.

SIRIUS-Beschichtung

Max. Anwendungstemperatur: < 900° C
 Farbe: blaugold
 Härte: 3400 HV_{0,05}

Die Sirius ist eine Mehrlagenschicht. Aufgrund ihrer TiAlN-Komponente weist sie eine höhere Verschleißfestigkeit, bei gleichzeitig geringer Neigung zur Aufbauschneidenbildung, auf. Sie eignet sich besonders für das Bohren von Durchgangsgewinden in rostfreiem Stahl.

Carbo-Beschichtung

Max. Anwendungstemperatur: < 500° C
 Farbe: grau-schwarz
 Härte: 5000 HV_{0,05}

Mit der amorphen Kohlenstoffschicht (ta-C) erschließt sich ein breites Anwendungsfeld für den Bereich der Nichteisenmetalle. Die Carbo kann sowohl im Gewinden, als auch auch im Formen, für die Bearbeitung von Aluminiumguss (<12% Si) und Aluminiumlegierungen, Kupfer, Messing und Bronze eingesetzt werden.

AlCrN-Beschichtung

Max. Anwendungstemperatur: < 1100° C
 Farbe: grau-blau
 Härte: 3200 HV_{0,05}

AlCrN kann im Bereich Gewindeformen von Stählen eine Alternative zur TiN- bzw. TiCN-Beschichtung sein. Die Ti-freie Beschichtung zeichnet sich durch eine ausgezeichnete Verschleißfestigkeit und hohe Oxidationshärtebeständigkeit aus.



	Gewindebohren			Gewindefräsen		Gewindeformen		
	Hartmetall		HSS	Hartmetall		Hartmetall		HSS
	konventionell	MMS		konventionell	MMS	konventionell	MMS	
C-Stähle, Automatenstähle, Mn-Stähle	-	-	TiCN	TiCN	TiCN	TiCN	TiCN	TiCN
	-	-	TiAlN	-	-	TiN	TiN	TiN
	-	-	TiN	-	-	-	-	-
Stahl, niedrig legiert	-	-	TiCN	TiCN	TiCN	TiCN	TiCN	TiCN
	-	-	TiAlN	-	-	TiN	TiN	TiN
	-	-	TiN	-	-	-	-	AlCrN
Stahl, legiert	-	-	TiCN	TiCN	TiCN	TiCN	TiCN	TiCN
	-	-	TiAlN	-	-	TiN	TiN	TiN
	-	-	TiN	-	-	-	-	AlCrN
Stahl, gehärtet <55 HRC	-	-	TiCN	TiAlN	TiAlN	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
Stahl, gehärtet 55-65 HRC	TiCN	-	-	TiAlN	TiAlN	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
Stahl, rost- und säurebeständig	-	-	Sirius ¹ /TiAlN ²	TiCN	TiCN	TiCN	TiCN	TiCN
	-	-	TiN	-	-	TiN	-	TiN
	-	-	-	-	-	-	-	-
Gusseisen	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiCN	TiCN	TiCN	TiCN	TiCN
	TiCN	-	TiCN	-	-	TiN	TiN	TiN
	-	-	TiN	-	-	-	-	-
Aluminiumknetlegierung	blank	blank	blank	blank	blank	Carbo	Carbo	Carbo
	Carbo	Carbo	Carbo	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
Aluminiumgusslegierung (< 12% Silizium)	TiCN	TiCN	TiCN	TiCN	TiCN	TiCN	TiCN	TiCN
	-	-	-	blank	blank	Carbo	Carbo	Carbo
	-	-	-	-	-	-	-	-
Aluminiumgusslegierung (≥ 12% Silizium)	TiCN	TiCN	TiCN	TiCN	TiCN	-	-	-
	Cristall	-	-	Cristall	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
Nickelbasislegierungen (z.B. Inconel)	-	-	TiCN	TiCN	TiCN	TiCN	TiCN	TiCN
	-	-	TiAlN	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
Titan/Titanlegierungen	-	-	TiCN	TiCN	TiCN	TiCN	TiCN	TiCN
	-	-	TiAlN	-	-	-	-	-
Kupfer/Bronze/Messing	blank	blank	blank	blank	-	Carbo	Carbo	Carbo
	Carbo	Carbo	Carbo	-	-	-	-	-
Kobalt-Chrom Legierungen	blank	-	blank	TiCN	TiCN	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
Edelmetalle	-	-	-	-	-	-	-	-
Keramik	-	-	-	-	-	-	-	-
Kunststoffe, unverstärkt	blank	-	blank	blank	blank	-	-	-
Kunststoffe, faserverstärkt	TiCN	TiCN	-	TiCN	TiCN	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-

1... bei Durchgangsloch 2... bei Sackloch

Hinweis:

Die Übersicht zeigt die allgemeinen Anwendungsempfehlungen der Gühring-Schichten. Die Priorisierung erfolgt jeweils von oben nach unten.



Fehler und Schwierigkeiten mit neuen Gewindebohrern

Fehler	Ursachen	Gegenmaßnahmen
<p>1. Gewindeoberfläche unsauber</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Geometrie für den Einsatzfall nicht geeignet ■ Schnittgeschwindigkeit zu hoch ■ Kühlschmiermittel bzw. -zufuhr unzureichend ■ Spänestau ■ Kernlochbohrung zu klein ■ bei zäharten Werkstoffen Werkzeugbelastung zu hoch bzw. Steigung zu groß ■ Aufbauschneiden ■ Kaltverschweißungen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ den „richtigen“ Gewindebohrer für den zu bearbeitenden Werkstoff einsetzen ■ Schnittgeschwindigkeit verringern Schmierung optimieren ■ für geeignetes Kühlschmiermittel in ausreichender Menge sorgen ■ einen geeigneten Gewindebohrertyp einsetzen ■ Kernlochbohrung mit richtigem Durchmesser herstellen, siehe Gewindekernlochtafel ■ Verwenden von Satz-Gewindebohrern ■ Gewindebohrer mit Oberflächenveredlung einsetzen. ■ Kühlschmierung optimieren
<p>2. Standweg zu gering</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kernlochoberfläche verfestigt ■ siehe alle Ursachen unter: „Gewindeoberfläche unsauber“ ■ Spänestau 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bohrwerkzeug auf Verschleiß (Schneidschärfe) prüfen Wärme- oder Oberflächenbehandlung nach dem Gewindegewinde ausführen ■ siehe alle Fehler unter: „Gewindeoberfläche unsauber“ ■ geeigneten Gewindebohrer einsetzen
<p>3. Werkzeugbruch beim Vor- bzw. Rücklauf</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kernlochbohrung zu klein ■ Anschnittzähne überlastet ■ Gewindebohrer läuft auf Kernlochgrund auf ■ fehlende oder falsche Ansenkung der Kernlochbohrung bzw. Positions- oder Winkelfehler der Kernlochbohrung ■ Härte des Werkzeuges für die Bearbeitung nicht geeignet Schneidengeometrie für Bearbeitung ungeeignet 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kernlochbohrung mit richtigem Durchmesser herstellen, siehe Gewindekernlochtafel ■ längerer Anschnitt (Sack- oder Durchgangsbohrung) beachten Anzahl der Anschnittzähne vergrößern durch mehr Spannuten Satz-Gewindebohrer einsetzen ■ Bohrungstiefe prüfen Gewindegewinde mit Längenausgleich bzw. Drehmoment- Überlastungssicherung einsetzen ■ Ansenken der Kernlochbohrung im richtigen Winkel auf korrekte Werkstückspannung achten Gewindegewinde mit achsparalleler Pendelung verwenden Kernlochbohrer überprüfen ■ Für den Bearbeitungsfall geeigneten Gewindebohrer verwenden

Fehler und Schwierigkeiten mit nachgeschliffenen Gewindebohrern

Fehler	Ursachen	Gegenmaßnahmen
1. Gewinde wird zu groß	<ul style="list-style-type: none"> Schleifgrat Schneidengeometrien (Anschnitt-, Span- und Anschnittfreiwinkel sowie Schälanschnittwinkel) nicht eingehalten 	<ul style="list-style-type: none"> Schleifgrat entfernen beim Nachschleifen technische Angaben berücksichtigen Nachschleifanweisungen beachten
2. Gewinde wird zu eng	<ul style="list-style-type: none"> Abgenutzter Teil nicht sauber nachgeschliffen Gewindebohrer durch zu häufiges Nachschleifen zu klein 	<ul style="list-style-type: none"> Nochmals nachschleifen oder neues Werkzeug einsetzen Max. Nachschleifgrenze beachten max. Nachschleifgrenze erreicht neuen Gewindebohrer einsetzen
3. Gewindeoberfläche unsauber	<ul style="list-style-type: none"> Schleifgrat Schneidengeometrien (Anschnitt-, Span- und Anschnittfreiwinkel sowie Schälanschnittwinkel) nicht eingehalten Oberflächenrautiefe an den nachgeschliffenen Gewindebohrern zu groß Kaltverschweißungen an den Gewindeflanken 	<ul style="list-style-type: none"> Schleifgrat entfernen beim Nachschleifen technische Angaben berücksichtigen Nachschleifanweisungen beachten nochmals nachschleifen oder neues Werkzeug einsetzen Nachschleifanweisung beachten! Kaltverschweißungen entfernen
4. Standweg zu gering	<ul style="list-style-type: none"> Schneidengeometrien (Anschnitt-, Span- und Anschnittfreiwinkel sowie Schälanschnittwinkel) nicht eingehalten Härteverlust des Gewindebohrers durch Wärmeeinfluss beim Nachschleifen Verlust der Oberflächenbehandlung 	<ul style="list-style-type: none"> beim Nachschleifen technische Angaben berücksichtigen Nachschleifanweisungen beachten Schleifscheibenqualität prüfen Kühlmittelzufuhr prüfen Nachbeschichten Beschichtung für zu zerspanenden Werkstoff überprüfen



Gewindeherstellung durch Druckverformung

Gewindeformer, auch Gewindefurcher oder Gewindedrücker genannt, sind Werkzeuge für die spanlose Herstellung von Innengewinden. Im Gegensatz zum Gewindeschneiden, bei dem Material aus dem Werkstoff herausgeschnitten wird, handelt es sich beim Gewindeformen um ein spanloses, druckumformendes Verfahren zur Herstellung von Innengewinden, bei dem der Werkstoff kalt verformt wird, ohne den so genannten „Faserverlauf“ zu unterbrechen.

Nach DIN 8583 wird das Gewindeformen als „Eindrücken eines Gewindes in ein Werkstück durch ein Werkzeug mit einer schraubenförmigen Wirkfläche“ bezeichnet. Der schraubenförmige, mit einem Polygon versehene Gewindeteil des Formers wird dabei mit einem gleichmäßigen, der Steigung des Gewindes entsprechenden Vorschub in das vorgebohrte Werkstück „eingeschraubt“. Dabei drückt sich das Gewindeprofil sozusagen stufenweise über den Anlauf (Anschnitt) des Gewindeteils in den Werkstoff. Dadurch überschreitet die Spannung in der Stauchzone die Stauchgrenze und der Werkstoff wird plastisch verformt. Das Material weicht radial aus, „fließt“ entlang des Gewindeprofils in den freien Zahngrund und bildet so den Kerndurchmesser des Innengewindes. Durch den Fließprozess bilden sich an den Gewindespitzen die verfahrensspezifischen Ausformtaschen (Krallen).

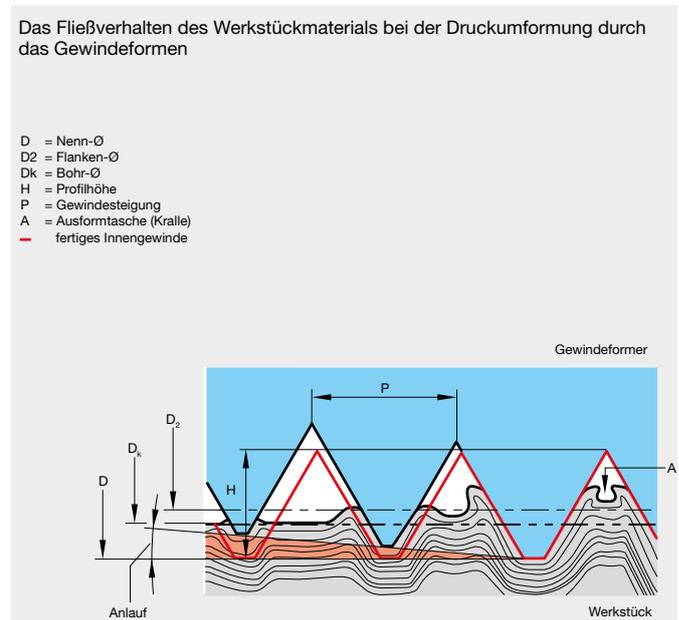
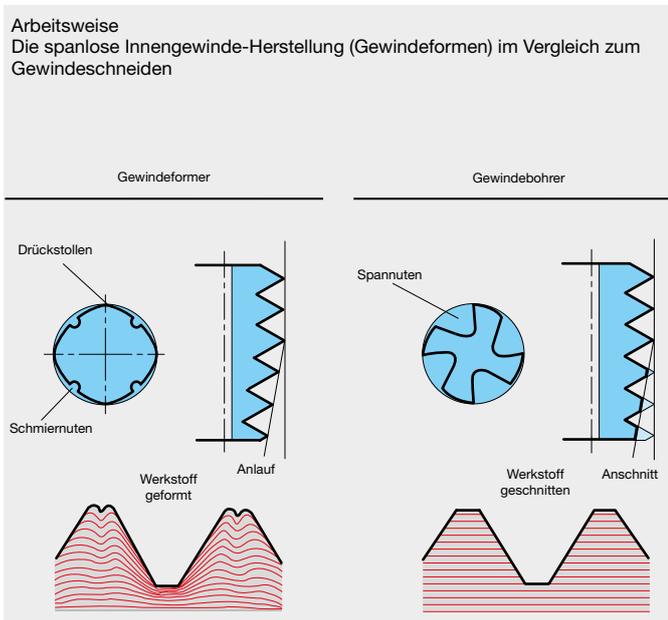
Der Vorbohrdurchmesser ist stark von der Verformbarkeit des Werkstoffes, der Werkstückgeometrie und der gewünschten Tragtiefe des Gewindes abhängig. Gegenüber der zerspanenden Gewindeherstellung ist der Kernlochdurchmesser größer zu wählen. Mit größerem Vorbohrdurchmesser verringert sich die Belastung des Werkzeugs bei gleichzeitiger Erhöhung der Standzeit. Die Belastbarkeit des Gewindes ist durch den nicht unterbrochenen Faserverlauf und die Kaltverfestigung auch bei ca. 50 Prozent Tragtiefe bei Stahlwerkstoffen noch ausreichend. Die bei abnehmendem Traganteil unvollständig ausgeformten Gewindespitzen sind ein typisches Kennzeichen geformter Gewindegänge. Bei vollständig ausgebildeter Flanke haben sie keinen Einfluss auf die Gewindefestigkeit. Der ge-

wünschte Ausformgrad des Gewindes muss gegebenenfalls durch einen Versuch ermittelt werden.

Von ganz entscheidender Bedeutung beim Gewindeformen ist die Schmierung. Sie verhindert, dass sich Werkstoff auf den Gewindeflanken ansetzt, und gewährleistet, dass das notwendige Drehmoment nicht zu hoch wird. Deshalb darf die Schmierung auf keinen Fall ausfallen! Schmierfähige, graphithaltige Kühlschmiermittel oder Öle, wie sie auch beim Walzen verwendet werden, sind für die Schmierung beim Gewindeformen bestens geeignet. Arbeiten Sie immer nach dem Motto: „Gut geschmiert ist halb geformt!“

Die Vorteile des Gewindeformens

- Es fallen keine Späne an.
- Gewinde in Durchgangs- und Sacklöchern können mit demselben Werkzeug hergestellt werden.
- Eine breite Werkstoffpalette kann bearbeitet werden.
- Ein Verschneiden des Gewindes ist ausgeschlossen.
- Gewindesteigungs- und Flankenwinkelfehler, wie sie beim geschnittenen Gewinde auftreten können, sind ausgeschlossen.
- Geformte Innengewinde haben durch den so genannten „nicht unterbrochenen Faserverlauf“ und die Kaltverfestigung besonders in den tragenden Gewindeflanken eine höhere Festigkeit.
- Das Gewinde hat eine bessere Oberfläche.
- Gewindeformer können mit höheren Schnittgeschwindigkeiten eingesetzt werden, da die Umformbarkeit vieler Werkstoffe mit der Formgeschwindigkeit zunimmt. Die Standzeit wird dadurch nicht negativ beeinflusst.
- Geringe Bruchgefahr durch stabile Werkzeugkonstruktion.



Gühring „Profile“ Gewindeformer Merkmale und Vorteile

Nur durch Schleifen hergestellte Gewindeformer weisen auf ihrer Werkzeugoberfläche mehr oder weniger mikroskopisch feine Schleifriefen auf. Dies gilt auch für den Gewindeteil, der die Umformarbeit leisten muss.

Diese Oberflächentopographie (Struktur) wirkt sich auf die Reibung zwischen Werkzeug und zu verformendem Werkstoff sowie die damit verbundene Wärmeentwicklung, auf das notwendige Drehmoment und nicht zuletzt auf den Verschleiß der Drückstollen des Formers negativ aus. Des Weiteren begünstigen die „Schleifriefen“ das Festsetzen des zu verformenden Werkstoffes in den Gewindeflanken des Formers. Man spricht in diesem Fall von Materialaufschweißungen.

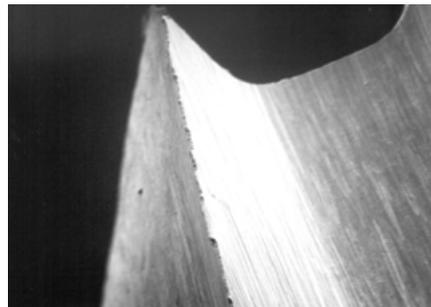
Durch ein spezielles Verfahren zur Verbesserung der Oberflächentopographie gibt es diese „Schleifriefen“ bei den neuen Profile-Formern nicht mehr. Das zeigen Untersuchungen und unter Produktionsbedingungen durchgeführte Standzeittests in unterschiedlichen Werkstoffen.

Der Anwender profitiert von diesem speziellen Verfahren durch eine längere Le-

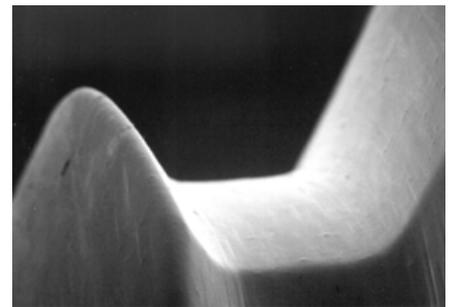
bensdauer und höhere Schnittgeschwindigkeiten. Die Standzeiten können, je nach zu bearbeitendem Werkstoff und Einsatzbedingungen, beträchtlich erhöht werden. Doppelte Standzeiten sind keine Seltenheit.

Die verbesserte Oberflächentopographie kommt im Übrigen nicht nur blanken Werkzeugen zu Gute. Gerade beschichtete Werkzeuge profitieren auch von dem neuen Verfahren. Außenkontur und Anlauf bestimmen in hohem Maße die Arbeitsleistung eines Gewindeformers. So hat sich in zahlreichen Versuchen gezeigt, dass unsere „Profile“-Former mit optimaler Drückstollengeometrie und –anzahl hohe Standzeiten und Maßgenauigkeiten erzielen.

Einen weiteren Qualitätsfortschritt erreichen wir, indem wir die gesamte Formergeometrie in einer Aufspannung und mit einer Schleifscheibe – abgerichtet mit einer Spezialrolle – herstellen. Steigungsfehler in den Gangspitzen beim Anlaufübergang, wie sie bei herkömmlichen Schleifverfahren entstehen, gibt es dadurch nicht.

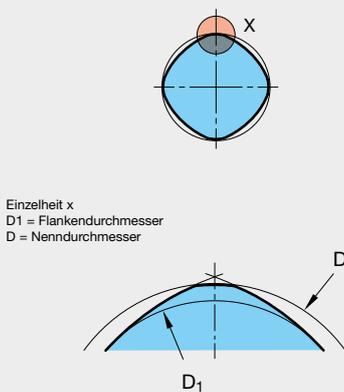


Zahn eines herkömmlichen Formers

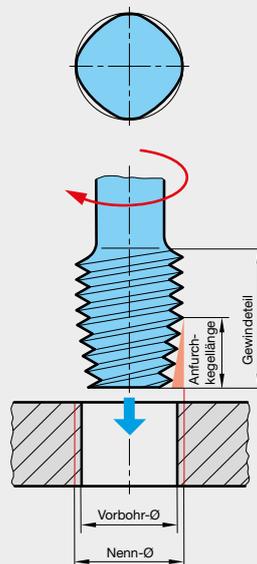


Optimierte Oberfläche eines Gühring-Profile-Formers

Der Formerquerschnitt



Das Wirkprinzip



Die Bohrungsarten

Former ohne Schmiernuten
Gewindetiefe $\leq 1 \times D$



Gewindetiefe $\geq 1 \times D$



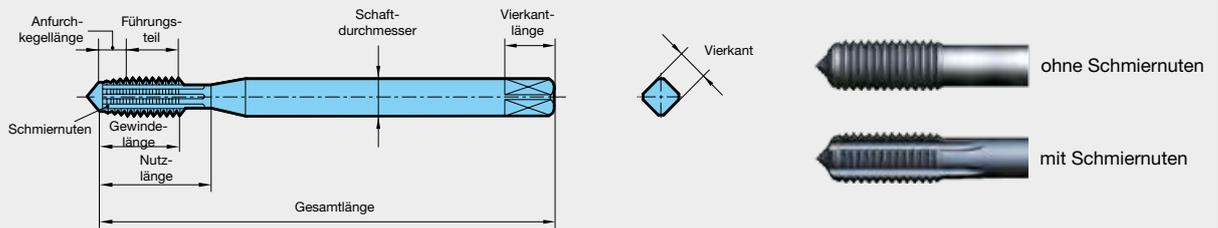
Former mit Schmiernuten
alle Gewindetiefen



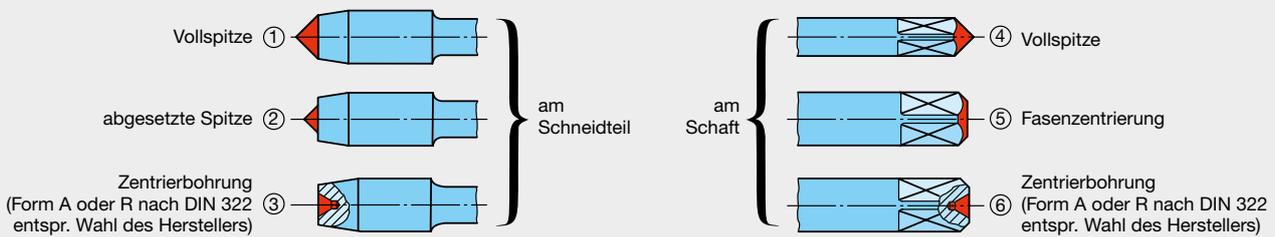


Begriffe und Winkel, Zentrierungen und Gewindepassungen

Gewindeteil



Zentrierungen (Regelfall, nach DIN 2197/DIN 2175)



Gewindeformer-Durchmesserbereich mm	Zentrierungsart am Schneidkeil		Zentrierungsart am Schaft
	mit Anschnittform A, C, D, E	mit Anschnittform B	
≤ 5,6	①	①	④⑤⑥
> 5,6 ... 12,8	①②③	①②③	④⑤⑥
> 12,8	③	③	⑥

Gewindepassungen

Paarungen von Innen- und Außengewinden werden durch einen Schrägstrich getrennt, z. B. 6H/6g (Innen/Außen). Die Passung ist dem Zweck der jeweiligen Gewindeverbindung entsprechend zu wählen.

Die Toleranzfelder der Toleranzklassen mittel, fein, grob sind den drei Einschraubtlängen normal (N), kurz (S) und lang (L) zugeordnet. Im Allgemeinen gelten für die Auswahl der Toleranzklassen folgende Regeln:

Toleranzklasse fein (S):

Für Präzisionsgewinde, wenn nur kleine Variationen im Passcharakter erlaubt sind.

Einschraubtlängen

Auch die Einschraubtlängen beeinflussen die Qualität der Gewindeverbindung. Das ISO-Toleranz-System wurde speziell für den Flankendurchmesser auf drei Einschraubtlängen abgestimmt:

- S (Short) = kurze Einschraubtlänge
- N (Normal) = normale Einschraubtlänge
- L (Long) = lange Einschraubtlänge

Toleranzklasse mittel (N):

Allgemeine Verwendung

Toleranzklasse grob (L):

Wenn keine besonderen Anforderungen an die Genauigkeit gestellt werden und in Fällen, in denen Fertigungsschwierigkeiten auftreten können, z. B. bei Gewinden an warmgewalzten Stäben, beim Gewindeformen in tiefen Grundlöchern.

Bei der normalen Einschraubtlänge N sind folgende Paarungen zu wählen:

Im Interesse einer größeren Belastbarkeit der Gewindeverbindung empfehlen wir bei kurzen Einschraubtlängen engere Paarungen zu wählen.



Durchmessereinfluss der Vorbohrung

Beim Gewindeformen beeinflusst der Vorbohr-Durchmesser die Ausprägung des geformten Gewindes. Ein zu kleiner Vorbohr-Durchmesser führt zu einer Überformung des Gewindes und ist unbedingt zu vermeiden, da er auch zum Werkzeugbruch des Formers führen kann. Ein zu großer Vorbohr-Durch-

messer kann in gewissen Toleranzen akzeptiert werden, da geformte Gewinde bereits ab 50% Tragtiefe eine ausreichende Belastbarkeit haben.

Am Beispiel eines Gewindes M18x1,5 mm zeigt sich der Einfluss des gewählten Durchmessers bei der Kernlochbohrung deutlich:

M 18 x 1,00	17,55	17,52	17,62	16,917	17,217
M 18 x 1,50	17,30	17,26	17,38	16,376	16,751
M 18 x 2,00	17,10	17,05	17,20	15,835	16,310

Vorbohr-Ø 17,1 mm



Vorbohr-Ø 17,3 mm

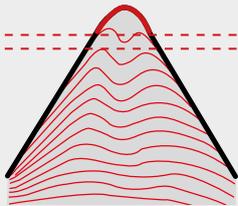


Vorbohr-Ø 17,4 mm



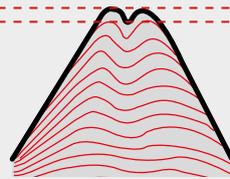
Vorbohr-Ø zu klein:

- Gewinde überformt
- keine Ausformtasche (Kralle)
- Profilhöhe zu hoch



optimaler Vorbohr-Ø:

- Gewinde voll ausgeformt
- kleine Ausformtasche (Kralle)
- optimierte Profilhöhe



Vorbohr-Ø zu groß:

- Gewinde nicht ausgeformt
- große Ausformtasche (Kralle)
- zu niedrige Profilhöhe

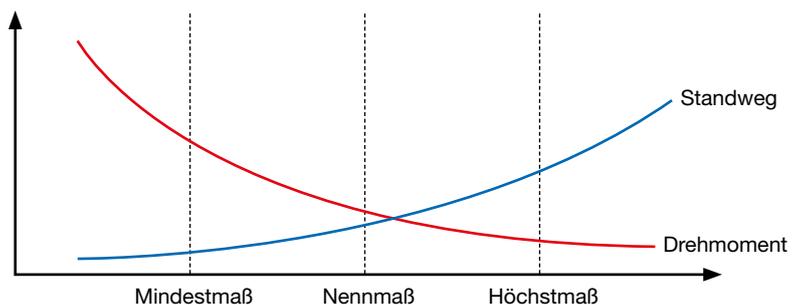


min.
max.

Kerndurchmesser-Toleranzfeld nach DIN 13, Teil 50

Einfluss der Kernlochbohrung auf den Standweg, das Drehmoment und die Prozesssicherheit

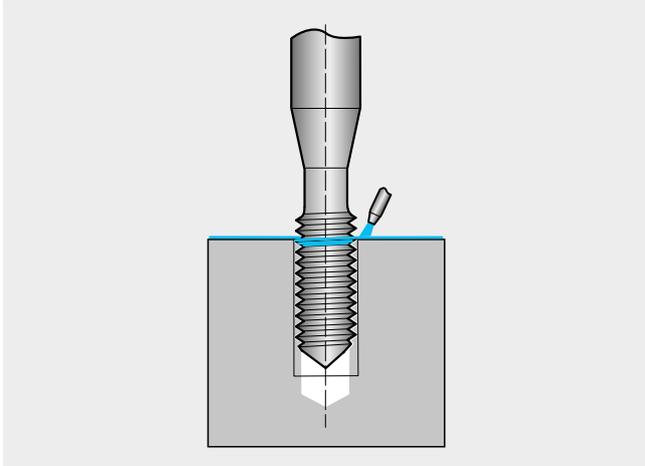
Besonders in der Massenfertigung lohnt sich die Optimierung des Vorbohrdurchmessers. Je größer er ist, desto höher der Standweg und desto geringer das erforderliche Drehmoment. Die Zusammenhänge stellt die Grafik deutlich dar.



Schmierung für das Gewindeformen

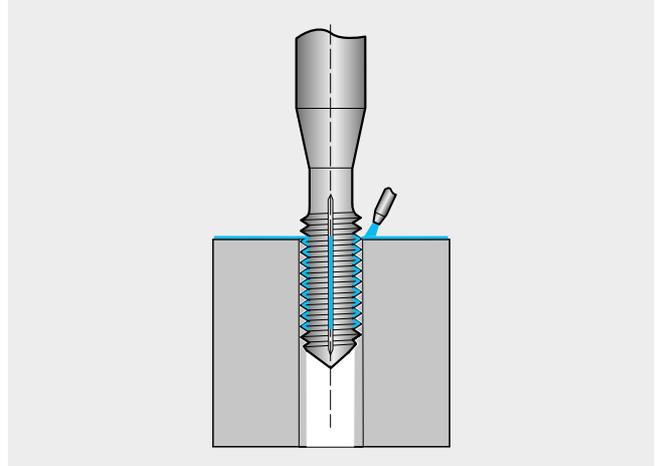
Für die Werkzeugauslegung sollte zwischen vier unterschiedlichen Fällen unterschieden werden.

Vertikale Grundlochbearbeitung



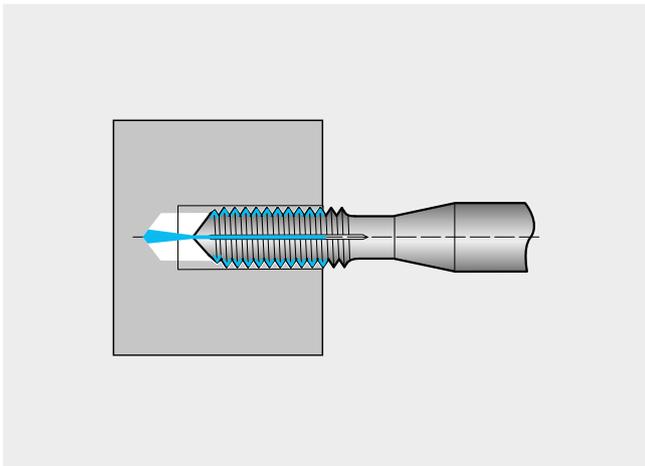
Schmiernuten und innere Kühlmittelzufuhr nicht erforderlich; externe Kühlmittelzufuhr ist ausreichend (bei sehr tiefen Gewinden wird KA empfohlen).

Vertikale Durchgangslochbearbeitung (> 1,5x D_N)



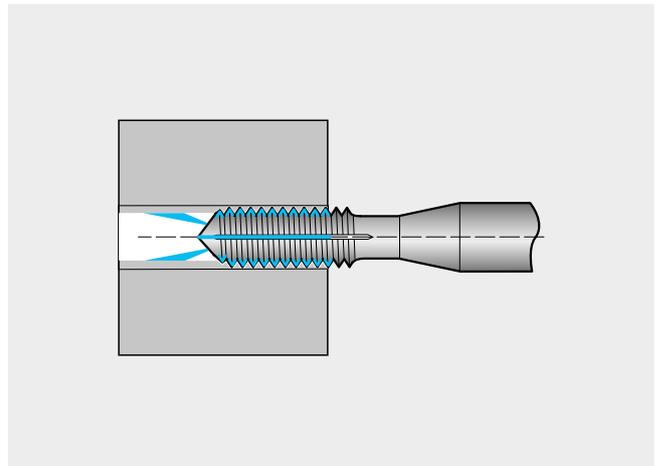
Schmiernuten sind erforderlich; innere Kühlmittelzufuhr ist nicht notwendig. Über die Schmiernuten kann das extern zugeführte Kühlschmiermittel zu den Formkanten vordringen (bei sehr tiefen Gewinden wird KR empfohlen).

Horizontale Grundlochbearbeitung



Schmiernuten und innere Kühlmittelzufuhr notwendig. Axialer Kühlmittelaustritt ausreichend.

Horizontale Durchgangslochbearbeitung



Schmiernuten erforderlich. Innere Kühlmittelzufuhr mit radialem Austritt wird empfohlen.

Kühlschmierstoffe beim Gewindeformer

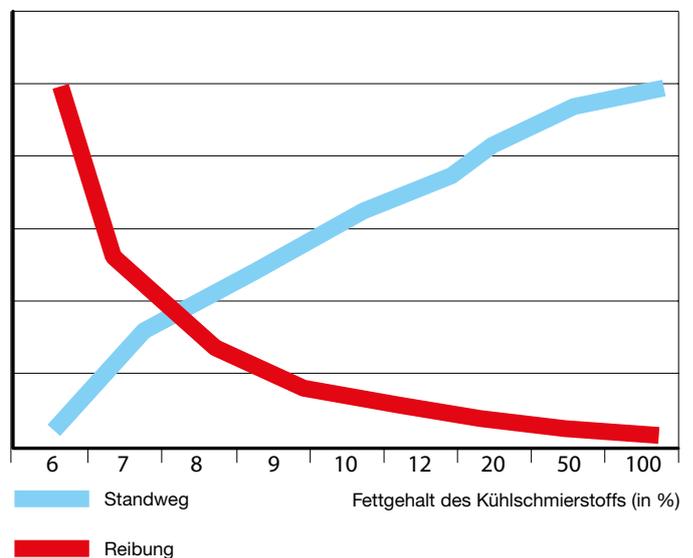
Beim Gewindeformer ist die Hauptaufgabe des Kühlschmierstoffs die Schmierung. Je mehr Schmierung mit möglichst hohem Fettanteil verwendet wird, um so höher ist der Standweg. Man unterscheidet zwei Arten von Kühlschmierstoffen:

Nichtwassermischbarer Kühlschmierstoff

Dies sind Mineralöle mit den besten Schmiereigenschaften. Sie setzen die Reibung herab und erzielen die höchsten Standmengen.

Wassergemischter Kühlschmierstoff

Diese emulgierbaren Kühlschmierstoffe werden als Konzentrat vor dem Gebrauch mit Wasser zu Emulsion verdünnt. Hier darf der Fettanteil nicht unter 6% liegen. Ideal ist ein Anteil >12%, um durch eine gute Schmierwirkung eine hohe Standmenge zu erreichen.



Fehler und Schwierigkeiten mit neuen Gewindeformern

Fehler	Ursachen	Gegenmaßnahmen
<p>1. Gewinde zu gering ausgeformt</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Vorbohrdurchmesser zu groß 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kernlochvorbohrdurchmesser nach Tabelle richtig wählen
<p>2. Gewinde ist überformt</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Vorbohrdurchmesser zu klein 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kernlochvorbohrdurchmesser nach Tabelle richtig wählen
<p>3. Gewindeoberfläche unsauber</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Materialaufschweißung am Werkzeug ■ Kühlschmiermittel mit zu wenig Fettgehalt 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fettgehalt im Kühlschmiermittel erhöhen oder Öl verwenden ■ Fettgehalt im Kühlschmiermittel erhöhen oder Öl verwenden
<p>4. Standweg zu gering</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kühlschmiermittel mit zu wenig Fettgehalt ■ Vorbohrdurchmesser zu klein ■ Schnittgeschwindigkeit zu hoch ■ Kühlschmierstoff verunreinigt 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fettgehalt im Kühlschmiermittel erhöhen oder Öl verwenden ■ Kernlochvorbohrdurchmesser nach Tabelle richtig wählen ■ Schnittgeschwindigkeit anpassen ■ Filtration überprüfen
<p>5. Werkzeugbruch</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kühlschmiermittel mit zu wenig Fettgehalt ■ Vorbohrdurchmesser zu klein ■ fehlerhafte Werkzeugspannung 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fettgehalt im Kühlschmiermittel erhöhen oder Öl verwenden ■ Kernlochvorbohrdurchmesser nach Tabelle richtig wählen ■ Werkzeugspannung überprüfen

Welche Vorteile bringt Gewindefräsen gegenüber dem Gewindebohren und Gewindeformen?

- unterschiedliche Werkstoffe können mit einem Werkzeug bearbeitet werden (Al, Stahl, Guss, VA, Titan, Inconel, max. HRC 65 u.v.m.)
- verschiedene Durchmesser und Toleranzen sind mit einem Werkzeug möglich (z.B.: 6H+0.1, 7G, EG, u.v.m.)
- ein Werkzeug für Durchgangs- und Sacklochgewinde sowie Rechts- und Linksgewinde
- Gewindetiefe bis an den Bohrgrund möglich (0.5xP)
- kein axiales Verschneiden
- Einsparung von Werkzeugplätzen (Typ TMC, Typ DTMC)
- kein Späneproblem, da kurze Frässpäne erzeugt werden
- geringe Werkzeugkosten bei gleicher Steigung und großen Gewinden (Typ TMU)
- kurze Hauptzeiten durch hohe Schnittgeschwindigkeit und Vorschub
- hohe Prozesssicherheit auch bei Werkzeugbruch, da Gewindefräser komplett aus Werkstück und Maschine entfernt werden können
- hohe Wirtschaftlichkeit durch Nachschleif- und Nachbeschichtungsservice von Gühring



Die Gühring Fräserarten

TM SP – Gewindefräser ohne Senkfase



- einfache und kostengünstige Variante für das Fräsen von Innengewinden
- 2-3 Gewindegroßen mit gleicher Steigung können über das angegebene Nennmaß hergestellt werden
- Anwendung nur in Werkstoffen $\leq 1000 \text{ N/mm}^2$
- mit oder ohne Innenkühlung verfügbar

Gewindearten: M, MF, UNC, UNF, G, NPT, NPTF

TMC SP – Gewindefräser mit 45° Senkfase



- Senken und Gewindefräsen mit nur einem Werkzeug
- hohe Laufruhe und geringe Seitenkräfte
- prädestiniert zur Anwendung in schwer zerspanbaren Materialien auch ohne Senkstufe
- 2-3 Gewindegroßen mit gleicher Steigung können über das angegebene Nennmaß hergestellt werden
- nur mit Innenkühlung verfügbar

Gewindearten: M, MF, UNC, UNF, G, NPT, NPTF

TMU SP – Universalgewindefräser mit Halseinstich



- universelle Anwendungsmöglichkeiten
- für verschiedene Gewindegroßen mit gleicher Steigung, z.B. Gewinde M30x1,5 mit Fräser $\varnothing 12 \times M1,5$, $\varnothing 16 \times M1,5$ oder $\varnothing 20 \times M1,5$
- nur mit Innenkühlung verfügbar

Gewindearten: M, MF, G, UN, NPT, NPTF und Außengewinde M, MF, G

DTMC SP – Bohrgwindefräser mit 2 Schneiden und 45° Fase



- Bohren, Senken und Gewindefräsen mit nur einem Werkzeug
- dadurch verringerte Bearbeitungszeiten und Werkzeugkosten sowie reduzierter Platzbedarf
- Anwendung nur in Aluminium, Gusswerkstoffen, Messing und Kunststoff
- mit oder ohne Innenkühlung verfügbar

Gewindearten: M, MF, UNC, UNF

MTM 3 SP – Mikro-Gwindefräser (3-zahnige Variante)



- Gewindegroße und Steigung sind fest vorgegeben
- ausgezeichnete Eigenschaften bei höherfesten Werkstoffen wie Titan, VA etc.
- geeignet zur Bearbeitung von gehärteten Stählen 45HRC-65HRC
- Gewinde bis 3xD
- mit oder ohne Innenkühlung verfügbar

Gewindearten: M, MF, G, UNC, UNF, MJ, UNJC, UNJF

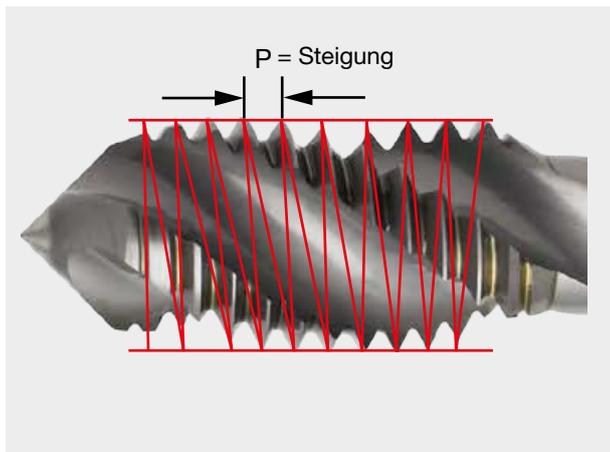
MTM 1 SP – Mikro-Gwindefräser (1-zahnige Variante)



- universelle Herstellung von Gewindenenddurchmessern bis zu einer maximalen Steigung
- nur ohne Innenkühlung verfügbar

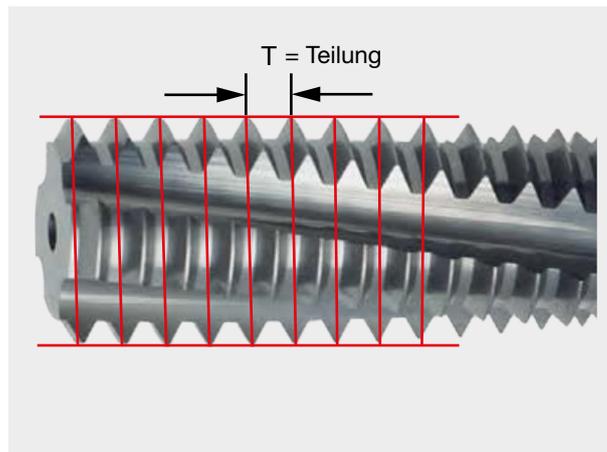
Gewindearten: M, MF

Gewindebohrer/-former



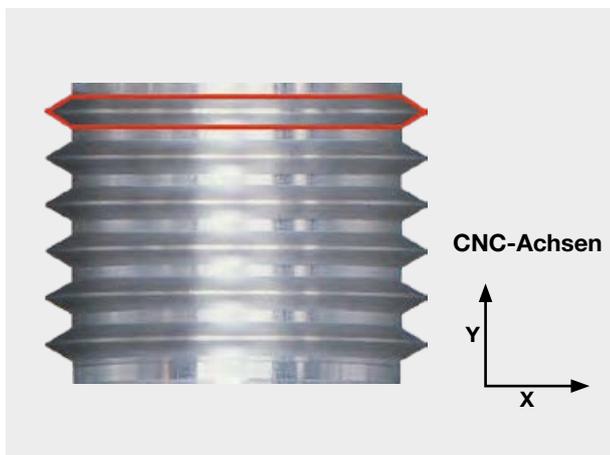
Die roten Linien zeigen den Steigungswinkel des Gewindes, der auf das Werkzeug geschliffen ist. Das heißt die Steigung wird vom Werkzeug in das Werkstück geschnitten.

Gwindefräser

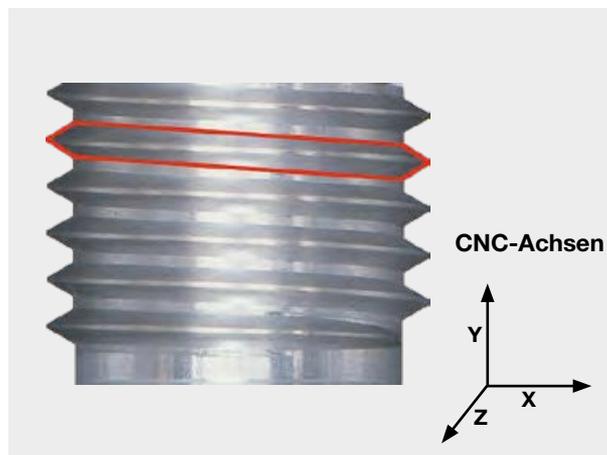


Die roten Linien zeigen, dass das Werkzeug über keinen Steigungswinkel verfügt. Die Steigung wird von einer CNC-Maschine mit der Z-Achse erzeugt.

Entstehung des Gewindes beim Gwindefräsen



Gewindeprofil ohne axiale Zustellung (Z-Achse) der Maschine.
Es entsteht ein Rillenprofil ohne Steigung.
Dabei entsteht kein funktionsfähiges Gewinde.



Durch die zusätzliche Programmierung der Z-Achse wird die benötigte Gewindesteigung erzeugt.

Hinweis:

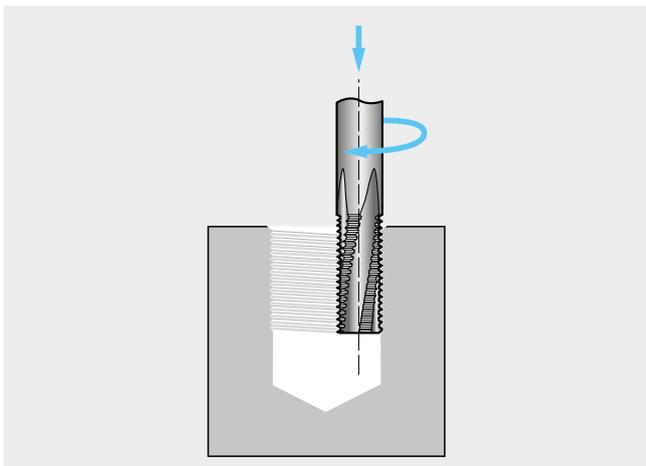
Aufgrund des diagonalen Fräsens im Steigungswinkel (**Z-Achse**) wird das Gewindeprofil des Werkzeugs **verzerrt auf das Bauteil übertragen**.

Je mehr sich der Fräserdurchmesser (80% vom Nenn.-Ø) dem Gewinde-Nenndurchmesser annähert und je höher die Gewindesteigung, desto ausgeprägter ist die Profilverzerrung.



Gegenlaufräsen

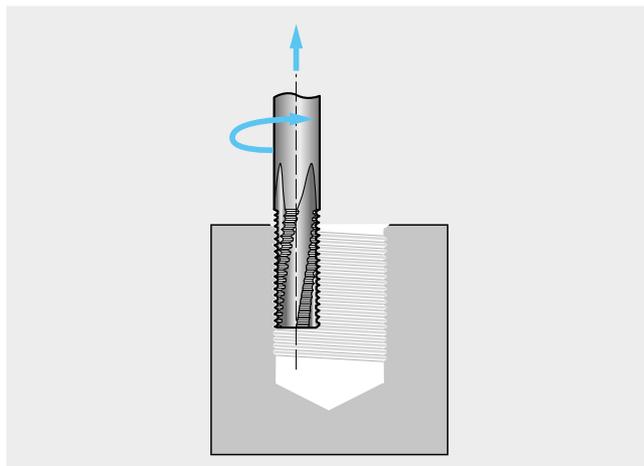
im Uhrzeigersinn, mit G02



Das Gegenlaufräsen wird bevorzugt bei der Bearbeitung von härteren Materialien oder zur Abhilfe gegen konische Gewinde eingesetzt.

Gleichlaufräsen

gegen Uhrzeigersinn, mit G03

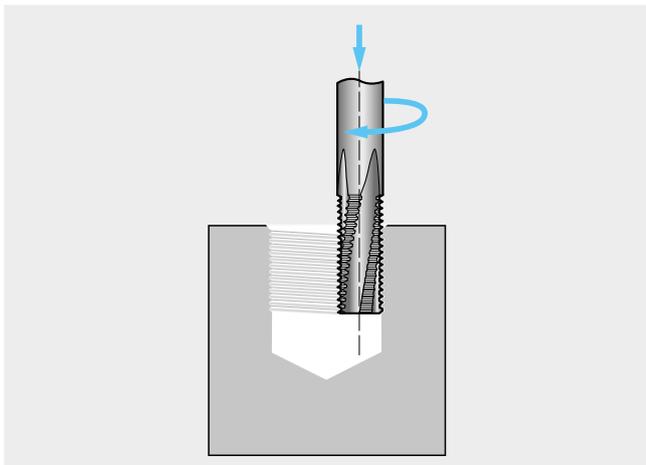


Das Gleichlaufräsen wird bei Gewindetiefen die kleiner als 1,5xD sind eingesetzt. Vorteil: wir bekommen eine bessere Oberfläche.

Gewindeherstellung mit einem Werkzeug

Rechtsgewinde

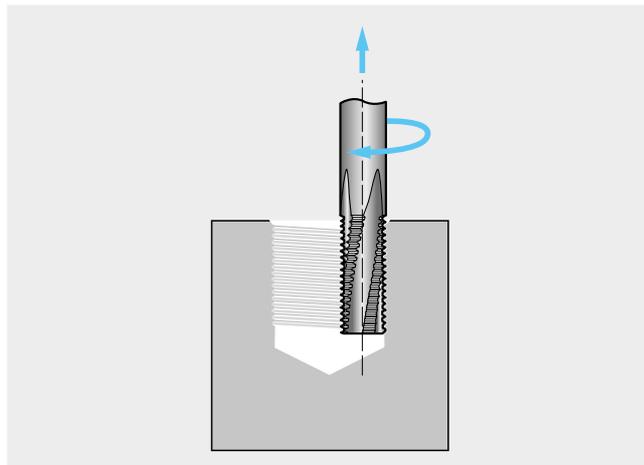
Gegenlaufräsen



Von oben nach unten Werkzeug rotiert rechts

Linksgewinde

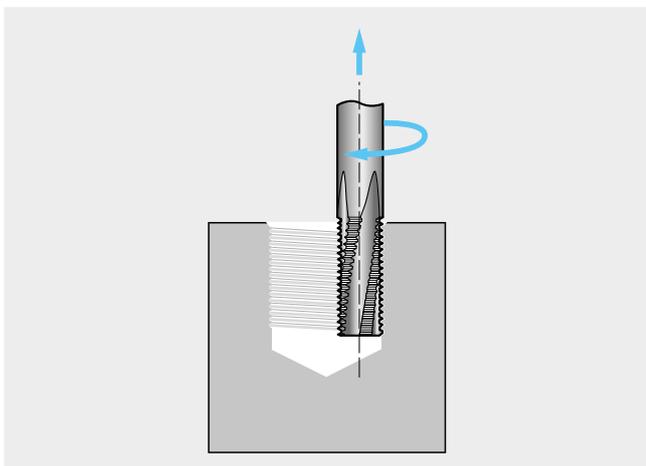
Gegenlaufräsen



Von unten nach oben Werkzeug rotiert rechts

Rechtsgewinde

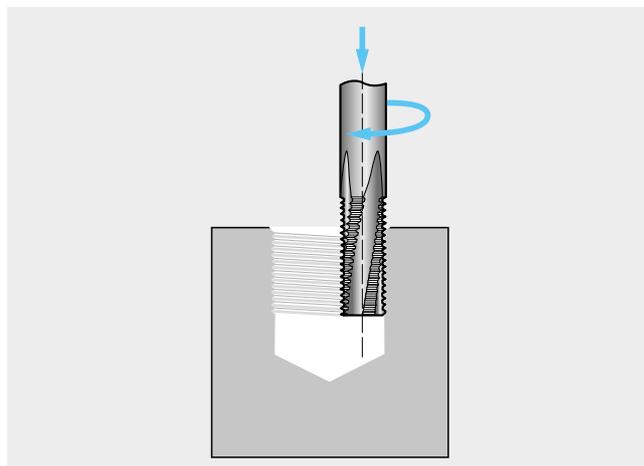
Gleichlaufräsen



Von unten nach oben Werkzeug rotiert rechts

Linksgewinde

Gleichlaufräsen



Von oben nach unten Werkzeug rotiert rechts



Darstellung	Modifikation	Effekt
	<p>Kühlritzen am Schaft</p>	<p>gezielte Kühlung ohne Schwächung des Werkzeugquerschnitts im Schneidbereich</p>
	<p>radiale Kühlmittelaustritte</p>	<p>gezielte Kühlung bei Durchgangsgewinden</p>
	<p>Gewindegänge entfernt</p>	<p>reduzierte Schnittkräfte aber längere Bearbeitungszeit, weil zwei Umläufe erforderlich sind</p>
	<p>Entgratschneide</p>	<p>Entfernen des unvollständigen Gewindegangs am Gewindeeinlauf ohne zusätzlichen Arbeitsgang</p>
	<p>erstes Gewindeprofil stirnseitig verlängert</p>	<p>Anfasen der Kernlochbohrung</p>
	<p>Hals einschleifen</p>	<p>ermöglicht axiale Schnittaufteilungen – sinnvoll für tiefe Gewinde</p>



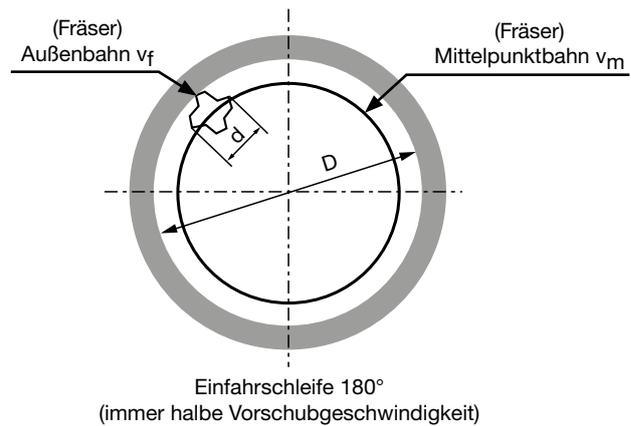
Programmangaben

Funktionen für das Gewindefräsen

G00 Eilgang	G90 absolute Maßangabe
G01 Vorschub	G91 inkrementale Maßangabe
G02 Kreisinterpolation (im Uhrzeigersinn)	M03 Spindel an (Rechtslauf)
G03 Kreisinterpolation (gegen Uhrzeigersinn)	M05 Spindel halt
G17 Ebenenauswahl x-y Achse	M08 Kühlschmierung einschalten
G18 Ebenenauswahl z-x Achse	X Achse
G19 Ebenenauswahl y-z Achse	Y Achse
G40 Aufheben der Werkzeugkorrektur	Z Achse
G41 Werkzeugbahnkorrektur (links der Kontur)	I Gewindesteigung parallel zur X-Achse
G42 Werkzeugbahnkorrektur (rechts der Kontur)	J Gewindesteigung parallel zur Y-Achse
G43 Werkzeug – Längenkompensation (aufrufen)	S Spindeldrehzahl
G49 Werkzeug – Längenkompensation (abwählen)	F Vorschub
G54 Nullpunktverschiebung	

CNC Innengewindefräsen

1. Anfahren auf Startposition
2. Auf Gewindetiefe in Bohrung fahren
3. 180° Einfahrschleife an die Kontur
4. 360° Vollkreisbewegung des Gewindefräasers
5. 180° Ausfahrschleife zur Bohrungsmitte
6. Im Eilgang aus der Bohrung fahren in Startposition



Berechnungsformeln

$$v_c = \frac{d \cdot \pi \cdot n}{1000}$$

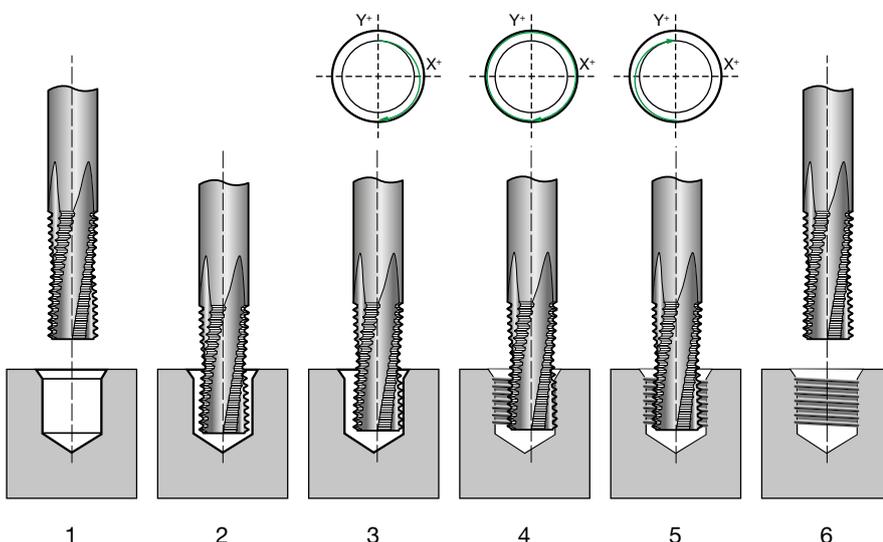
$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{d \cdot \pi}$$

$$v_f = n \cdot z \cdot f_z$$

$$v_m = \frac{v_f \cdot (D - d)}{D}$$

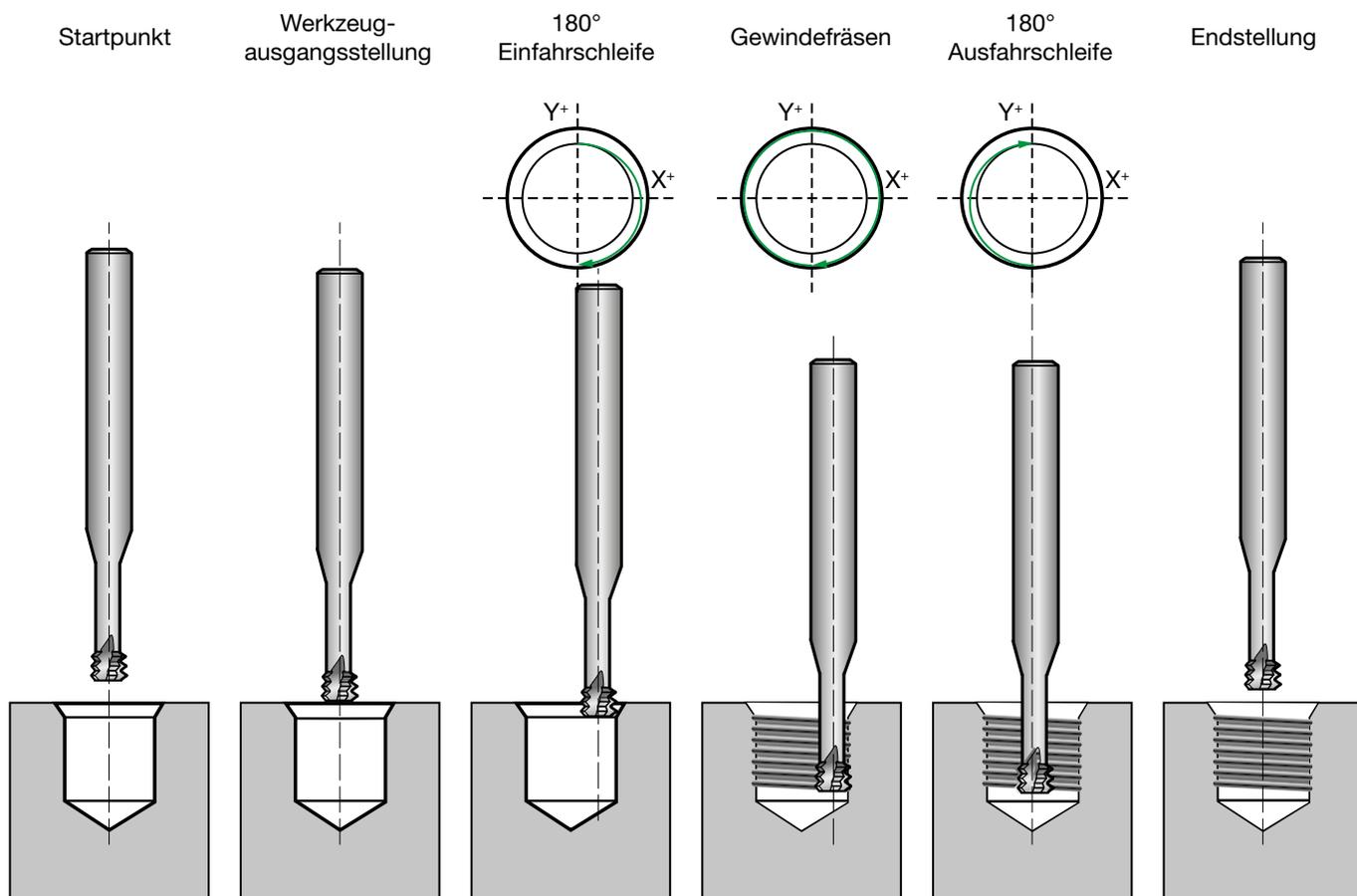
$$v_b = n \cdot f_b$$

v_c = Schnittgeschwindigkeit
 v_f = Konturvorschub
 v_m = Mittelpunktbahnvorschub
 n = Drehzahl
 z = Schneidenzahl
 f_z = Vorschub pro Zahn
 f_b = Bohrvorschub pro Umdrehung*
 v_b = Bohrvorschubgeschwindigkeit*
 D = Gewinde-Nenndurchmesser [mm]
 d = Fräser-Außendurchmesser [mm]
 * für das Bohrgewindefräsen





Programmierablauf Mikro-Gewindefräsen (Rechtsgewinde im Gegenlauf)



Möglichkeiten zur Reduzierung der Radialkräfte

Zur Reduzierung der Radialkräfte können Schnittaufteilungen vorgenommen werden:

Vorteil:

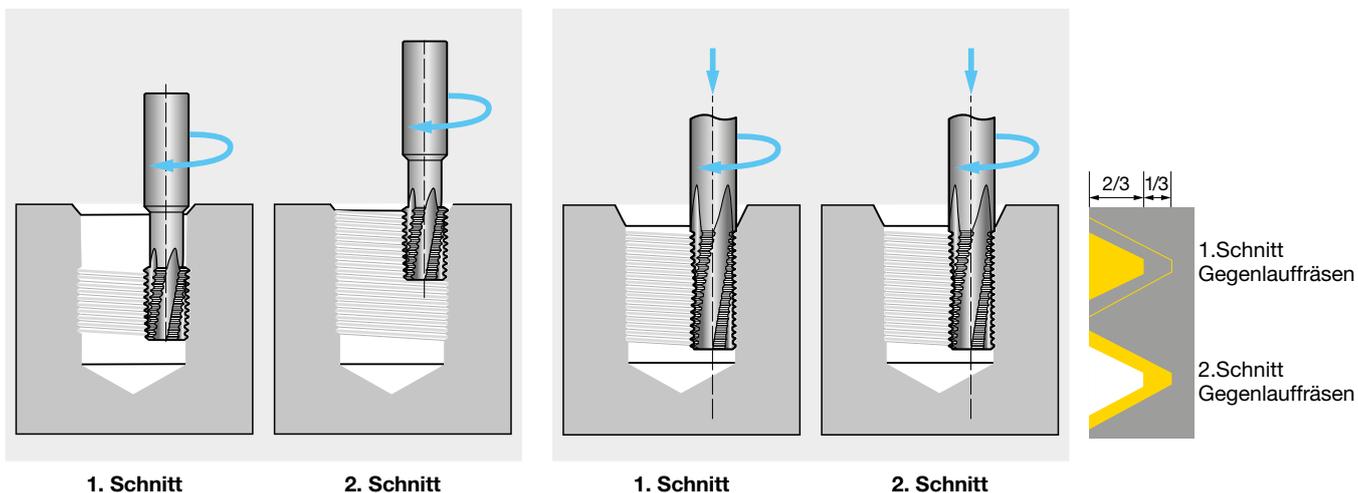
- für größere Gewindetiefen
- wirkt konischen Gewinden entgegen
- für labile Aufspannungen

Nachteil:

- höherer Werkzeugverschleiß
- höhere Fertigungszeit

Axiale Schnittaufteilung

Radiale Schnittaufteilung





Auswahl des richtigen Spannfutters

Die richtige Werkzeugspannung spielt auch beim Gewindefräsen eine zentrale Rolle. Gewindefräser sollten grundsätzlich so kurz wie möglich eingespannt werden. Eine kompakte und mechanische Spannkraft ist zu bevorzugen. Der Rundlauffehler sollte 0,02 Millimeter nicht überschreiten.

KraftSpannfutter



max. zulässiger Rundlauffehler: 0,003 mm

Das KraftSpannfutter zeichnet sich durch einen äußerst präzisen Rundlauf aus. Die hohen Spannkräfte und die optimale Laufruhe sind perfekte Voraussetzungen für die Herstellung von Gewinden in allen Werkstoffen bis hin zu großen Steigungen.

Zylinderschaftaufnahmen



max. zulässiger Rundlauffehler: 0,02 mm

Die Zylinderschaftaufnahme für HB- und HE-Schäfte ist ein robustes, günstiges Spannfutter mit höchster Spannkraft. Die Spannfläche verhindert das Verdrehen oder Herausziehen des Werkzeugs bei der Zerspanung. Die Zylinderschaftaufnahme ist daher für die Herstellung von Gewinden in allen Werkstoffen bis hin zu großen Steigungen geeignet.

Schrumpffutter



max. zulässiger Rundlauffehler: 0,005 mm

Das Schrumpffutter bildet mit dem eingeschrumpften Werkzeug eine starre Verbindung. Beim nicht sachgemäßen Einschrumpfen oder älteren Schrumpffuttern kann es zum Herausziehen des Werkzeugs kommen. Werkzeugbruch und ein eventueller Verlust des Bauteils wären die Folge. Deshalb ist das Schrumpffutter nur für Gewindesteigungen $< P=1,5$ mm geeignet.

HydrodehnSpannfutter



max. zulässiger Rundlauffehler: 0,005 mm

Das HydrodehnSpannfutter ist, ähnlich wie das Schrumpffutter, nur bedingt zum Gewindefräsen geeignet. Gerade bei hohen Radialkräften stößt dieses Spannfutter an seine Grenzen. Daher empfiehlt sich das HydrodehnSpannfutter für weichere Werkstoffe wie Aluminium und Gewindesteigungen $< P=1,5$ mm.

Spannzangenaufnahme



max. zulässiger Rundlauffehler: 0,01 mm

Die Spannzangenaufnahme ist sehr gut für das Mikrogewindefräsen geeignet, da hier nur eine axiale Belastung entsteht. Die geringen Spannkräfte lassen lediglich das Fräsen von weicheren Werkstoffen zu. Infolgedessen ist die Spannzangenaufnahme nicht für das gängige Gewindefräsen geeignet.

Der Gewindefräser im praktischen Einsatz

1.) Werkzeug spannen:

guter Rundlauf ist wichtig, deshalb so kurz und stabil wie möglich spannen.

2.) Werkzeugdaten im Maschinenspeicher eingeben

- 1.) Werkzeuglänge von vorderer Planseite, Bohrgewindefräser (DTMC) von Spitze abnehmen.
- 2.) Werkzeugradius am Werkzeug-Voreinstellgerät ausmessen. Grundsätzlich gilt: gemessener Radius – 0,022 x Steigung ergibt den Eingabewert im Werkzeugspeicher.

3.) Eingabe des CNC-Programmes in die Steuerung

(vorzugsweise als Unterprogramm an entsprechenden Positionen integrieren)

- a) Aufrufen eines steuerungseigenen Zykluses (Abläufe sollten bekannt sein)
- b) Einspielen eines Datenfiles aus unserer Threadmill-Software (DIN oder Heidenhain).

4.) Probelauf über dem Werkstück

- a) Werkzeuglängenmaß im Speicher um einen runden Wert je nach Eingriffslänge (z.B. 30 mm) verlängern oder Nullpunkt versetzen.
- b) Programm im Einzelsatz abfahren, optische Kontrolle der Werkzeugbahn beachten.
- c) Programm im Automatik Modus ablaufen lassen.

Achtung:

Bei Steuerungen, in denen nicht eindeutig klar ist welche Fräserbahn anliegt, muss geklärt werden, ob der Vorschub an der Außenbahn v_f liegt oder an der Mittelpunktbahn v_m . Grundsätzlich geben wir die Fräser-Mittelpunktbahn v_m an.

5.) Einsatz im Werkstück

Die Werkzeugverlängerung oder den Nullpunkt wieder zurücksetzen. Danach das Programm im Werkstück ablaufen lassen, die Vorschubregelung muss 100% angewählt sein. Sollte das Gewinde nicht lehrenhaltig sein, muss der Werkzeugradius im Werkzeugspeicher korrigiert werden:

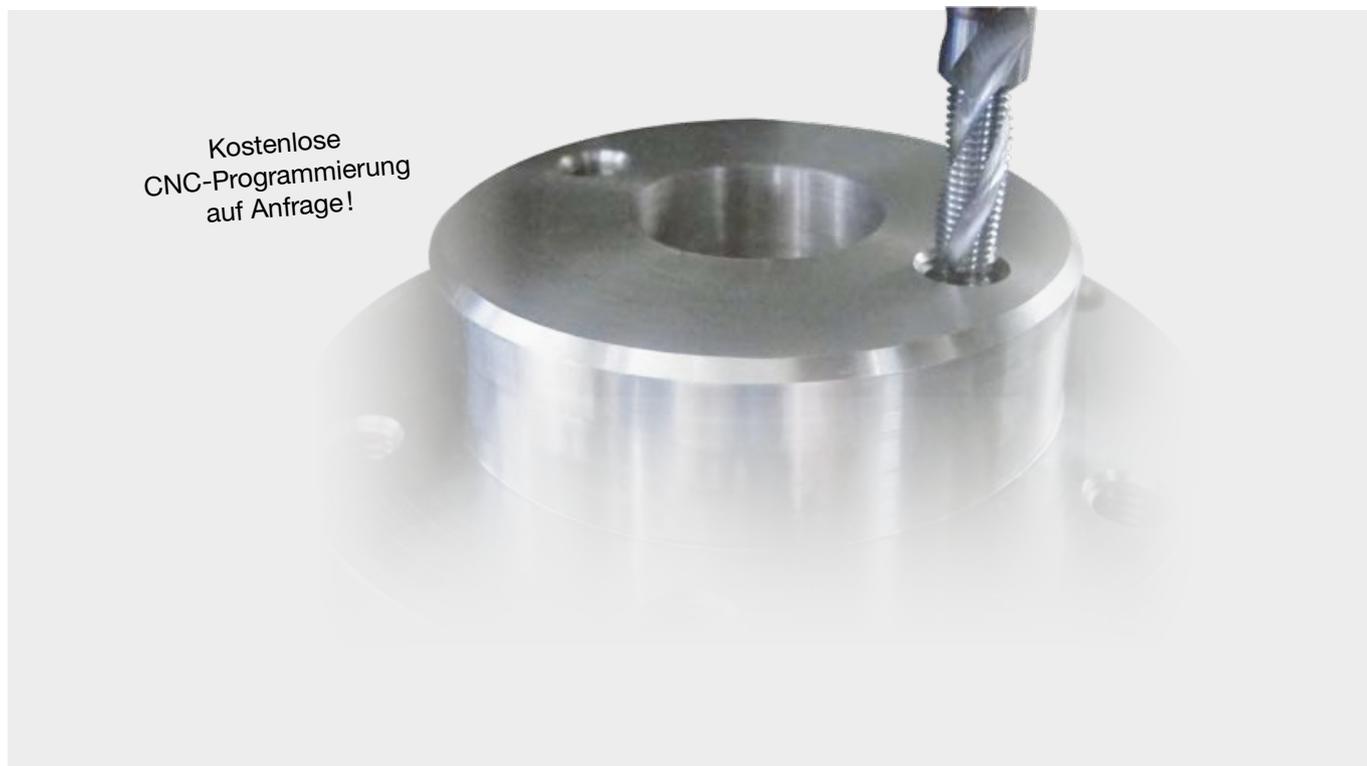
Beispiel:

- Gewinde zu eng: Radiuskorrektur – eingeben
- Gewinde zu groß: Radiuskorrektur + eingeben





TM SP – Gewindefräser ohne Senkfase



Bearbeitungsbeispiel Typ TM

Artikel Nr.:	3737 TiCN	Schnittgeschwindigkeit [v_c]:	80 m/min
Gewindeabmessung:	M10x(1)	Vorschub pro Zahn:	0,05 mm
Gewindetiefe:	20 mm / Sackloch	Bearbeitungsablauf:	Gegenlaufräsen
Material:	St- 37	Bearbeitungszeit:	6,9 sec.

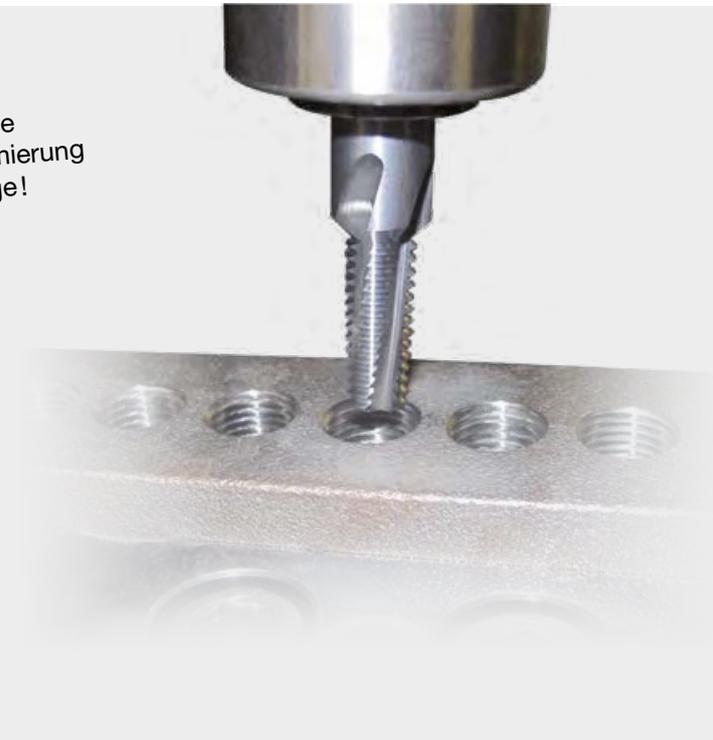
CNC-Programm

N10 M6 T1	
N20 G90 G54 G00 X0 Y0	
N30 Z2 S3203 M3 M8	Anstellen über Werkstück
N40 Z-18.70	Anstellen Gewindetiefe
N50 G91	Inkremental
N60 G42 G01 X0 Y3.975 F50	Radiuskompensation
N70 G02 X0 Y-9.005 I0 J-4.503 Z-0.150	Einfahrschleife 180°
N80 G02 X0 Y0 I0 J5.030 Z-1.000 F101	Gewindesteigung 360°
N90 G02 X0 Y9.005 I0 J4.503 Z-0.150	Ausfahrschleife 180°
N100 G40 G01 X0 Y-3.975	Radiuskompensation abwählen
N110 G90	Umschalten auf Absolut
N120 G00 Z2 M9	Eilgang auf Startposition
N130 M30	

TMC SP – Gewindefräser mit Senkfase 45°



Kostenlose
CNC-Programmierung
auf Anfrage!



Bearbeitungsbeispiel Typ TMC

Artikel Nr.:	3528 TiCN	Schnittgeschwindigkeit [v_c]:	100 m/min
Gewindeabmessung:	M12x(1,5)	Vorschub pro Zahn:	0,075 mm
Gewindetiefe:	18 mm / Sackloch	Bearbeitungsablauf:	Gegenlaufräsen
Material:	42CrMo4	Bearbeitungszeit:	4,15 sec.

CNC-Programm

N10 M6 T1	
N20 G90 G54 G00 X0 Y0	
N30 Z2 S1600 M3 M8	Anstellen über Werkstück
N40 Z-26.20	Anstellen Senkung 45°
N50 G01 Z-27.57 F85	Senken 45°
N60 G00 Z-16.05 S3199	Anstellen Gewindetiefe
N70 G91	Inkremental
N80 G42 G01 X0 Y4.975 F85	Radiuskompensation
N90 G02 X0 Y-11.015 I0 J-5.508 Z-0.225	Einfahrschleife 180°
N100 G02 X0 Y0 I0 J6.040 Z-1.5 F169	Gewindesteigung 360°
N110 G02 X0 Y11.015 I0 J5.508 Z-0.225	Ausfahrschleife 180°
N120 G40 G01 X0 Y-4.975	Radiuskompensation abwählen
N130 G90	Umschalten auf Absolut
N140 G00 Z2 M9	Eilgang auf Startposition
N150 M30	

TMU SP – Universalgewindefräser



Kostenlose
CNC-Programmierung
auf Anfrage!



Bearbeitungsbeispiel Typ TMU

Artikel Nr.:	3541 Ø 12xM1 TiCN	Schnittgeschwindigkeit [v_c]:	60 m/min
Gewindeabmessung:	M28x1	Vorschub pro Zahn:	0,05 mm
Gewindetiefe:	12 mm / Sackloch	Bearbeitungsablauf:	Gegenlaufräsen
Material:	VA [1.4301]	Bearbeitungszeit:	28,96 sec.

CNC-Programm

N10 M6 T1	
N20 G90 G54 G00 X0 Y0	
N30 Z2 S1598 M3 M8	Anstellen über Werkstück
N40 Z-10.70	Anstellen Gewindetiefe
N50 G91	Inkremental
N60 G42 G01 X0 Y5.975 F92	Radiuskompensation
N70 G02 X0 Y-20.015 I0 J-10.008 Z-0.150	Einfahrschleife 180°
N80 G02 X0 Y0 I0 J14.040 Z-1.000 F184	Gewindesteigung 360°
N90 G02 X0 Y20.015 I0 J10.008 Z-0.150	Ausfahrschleife 180°
N100 G40 G01 X0 Y-5.975	Radiuskompensation abwählen
N110 G90	Umschalten auf Absolut
N120 G00 Z2 M9	Eilgang auf Startposition
N130 M30	

DTMC SP – Bohrgewindefräser



Kostenlose
CNC-Programmierung
auf Anfrage!



Bearbeitungsbeispiel Typ DTMC

Artikel Nr.:	3779 blank	Schnittgeschwindigkeit [v_c]:	230 m/min
Gewindeabmessung:	M8x(1,25)	Bohrvorschub:	0,1 mm / U
Gewindetiefe:	15 mm / Sackloch	Vorschub pro Zahn:	0,05 mm
Material:	AlSi 10%	Bearbeitungsablauf:	Gegenlaufräsen
		Bearbeitungszeit:	3,44 sec.

CNC-Programm

N10 M6 T1	
N20 G90 G54 G00 X0 Y0	
N30 Z2 S11529 M3 M8	Anstellen über Werkstück
N40 G01 Z-1 F577	Anbohren (bessere Zentrierung)
N50 G01 Z-19.86 F1153	Bohren auf Kernlochtiefe mit Senkung 45°
N60 G00 Z2 S11529	Eilgang aus Bohrung zum Späne ausspülen
N70 Z-13.38	Anstellen Gewindetiefe
N80 G91	Inkremental
N90 G42 G01 X0 Y3.175 F122	Radiuskompensation
N100 G02 X0 Y-7.205 I0 J-3.603 Z-0.188	Einfahrschleife 180°
N110 G02 X0 Y0 I0 J4.030 Z-1.250 F245	Gewindesteigung 360°
N120 G02 X0 Y7.205 I0 J3.603 Z-0.188	Ausfahrschleife 180°
N130 G40 G01 X0 Y-3.175	Radiuskompensation abwählen
N140 G90	Umschalten auf Absolut
N150 G00 Z2 M9	Eilgang auf Startposition
N160 M30	

TMU SP – Universalgewindefräser für Außengewinde



Kostenlose
CNC-Programmierung
auf Anfrage!



Programmierbeispiel M14x1,5 – 6g (Außengewinde)

Werkzeugtyp: TMU D12x20xM1,5-A TiCN Z=4 (Werkzeug-Ø 11,95 mm)

(Alternativ kann auch TMU D16x25xM1,5-A TiCN Z=5 eingesetzt werden)

Material: 38MnSiV5

Parameter: $v_c = 130$ m/min, $f_z = 0,06$ (Gegenlaufräsen) $v_f = 831$ mm/min, $v_m = 1548$ mm/min

N10 M6 T1

N20 G90 G54 G00 X0 Y0

N30 Z2 S3463 M3 M8

Verfahren zentrisch über Bolzen

N40 G91

Inkremental

N50 X7.033 Y11.99

Startposition seitlich vom Bolzen

N60 G01 Z-14.5

Fahren auf Starttiefe

N70 G42 G01 X0 Y-5.975

Radiuskompensation

N80 G01 X-7.033 Y0.000 F774

Linearer Einfahrweg

N90 G03 X0.000 Y0.000 Z1.5 I0 J-6.015 F1548

Gewindesteigung 360°

N100 G01 X-7.033 Y0.000

Linearer Ausfahrweg

N110 G40 G01 X0.000 Y5.975

Radiuskompensation abwählen

N120 G90

Umschalten auf Absolut

N130 G80 G00 Z2 M9

Endposition über den Bolzen

N140 M30

TYP TM SP – für NPT Gewinde (konisch, Kegel 1:16)



Kostenlose
CNC-Programmierung
auf Anfrage!



Programmierbeispiel NPT ¼-18: (konisch, Kegel 1:16)

Werkzeugtyp:	TM D 9,95x19,05xNPT18 IK (4-Schneiden)
Werkzeug-Ø :	d1 = 9,95 mm (am ersten Zahn gemessen)
Werkzeuglänge:	Gemessen an der Stirnfläche
Kernloch-Ø:	Ø 11,10 mm zylindrisch (bevorzugt konisch vorbearbeitet D1 = 11,36 mm / d1 = 11,10 mm)
Material:	16 Mn Cr 5
Parameter:	$v_c = 70$ m/min, $f_z = 0,05$ (Gegenlaufräsen) $v_f = 447$ mm/min, $v_m = 102$ mm/min

N10 M6 T1

N20 G90 G54 G00 X0.000 Y0.000

N30 Z2.000 S2239 M3 D1

Anstellen über Werkstück

N40 G00 Z-10.016

Werkzeug in Bohrung fahren

N50 G91

Inkremental

N60 G42 G01 X0.000 Y4.975 F1000

Radiuskompensation

N70 G02 X0.000 Y-11.432 I0.000 J-5.716 Z-0.212 F51

Einfahrschleife 180°

N80 G02 X-6.457 Y6.457 I0.000 J6.457 Z-0.353 F102

¼ Gang, ohne Korrektur

N90 G02 X6.445 Y6.445 I6.445 J0.000 Z-0.353

¼ Gang, mit Korrektur

N100 G02 X6.434 Y-6.434 I0.000 J-6.434 Z-0.353

¼ Gang, mit Korrektur

N110 G02 X-6.423 Y-6.423 I-6.423 J0.000 Z-0.353

¼ Gang, mit Korrektur

N120 G02 X0.000 Y11.387 I0.000 J5.694 Z-0.212

Ausfahrschleife 180°

N130 G40 G01 X0.000 Y-4.975 F1000

Radiuskompensation abwählen

N140 G90

Umschalten auf Absolut

N150 G53 G00 Z2.000

Eilgang auf Startposition

N160 M30

MTM 3 SP Mikro-Gewindefräser



Kostenlose
CNC-Programmierung
auf Anfrage!

Mikro-Gewindefräser

Die Vollhartmetall-Mikro-Gewindefräser wurden speziell für kleine Gewindebohrungen entwickelt:

- ausgezeichnete Eigenschaften bei höherfesten Werkstoffen (z.B. Titanlegierungen, rostfreie Stähle u.v.m.)
- Sackloch- und Durchgangsgewinde bis 3xD
- geringer Schnittdruck
- hervorragende Gewindequalität
- kurze Bearbeitungszeiten
- auch für weichere Werkstoffe geeignet (z.B. Aluminium oder Kunststoffe)



Programmierbeispiel: M3x(0.5) MTM 3 SP

Werkstoff: TiAl6V4
Gewinde: M3, Tiefe 7,0 mm / Sackloch
Werkzeug: MTM 3 SP M3x(0,5) Werkzeug-Ø 2,4 mm Z=3
Parameter: $v_c = 40$ m/min, $f_z = 0,025$ (Gegenlaufräsen) $v_f = 398$ mm/min, $v_m = 84$ mm/min

N10 M6 T1

N20 G90 G54 G00 X0 Y0

N30 Z2 S5305 M3 M8

N40 Z0.1

N50 G91

N60 G42 G01 X0 Y1.200 F42

N70 G02 X0 Y-2.720 I0 J-1.360 Z-0.075

N80 G02 X0 Y0 I0 J1.520 Z-0.500 F84

Anzahl Wiederholungen von Satz N80 =15

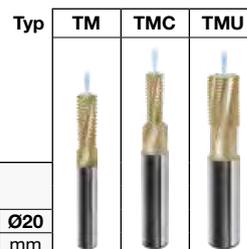
N90 G02 X0 Y2.720 I0 J1.360 Z-0.075

N100 G40 G01 X0 Y-1.200

N110 G90

N120 G00 Z2 M9

N130 M30



Schnittwertempfehlungen Gewindefräser

ISO	Werkstoffgruppe	Schnittgeschw. v_c (m/min)	Vorschub mm / Zahn fz bei \varnothing (Gegenlaufräsen) Frästeildurchmesser													Typ				
			$\varnothing 2$	$\varnothing 3$	$\varnothing 4$	$\varnothing 5$	$\varnothing 6$	$\varnothing 7$	$\varnothing 8$	$\varnothing 9$	$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	$\varnothing 14$	$\varnothing 16$	$\varnothing 18$	$\varnothing 20$	TM	TMC	TMU	
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm				
P	Allgemeine Baustähle	110	0,02	0,02	0,025	0,03	0,035	0,045	0,05	0,055	0,06	0,06	0,065	0,065	0,07	0,08	++	++	++	
	Automatenstähle		90	0,015	0,015	0,02	0,025	0,03	0,035	0,04	0,045	0,05	0,05	0,05	0,055	0,06	0,07	+	++	++
	Unlegierte Einsatzstähle																	Legierte Vergütungsstähle	Legierte Werkzeugstähle	
M	Rost- und säurebeständige Stähle, geschwefelt	60	0,01	0,01	0,015	0,02	0,025	0,03	0,03	0,035	0,04	0,045	0,05	0,05	0,055	0,06	+	++	++	
K	Grauguss, Gusseisen mit Kugelgraphit Temperguss	120	0,02	0,02	0,025	0,03	0,035	0,045	0,05	0,055	0,06	0,06	0,065	0,07	0,08	0,1	++	++	++	
N	Nichteisenmetalle: Aluminium und andere	250	0,03	0,035	0,04	0,045	0,05	0,055	0,06	0,065	0,07	0,08	0,085	0,09	0,1	0,12	++	++	++	
	Nichteisenmetalle, Kupferleg.	350	0,03	0,04	0,045	0,05	0,055	0,055	0,06	0,07	0,075	0,085	0,09	0,1	0,12	0,15	++	++	++	
S	Kunststoffe																35	0,01	0,01	0,015
H	Geh. Stahl [max. 55 HRC]	25	-	0,005	0,005	0,01	0,012	0,014	0,018	0,02	0,02	0,022	0,025	0,03	0,035	0,04	+	++	+	

Bemerkung: In gehärteten Stählen bis max. 55HRC muss in 3 Durchgängen im Durchmesser programmiert werden!

Schnittwertempfehlungen Bohrgewindefräser 2xD, 2,5xD

ISO	Werkstoffgruppe	Schnittgeschw. v_c (m/min)	Vorschub mm / Zahn fz bei \varnothing (Gegenlaufräsen) Frästeildurchmesser																Typ
			M3		M4		M5		M6		M8		M10		M12				
			fb mm/U	fz mm	fb mm/U	fz mm	fb mm/U	fz mm	fb mm/U	fz mm	fb mm/U	fz mm	fb mm/U	fz mm	fb mm/U	fz mm			
K	Grauguss, Gusseisen mit Kugelgraphit Temperguss	100	0,05	0,01	0,06	0,02	0,07	0,025	0,08	0,035	0,1	0,04	0,12	0,055	0,14	0,065	+		
N	Nichteisenmetalle: Aluminium und andere	230	0,06	0,015	0,07	0,025	0,08	0,03	0,1	0,04	0,12	0,05	0,15	0,07	0,18	0,08	++		
	Nichteisenmetalle, Kupferleg.	300	0,07	0,02	0,08	0,03	0,09	0,04	0,12	0,05	0,13	0,06	0,18	0,09	0,2	0,12	++		
Kunststoffe	++																		

Schnittwertempfehlungen Mikro-Gewindefräser

ISO	Werkstoffgruppe	Schnittgeschw. v_c (m/min)	Vorschub mm / Zahn fz bei \varnothing (Gegenlaufräsen) Frästeildurchmesser													Typ			
			$\varnothing 1$	$\varnothing 1.5$	$\varnothing 2$	$\varnothing 3$	$\varnothing 4$	$\varnothing 5$	$\varnothing 6$	$\varnothing 7$	$\varnothing 8$	$\varnothing 9$	$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	$\varnothing 14$	MTM 3	MTM 1	MTMH 3	
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm				
P	Allgemeine Baustähle	70 - 120	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,1	0,12	++	++	-	
	Automatenstähle		60-90	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,1	++	++	-
	Unlegierte Einsatzstähle																Legierte Vergütungsstähle	Legierte Werkzeugstähle	
M	Rost- und säurebeständige Stähle, geschwefelt	40-80	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	++	++	-	
	austenitische	40-80	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	++	++	-	
martensitische	++															++	-		
K	Grauguss, Gusseisen mit Kugelgraphit Temperguss	60-80	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,1	0,12	++	++	-	
N	Nichteisenmetalle: Aluminium und andere	80 - 150	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,1	0,11	0,12	0,14	++	++	-	
	Nichteisenmetalle, Kupferleg.	60 - 200	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,1	0,11	0,12	0,13	0,15	++	++	-	
Kunststoffe	++															++	+		
S	Sonderlegierungen und Titan	20-40	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	++	++	+	
H	Geh. Stahl (max. 65 HRC)	40-50	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,035	0,035	0,04	0,045	0,045	0,05	0,055	0,06	-	-	++	

Bitte beachten:

Die in den jeweiligen Spalten angegebenen Schnittwerte sind Richtwerte, diese müssen je nach Einsatzbedingungen (Material, Schmiering, Werk zeugspannung, Maschine, usw.) angepasst werden.

Je nach Einsatzfall können die optimalen Schnittwerte um bis zu $\pm 30\%$ der Tabelle abweichen!

Gühring Threadmill

(CNC-Programmierung leicht gemacht) Die Gühring Threadmill-Software erleichtert die CNC-Programmierung erheblich. Mit Hilfe einer übersichtlichen Eingabemaske gibt der Anwender alle erforderlichen Daten wie zum Beispiel Gewindefräser typ, Gewindeart, und Durchmesser, Maschinenparameter etc. ein und erhält auf dieser Datenbasis sofort das entsprechende CNC-Programm.

Auf Anfrage gibt es die Software kostenlos, für DIN oder Heidenhain Steuerung.

++ optimal geeignet + gut geeignet

Fehler und Schwierigkeiten mit neuen Gewindefräsern

Fehler	Ursachen	Gegenmaßnahmen
<p>1. Gewinde wird zu groß oder zu klein</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ falscher Radius im CNC-Programm und somit falscher Kreis gefräst 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Korrigieren des Fräserradius bis Gewinde maßhaltig
<p>2. Gewinde nicht zylindrisch</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ zu hoher Vorschub ■ Gleichlaufräsbahn bei langen Gewinden 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Vorschub reduzieren ■ Fräsrichtung ändern auf Gegenlauf
<p>3. Gewinde hat schlechte Oberfläche, Rattermarken</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ zu hohe Schnittgeschwindigkeit ■ Werkzeug- oder Werkstückspannung nicht optimal 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Schnittwerte anpassen ■ Werkzeug- und Werkstückspannung überprüfen
<p>4. Werkzeugbruch</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fehler im CNC-Programm ■ zu hohe Schnittwerte 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Überprüfung des CNC-Programms ■ Schnittwerte anpassen
<p>5. Standweg zu gering</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ zu hohe Schnittwerte ■ Werkzeug ohne Beschichtung im Einsatz ■ schlechte Schmierung und schlechter Späneabtransport 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Schnittwerte anpassen ■ Beschichtets Werkzeug einsetzen ■ Schmierung verbessern, Werkzeugkühlung durch die Spindel
<p>6. Werkzeugbruch beim Bohrgewindefräser</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Spanprobleme beim Bohren ■ zu hohe Vorschubwerte beim Bohren 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Werkzeug mit IK einsetzen ■ Entspanzyklen einbauen

Gratfreie Gewindebearbeitung am Gewindeeinlauf – kein Problem für Gühring Gewindefräser

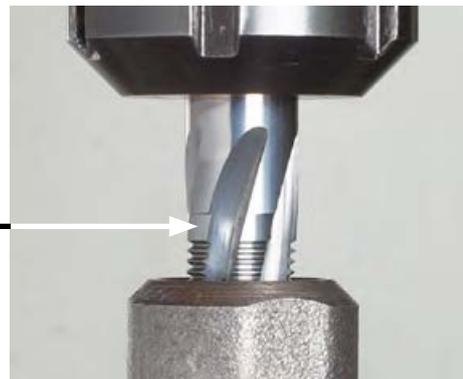
Problem:

Gratbildung am Gewindeeinlauf
(Flittergrat, Engelshaar)



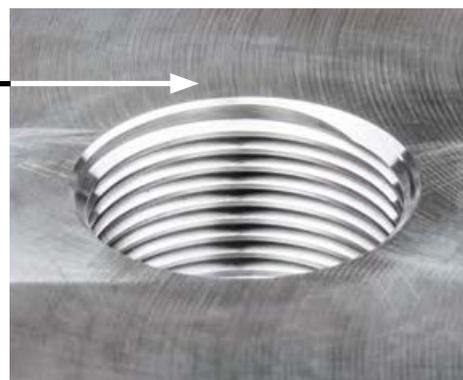
Lösung:

Sonderwerkzeug
mit hinterschliffener Entgratschneide



Ergebnis:

Bei entsprechender Eintauchtiefe wird beim Gewindefräsen der unvollständige gratbehaftete Gewindeeinlauf abgefräst



Zur Ausarbeitung von Sonderlösungen stehen wir Ihnen gerne jederzeit mit unserem technischen Know-How zur Seite.



Sondergewindefräser

Sie finden in unserem breit gefächerten Gewindefräserprogramm nicht das passende Werkzeug?
Dann liefern wir Ihnen gerne das auf Ihren Bearbeitungsfall optimal abgestimmte Werkzeug als Sonderlösung.
Bitte sprechen Sie uns an!



Nachschleifen und Nachbeschichten

Gühring bietet einen lebenslangen Nachschleif- und Nachbeschichtungsservice für Gewindefräser an. Durch fachgerechtes Nachschleifen und Nachbeschichten mit Originalgeometrien und Originalschichten stellt Gühring die 100prozentige Leistungsfähigkeit des Werkzeugs wieder her.



Nachschleifservice

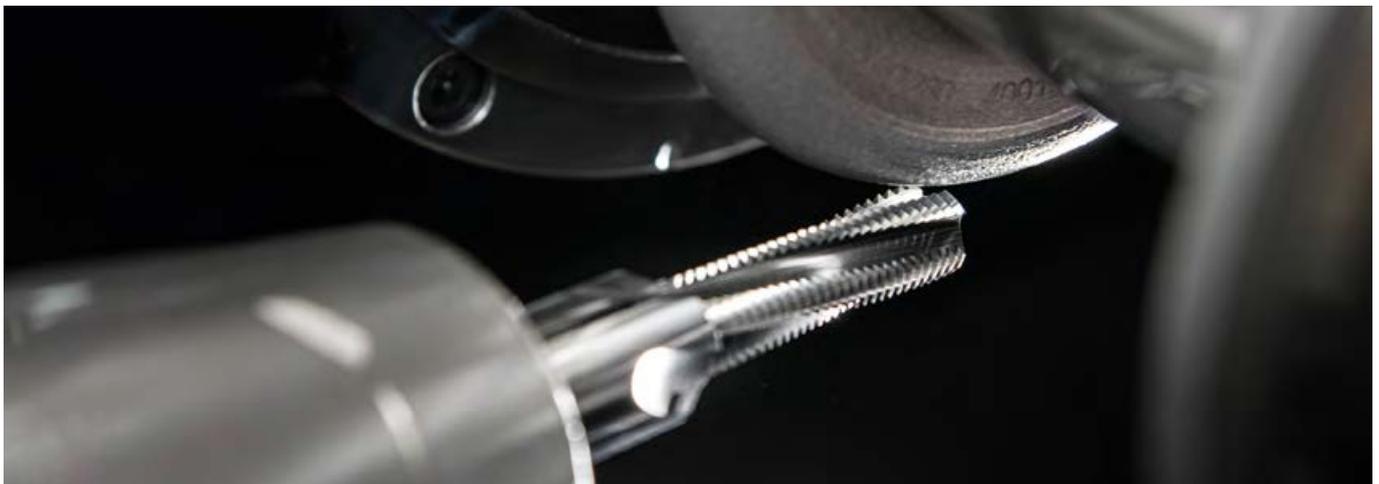
In unseren Dienstleistungszentren werden die Werkzeuge je nach Abstumpfungsgrad an der Spanfläche (Spanbrust) nachgeschliffen. Je nach Verschleißmarkenbreite ist dieser Nachschleifservice zwei bis dreimal möglich (ab Frästeildurchmesser $d_1 > 5,0$ mm).

Um den Frästeildurchmesser d_1 neu zu definieren, wird die Anzahl der Nachschliffe am Schaftende mit einer Kerbe versehen. Das heißt jede Kerbe wird einem Durchmesser zugeordnet und neu beschriftet.



Nachbeschichten

War ein Gewindefräser ursprünglich mit einer Beschichtung veredelt, wird das Werkzeug im Anschluss an den Nachschliff neu beschichtet. So werden nicht nur der Verschleiß- und Korrosionsschutz sowie optimale Gleiteigenschaften wiederhergestellt, sondern auch die Lebensdauer des Werkzeugs wird verlängert.





Reib-, Senk- und Entgrat- werkzeuge

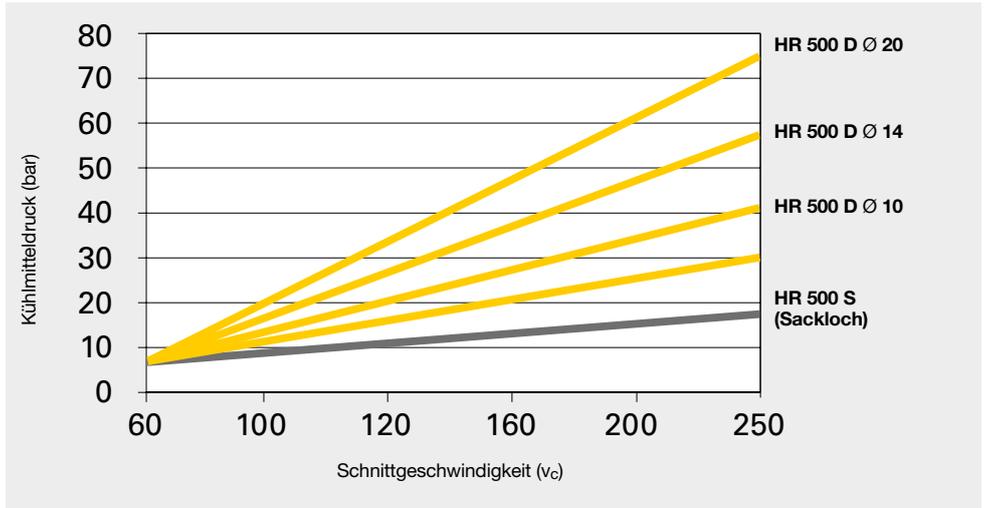
GÜHRING

Seite

158	Optimale Kühlschmierstoffzufuhr für HR 500-Reibahlen
159	Troubleshooting
160	IT-Toleranzfelder für Bohrungen in μm
163	Reibahlen-Herstellungstoleranzen
166	ISO-Grundtoleranzen
167	Herstellungstoleranzen nach DIN 1420
168	Bezeichnungen nach DIN 1420
169	Oberflächenqualität
170	Erreichbare Oberflächenqualität beim Reiben
171	Härtevergleich
172	Auswahl und Anwendung
174	Spezielle Einsatzempfehlungen zum Reiben mit Maschinen-Reibahlen
175	Weitere Informationen
176	Grundlagen



Kühlmitteldruck



Richtwerte für den Kühlmitteldruck in Abhängigkeit von der Schnittgeschwindigkeit, gültig für Standardbaumaße. Ausreichende Volumenleistung der Kühlmittelpumpe vorausgesetzt.





Angepasste Schnittgeschwindigkeit, richtig gewählter Vorschub und gute Kühlschmierung sind beim Reiben oberstes Gebot. Reibahlen folgen dabei – mit Ausnahme der Stirn-Reibahlen oder sehr kurzen Reibahlen – stets der Vorbohrung, sie beseitigen also keine Fluchtungsfehler. Fluchtungsfehler zwischen Spindelachse und Achse der Vorbohrung können mit Hilfe eines Pendelhalters ausgeglichen werden, speziell bei zu großer Bohrung. Auf dieser Seite werden einige typische Fehler und ihre Ursachen dargestellt.

Begriffsdefinition:

- Sollmaß** gefordertes Endmaß der Bohrung definiert als Größt- bzw. Kleinmaß des Toleranzfeldes
- Reibmaß** das tatsächlich erreichte Endmaß
- "Bohrung"** bezeichnet die nach dem Reiben erzielte Bohrung

1 Bohrung zu groß

- Reibwerkzeughdurchmesser zu groß
- Schnittgeschwindigkeit zu hoch
- Rundlauf Maschinenspindel mangelhaft
- Anschnitt Reibahle zu kurz bzw. ungleichmäßig
- Aufbau an Schneiden durch falsche Schnittgeschwindigkeiten oder schlechte Schmierung
- Kühlschmierstoff ungeeignet, zu große Bohrungen durch Ölschmierung

2 Bohrung zu klein

- Werkzeug stumpf. Schneidet nicht, schabt nur noch
- Schnittgeschwindigkeit zu gering
- Werkstück ist sehr dünnwandig und federt zurück
- Reibaufmaß zu gering, Werkzeug drückt
- Bohrung ist unrund durch Verspannen

3 Bohrung wird konisch

- Werkzeug schlägt in Spindel
- Anschnitt fehlerhaft
- Achsversatz zwischen Werkzeug und Vorbohrung. Pendelhalter benutzen
- Vorbearbeitung ungenau

4 Oberflächenqualität ungenügend

- Schnittgeschwindigkeit zu gering
- Schmierung fehlt oder ist nicht ausreichend, dadurch Aufbau an den Schneiden
- Werkzeug beschädigt, z. B. Schneidkante ausgebrochen
- Rundlauffehler der Maschinenspindel
- Spanfluss ist behindert

5 Falsches Stichmaß

- Stichmaß der Vorbohrung stimmt nicht
- Rundlauffehler der Maschinenspindel
- ggf. Pendelhalter einsetzen
- ggf. pilotieren um vorgebohrte Position zu korrigieren

6 Rattermarken in der Bohrung

- Vorschub zu gering
- Schneidenaufbau
- Fettgehalt im Kühlschmiermittel zu gering
- Rundfase zu schmal
- Aufmaß zu gering
- Werkzeug sitzt nicht fest genug in der Werkzeugaufnahme
- Rundlauffehler der Maschinenspindel

7 Reibahle klemmt und bricht

- Position zur Vorbohrung stimmt nicht
- Verjüngung zu gering
- Rundfase zu breit
- Vorbohrung zu klein
- Anschnitt stumpf/nicht gleichmäßig geschliffen
- Vorschub zu hoch
- Spänestau - Vorschub erhöhen um kürzere Späne zu erreichen

8 Vorschubriefen in der Bohrung

- Schnittgeschwindigkeit zu gering
- Werkzeug verschlissen
- Schneidenausbrüche
- Aufbau an den Schneiden
- Position zur Vorbohrung stimmt nicht
- Schmierung nicht ausreichend



Nennmaßbereich in mm		A		B				C			
über	bis	9	11	8	9	10	11	8	9	10	11
0	3	+295	+330	+154	+165	+180	+200	+74	+85	+100	+120
		+270	+270	+140	+140	+140	+140	+60	+60	+60	+60
3	6	+300	+345	+158	+170	+188	+215	+88	+100	+118	+145
		+270	+270	+140	+140	+140	+140	+70	+70	+70	+70
6	10	+316	+370	+172	+186	+208	+240	+102	+116	+138	+170
		+280	+280	+150	+150	+150	+150	+80	+80	+80	+80
10	18	+333	+400	+177	+193	+220	+260	+122	+138	+165	+205
		+290	+290	+150	+150	+150	+150	+95	+95	+95	+95
18	30	+352	+430	+193	+212	+244	+290	+143	+162	+194	+240
		+300	+300	+160	+160	+160	+160	+110	+110	+110	+110
30	40	+372	+470	+209	+232	+270	+330	+159	+182	+220	+280
		+310	+310	+170	+170	+170	+170	+120	+120	+120	+120
40	50	+382	+480	+219	+242	+280	+340	+169	+192	+230	+290
		+320	+320	+180	+180	+180	+180	+130	+130	+130	+130
50	65	+414	+530	+236	+264	+310	+380	+186	+214	+260	+330
		+340	+340	+190	+190	+190	+190	+140	+140	+140	+140
65	80	+434	+550	+246	+274	+320	+390	+196	+224	+270	+340
		+360	+360	+200	+200	+200	+200	+150	+150	+150	+150
80	100	+467	+600	+274	+307	+360	+440	+224	+257	+310	+390
		+380	+380	+220	+220	+220	+220	+170	+170	+170	+170
100	120	+497	+630	+294	+327	+380	+460	+234	+267	+320	+400
		+410	+410	+240	+240	+240	+240	+180	+180	+180	+180

Nennmaßbereich in mm		D					E			F			
über	bis	8	9	10	11	12	7	8	9	6	7	8	9
0	3	+34	+45	+60	+80	+120	+24	+28	+39	+12	16	+20	+31
		+20	+20	+20	+20	+20	+14	+14	+14	+6	+6	+6	+6
3	6	+48	+60	+78	+105	+150	+32	+38	+50	+18	+22	+28	+40
		+30	+30	+30	+30	+30	+20	+20	+20	+10	+10	+10	+10
6	10	+62	+76	+98	+130	+190	+40	+47	+61	+22	+28	+35	+49
		+40	+40	+40	+40	+40	+25	+25	+25	+13	+13	+13	+13
10	18	+77	+93	+120	+160	+230	+50	+59	+75	+27	+34	+43	+59
		+50	+50	+50	+50	+50	+32	+32	+32	+16	+16	+16	+16
18	30	+98	+117	+149	+195	+275	+61	+73	+92	+33	+41	+53	+72
		+65	+65	+65	+65	+65	+40	+40	+40	+20	+20	+20	+20
30	50	+119	+142	+180	+240		+75	+89	+112	+41	+50	+64	+87
		+80	+80	+80	+80		+50	+50	+50	+25	+25	+25	+25
50	80	+146	+174	+220	+290		+90	+106	+134	+49	+60	+76	+104
		+100	+100	+100	+100		+60	+60	+60	+30	+30	+30	+30
80	120	+174	+207	+260	+340		+107	+126	+159	+58	+71	+90	+123
		+120	+120	+120	+120		+72	+72	+72	+36	+36	+36	+36
120	180							+148					
								+85					
180	250							+172					
								+100					



Nennmaßbereich in mm		G		H							J		
über	bis	6	7	6	7	8	9	10	11	12	6	7	8
0	3	+8 +2	+12 +2	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0	+40 0	+60 0	+100 0	+2 -4	+4 -6	+6 -8
3	6	+12 +4	+16 +4	+8 0	+12 0	+18 0	+30 0	+48 0	+75 0	+120 0	+5 -3	+6 -6	+10 -8
6	10	+14 +5	+20 +5	+9 0	+15 0	+22 0	+36 0	+58 0	+90 0	+150 0	+5 -4	+8 -7	+12 -10
10	18	+17 +6	+24 +6	+11 0	+18 0	+27 0	+43 0	+70 0	+110 0	+180 0	+6 -5	+10 -8	+15 -12
18	30	+20 +7	+28 +7	+13 0	+21 0	+33 0	+52 0	+84 0	+130 0	+210 0	+8 -5	+12 -9	+20 -13
30	50	+25 +9	+34 +9	+16 0	+25 0	+39 0	+62 0	+100 0	+160 0	+250 0	+10 -6	+14 -11	+24 -15
50	80	+29 +10	+40 +10	+19 0	+30 0	+46 0	+74 0	+120 0	+190 0	+300 0	+13 -6	+18 -12	+28 -18
80	120	+34 +12	+47 +12	+22 0	+35 0	+54 0	+87 0	+140 0	+220 0	+350 0	+16 -6	+22 -13	+34 -20
120	180		+54 +14	+25 0	+40 0	+63 0	+100 0	+160 0	+250 0		+18 -7	+26 -14	+41 -22
180	250		+61 +15	+29 0	+46 0	+72 0	+115 0	+185 0	+290 0		+22 -7	+30 -16	+47 -25

Nennmaßbereich in mm		JS				K			M		
über	bis	6	7	8	9	6	7	8	6	7	8
0	3	+3 -3	+5 -5	+7 -7	+12,5 -12,5	0 -6	0 -10	0 -14	-2 -8	-2 -12	-4 -18
3	6	+4 -4	+6 -6	+9 -9	+15 -15	+2 -6	+3 -9	+5 -13	-1 -9	0 -12	+2 -16
6	10	+4,5 -4,5	+7,5 -7,5	+11 -11	+18 -18	+2 -7	+5 -10	+6 -16	-3 -12	0 -215	+1 -21
10	18	+5,5 -5,5	+9 -9	+13,5 -13,5	+21,5 -21,5	+2 -9	+6 -12	+8 -19	-4 -15	0 -18	+2 -25
18	30	+6,5 -6,5	+10,5 -10,5	+16,5 -16,5	+26 -26	+2 -11	+6 -15	+10 -23	-4 -17	0 -21	+4 -29
30	50	+8 -8	+12,5 -12,5	+19,5 -19,5	+31 -31	+3 -13	+7 -18	+12 -27	-4 -20	0 -25	+5 -34
50	80	+9,5 -9,5	+15 -15	+23 -23	+37 -37	+4 -15	+9 -21	+14 -32	-5 -24	0 -30	+5 -41
80	120	+11 -11	+17,5 -17,5	+27 -27	+43,5 -43,5	+4 -18	+10 -25	+16 -38	-6 -28	0 -35	+6 -48
120	180					+4 -21	+12 -28				
180	250					+5 -24	+13 -33				



Nennmaßbereich in mm		N						P			R	
über	bis	6	7	8	9	10	11	6	7	9	6	7
0	3	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-6	-6	-6	-10	-10
		-10	-14	-8	-29	-44	-64	-12	-16	-31	-16	-20
3	6	-5	-4	-2	0	0	0	-9	-8	-12	-12	-11
		-13	-16	-20	-30	-48	-75	-17	-20	-42	-20	-23
6	10	-7	-4	-3	0	0	0	-12	-9	-15	-16	-13
		-16	-19	-25	-36	-58	-90	-21	-24	-51	-25	-28
10	18	-9	-5	-3	0	0	0	-15	-11	-18	-20	-16
		-20	-23	-30	-43	-70	-110	-26	-29	-61	-31	-34
18	30	-11	-7	-3	0	0	0	-18	-14	-22	-24	-20
		-24	-28	-36	-52	-84	-130	-31	-35	-74	-37	-41
30	50	-12	-8	-3	0	0	0	-21	-17	-26	-29	-25
		-28	-33	-42	-62	-100	-160	-37	-42	-88	-45	-50
50	65	-14	-9	-4	0	0	0	-26	-21	-32	-35	-30
		-33	-39	-50	-74	-120	-190	-45	-51	-106	-54	-60
65	80	-14	-9	-4	0	0	0	-26	-21	-32	-37	-32
		-33	-39	-50	-74	-120	-190	-45	-51	-106	-56	-62
80	100	-16	-10	-4	0	0	0	-30	-24	-37	-44	-38
		-38	-45	-58	-87	-140	-220	-52	-59	-124	-66	-73
100	120	-16	-10	-4	0	0	0	-30	-24	-37	-47	-41
		-38	-45	-58	-87	-140	-220	-52	-59	-124	-69	-76

Nennmaßbereich in mm		S		T	U			X		Z	
über	bis	6	7	6	6	7	10	10	11	10	11
0	3	-14	-14	-18	-18	-18	-18	-20	-20	-26	-26
		-20	-24	-24	-24	-28	-58	-60	-80	-66	-86
3	6	-16	-15	-20	-20	-19	-23	-28	-28	-35	-35
		-24	-27	-28	-28	-31	-71	-76	-103	-83	-110
6	10	-20	-17	-25	-25	-22	-28	-34	-34	-42	-42
		-29	-32	-34	-34	-37	-86	-92	-124	-100	-132
10	14	-25	-21	-30	-30	-26	-33	-40	-40	-50	-50
		-36	-39	-41	-41	-44	-103	-110	-150	-120	-160
14	18	-25	-21	-30	-30	-26	-33	-45	-45	-60	-60
		-36	-39	-41	-41	-44	-103	-115	-155	-130	-170
18	24	-31	-27	-37	-37	-33	-41	-54	-54	-73	-73
		-44	-48	-50	-50	-54	-125	-138	-184	-157	-203
24	30	-31	-27	-37	-44	-40	-48	-64	-64	-88	-88
		-44	-48	-50	-57	-61	-132	-148	-194	-172	-218
30	40	-38	-34	-43	-55	-51	-60	-80	-80	-112	-112
		-54	-59	-59	-71	-76	-160	-180	-240	-212	-272
40	50	-38	-34	-49	-65	-61	-70	-97	-97	-136	-136
		-54	-59	-65	-81	-86	-170	-197	-257	-236	-296
50	65	-47	-42	-60	-81	-76	-87	-122	-122	-172	-172
		-66	-72	-79	-100	-106	-207	-242	-312	-292	-362
65	80	-53	-48	-69	-96	-91	-102	-146	-146	-210	-210
		-72	-78	-88	-115	-121	-222	-266	-336	-330	-400
80	100	-64	-58	-84	-117	-111	-124	-178	-178	-258	-258
		-86	-93	-106	-139	-146	-264	-318	-398	-398	-478
100	120	-72	-66	-97	-137	-131	-144	-210	-210	-310	-310
		-94	-101	-119	-159	-166	-284	-350	-430	-450	-530



(Toleranzfelder A ... G)

DIN 1420

Nenn Durchmesser in mm		Zul. oberes und unteres Abmaß vom Nenn Durchmesser d_1 der Reibahle in μm für Bohrungs-Toleranzfeld									
über	bis	A9	A11	B8	B9	B10	B11	C8	C9	C10	C11
1	3	+ 291	+ 321	+ 151	+ 161	+ 174	+ 191	+ 71	+ 81	+ 94	+ 111
		+ 282	+ 300	+ 146	+ 152	+ 160	+ 170	+ 66	+ 72	+ 80	+ 90
3	6	+ 295	+ 333	+ 155	+ 165	+ 180	+ 203	+ 85	+ 95	+ 110	+ 133
		+ 284	+ 306	+ 148	+ 154	+ 163	+ 176	+ 78	+ 84	+ 93	+ 106
6	10	+ 310	+ 356	+ 168	+ 180	+ 199	+ 226	+ 98	+ 110	+ 129	+ 156
		+ 297	+ 324	+ 160	+ 167	+ 178	+ 194	+ 90	+ 97	+ 108	+ 124
10	18	+ 326	+ 383	+ 172	+ 186	+ 209	+ 243	+ 117	+ 131	+ 154	+ 188
		+ 310	+ 344	+ 162	+ 170	+ 184	+ 204	+ 107	+ 115	+ 129	+ 149
18	30	+ 344	+ 410	+ 188	+ 204	+ 231	+ 270	+ 138	+ 154	+ 181	+ 220
		+ 325	+ 364	+ 176	+ 185	+ 201	+ 224	+ 126	+ 135	+ 151	+ 174
30	40	+ 362	+ 446	+ 203	+ 222	+ 255	+ 306	+ 153	+ 172	+ 205	+ 256
		+ 340	+ 390	+ 189	+ 200	+ 220	+ 250	+ 139	+ 150	+ 170	+ 200
40	50	+ 372	+ 456	+ 213	+ 232	+ 265	+ 316	+ 163	+ 182	+ 215	+ 266
		+ 350	+ 400	+ 199	+ 210	+ 230	+ 260	+ 149	+ 160	+ 180	+ 210
50	65	+ 402	+ 501	+ 229	+ 252	+ 292	+ 351	+ 179	+ 202	+ 242	+ 301
		+ 376	+ 434	+ 212	+ 226	+ 250	+ 284	+ 162	+ 176	+ 200	+ 234
65	80	+ 422	+ 521	+ 239	+ 262	+ 302	+ 361	+ 189	+ 212	+ 252	+ 311
		+ 396	+ 454	+ 222	+ 236	+ 260	+ 294	+ 172	+ 186	+ 210	+ 244
80	100	+ 453	+ 567	+ 265	+ 293	+ 339	+ 407	+ 215	+ 243	+ 289	+ 357
		+ 422	+ 490	+ 246	+ 262	+ 290	+ 330	+ 196	+ 212	+ 240	+ 280
100	120	+ 483	+ 597	+ 285	+ 313	+ 359	+ 427	+ 225	+ 253	+ 299	+ 367
		+ 452	+ 520	+ 266	+ 282	+ 310	+ 350	+ 206	+ 222	+ 250	+ 290
120	140	+ 545	+ 672	+ 313	+ 345	+ 396	+ 472	+ 253	+ 285	+ 336	+ 412
		+ 510	+ 584	+ 290	+ 310	+ 340	+ 384	+ 230	+ 250	+ 280	+ 324
140	160	+ 605	+ 732	+ 333	+ 365	+ 416	+ 492	+ 263	+ 295	+ 346	+ 422
		+ 570	+ 644	+ 310	+ 330	+ 360	+ 404	+ 240	+ 260	+ 290	+ 334
160	180	+ 665	+ 792	+ 363	+ 395	+ 446	+ 522	+ 283	+ 315	+ 366	+ 442
		+ 630	+ 704	+ 340	+ 360	+ 390	+ 434	+ 260	+ 280	+ 310	+ 354

Nenn Durchmesser in mm		Zul. oberes und unteres Abmaß vom Nenn Durchmesser d_1 der Reibahle in μm für Bohrungs-Toleranzfeld												
über	bis	D8	D9	D10	D11	E7	E8	E9	F6	F7	F8	F9	G6	G7
1	3	+ 31	+ 41	+ 54	+ 71	+ 22	+ 25	+ 35	+ 11	+ 14	+ 17	+ 27	+ 7	+ 10
		+ 26	+ 32	+ 40	+ 50	+ 18	+ 20	+ 26	+ 8	+ 10	+ 12	+ 18	+ 4	+ 6
3	6	+ 45	+ 55	+ 70	+ 93	+ 30	+ 35	+ 45	+ 16	+ 20	+ 25	+ 35	+ 10	+ 14
		+ 38	+ 44	+ 53	+ 66	+ 25	+ 28	+ 34	+ 13	+ 15	+ 18	+ 24	+ 7	+ 9
6	10	+ 58	+ 70	+ 89	+ 116	+ 37	+ 43	+ 55	+ 20	+ 25	+ 31	+ 43	+ 12	+ 17
		+ 50	+ 57	+ 68	+ 84	+ 31	+ 35	+ 42	+ 16	+ 19	+ 23	+ 30	+ 8	+ 11
10	18	+ 72	+ 86	+ 109	+ 143	+ 47	+ 54	+ 68	+ 25	+ 31	+ 38	+ 52	+ 15	+ 21
		+ 62	+ 70	+ 84	+ 104	+ 40	+ 44	+ 52	+ 21	+ 24	+ 28	+ 36	+ 11	+ 14
18	30	+ 93	+ 109	+ 136	+ 175	+ 57	+ 68	+ 84	+ 31	+ 37	+ 48	+ 64	+ 18	+ 24
		+ 81	+ 90	+ 106	+ 129	+ 49	+ 56	+ 65	+ 26	+ 29	+ 36	+ 45	+ 13	+ 16
30	50	+ 113	+ 132	+ 165	+ 216	+ 71	+ 83	+ 102	+ 38	+ 46	+ 58	+ 77	+ 22	+ 30
		+ 99	+ 110	+ 130	+ 160	+ 62	+ 69	+ 80	+ 32	+ 37	+ 44	+ 55	+ 16	+ 21
50	80	+ 139	+ 162	+ 202	+ 261	+ 85	+ 99	+ 122	+ 46	+ 55	+ 69	+ 92	+ 26	+ 35
		+ 122	+ 136	+ 160	+ 194	+ 74	+ 82	+ 96	+ 39	+ 44	+ 52	+ 66	+ 19	+ 24
80	120	+ 165	+ 193	+ 239	+ 307	+ 101	+ 117	+ 145	+ 54	+ 65	+ 81	+ 109	+ 30	+ 41
		+ 146	+ 162	+ 190	+ 230	+ 88	+ 98	+ 114	+ 46	+ 52	+ 62	+ 78	+ 22	+ 28
120	180	+ 198	+ 230	+ 281	+ 357	+ 119	+ 138	+ 170	+ 64	+ 77	+ 96	+ 128	+ 35	+ 48
		+ 175	+ 195	+ 225	+ 269	+ 105	+ 115	+ 135	+ 55	+ 63	+ 73	+ 93	+ 26	+ 34



(Toleranzfelder H ... P) DIN 1420

Nenndurchmesser in mm		Zul. oberes und unteres Abmaß vom Nenndurchmesser d_1 der Reibahle in μm für Bohrungs-Toleranzfeld													
über	bis	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	J6	J7	J8	JS6	JS7	JS8	JS9
>1.....3		+ 5	+ 8	+11	+21	+ 34	+ 51	+ 85	+ 1	+ 2	+ 3	+ 2	+ 3	+ 4	+ 8
		+ 2	+ 4	+ 6	+12	+ 20	+ 30	+ 50	- 2	- 2	- 2	- 1	- 1	- 1	- 1
>3.....6		+ 6	+10	+15	+25	+ 40	+ 63	+102	+ 3	+ 4	+ 7	+ 2	+ 4	+ 6	+10
		+ 3	+ 5	+ 8	+14	+ 23	+ 36	+ 60	0	- 1	0	- 1	- 1	- 1	- 1
>6.....10		+ 7	+12	+18	+30	+ 49	+ 76	+127	+ 3	+ 5	+ 8	+ 3	+ 5	+ 7	+12
		+ 3	+ 6	+10	+17	+ 28	+ 44	+ 74	- 1	- 1	0	- 1	- 1	- 1	- 1
>10.....18		+ 9	+15	+22	+36	+ 59	+ 93	+153	+ 4	+ 7	+10	+ 3	+ 6	+ 8	+15
		+ 5	+ 8	+12	+20	+ 34	+ 54	+ 90	0	0	0	- 1	- 1	- 1	- 1
>18.....30		+11	+17	+28	+44	+ 71	+110	+178	+ 6	+ 8	+15	+ 4	+ 7	+11	+18
		+ 6	+ 9	+16	+25	+ 41	+ 64	+104	+ 1	0	+ 3	- 1	- 1	- 1	- 1
>30.....50		+13	+21	+33	+52	+ 85	+136	+212	+ 7	+10	+18	+ 5	+ 8	+13	+21
		+ 7	+12	+19	+30	+ 50	+ 80	+124	+ 1	+ 1	+ 4	- 1	- 1	- 1	- 1
>50.....80		+16	+25	+39	+62	+102	+161	+255	+10	+13	+21	+ 6	+10	+16	+25
		+ 9	+14	+22	+36	+ 60	+ 94	+150	+ 3	+ 2	+ 4	- 1	- 1	- 1	- 1
>80...120		+18	+29	+45	+73	+119	+187	+297	+12	+16	+25	+ 7	+12	+18	+30
		+10	+16	+26	+42	+ 70	+110	+174	+ 4	+ 3	+ 6	- 1	- 1	- 1	- 1
>120...180		+21	+34	+53	+85	+136	+212	+340	+14	+20	+31	+ 8	+14	+22	+35
		+12	+20	+30	+50	+ 80	+124	+200	+ 5	+ 6	+ 8	- 1	0	- 1	0

Unsere normale Herstellungsgenauigkeit

Nenndurchmesser in mm		Zul. oberes und unteres Abmaß vom Nenndurchmesser d_1 der Reibahle in μm für Bohrungs-Toleranzfeld													
über	bis	K6	K7	K8	M6	M7	M8	N6	N7	N8	N9	N10	N11	P6	P7
1	3	- 1	- 2	- 3	- 3	- 4		- 5	- 6	- 7	- 8	-10	- 13	- 7	- 8
		- 4	- 6	- 8	- 6	- 8		- 8	-10	-12	-17	-24	- 34	-10	-12
3	6	0	+ 1	+ 2	- 3	- 2	- 1	- 7	- 6	- 5	- 5	- 8	- 12	-11	-10
		- 3	- 4	- 5	- 6	- 7	- 8	-10	-11	-12	-16	-25	- 39	-14	-15
6	10	0	+ 2	+ 2	- 5	- 3	- 3	- 9	- 7	- 7	- 6	- 9	- 14	-14	-12
		- 4	- 4	- 6	- 9	- 9	-11	-13	-13	-15	-19	-30	- 46	-18	-18
10	18	0	+ 3	+ 3	- 6	- 3	- 3	-11	- 8	- 8	- 7	-11	- 17	-17	-14
		- 4	- 4	- 7	-10	-10	-13	-15	-15	-18	-23	-36	- 56	-21	-21
18	30	0	+ 2	+ 5	- 6	- 4	- 1	-13	-11	- 8	- 8	-13	- 20	-20	- 1
		- 5	- 6	- 7	-11	-12	-13	-18	-19	-20	-27	-43	- 66	-25	-26
30	50	0	+ 3	+ 6	- 7	- 4	- 1	-15	-12	- 9	-10	-15	- 24	-24	-21
		- 6	- 6	- 8	-13	-13	-15	-21	-21	-23	-32	-50	- 80	-30	-30
50	80	+ 1	+ 4	+ 7	- 8	- 5	- 2	-17	-14	-11	-12	-18	- 29	-29	-26
		- 6	- 7	-10	-15	-16	-19	-24	-25	-28	-38	-60	- 96	-36	-37
80	120	0	+ 4	+ 7	-10	- 6	- 3	-20	-16	-13	-14	-21	- 33	-34	-30
		- 8	- 9	-12	-18	-19	-22	-28	-29	-32	-45	-70	-110	-42	-43
120	180	0	+ 6	+10	-12	- 6	- 2	-24	-18	-14	-15	-24	- 38	-40	-43
		- 9	- 8	-13	-21	-20	-25	-33	-32	-37	-50	-80	-126	-49	-48



(Toleranzfelder R ... Z)

DIN 1420

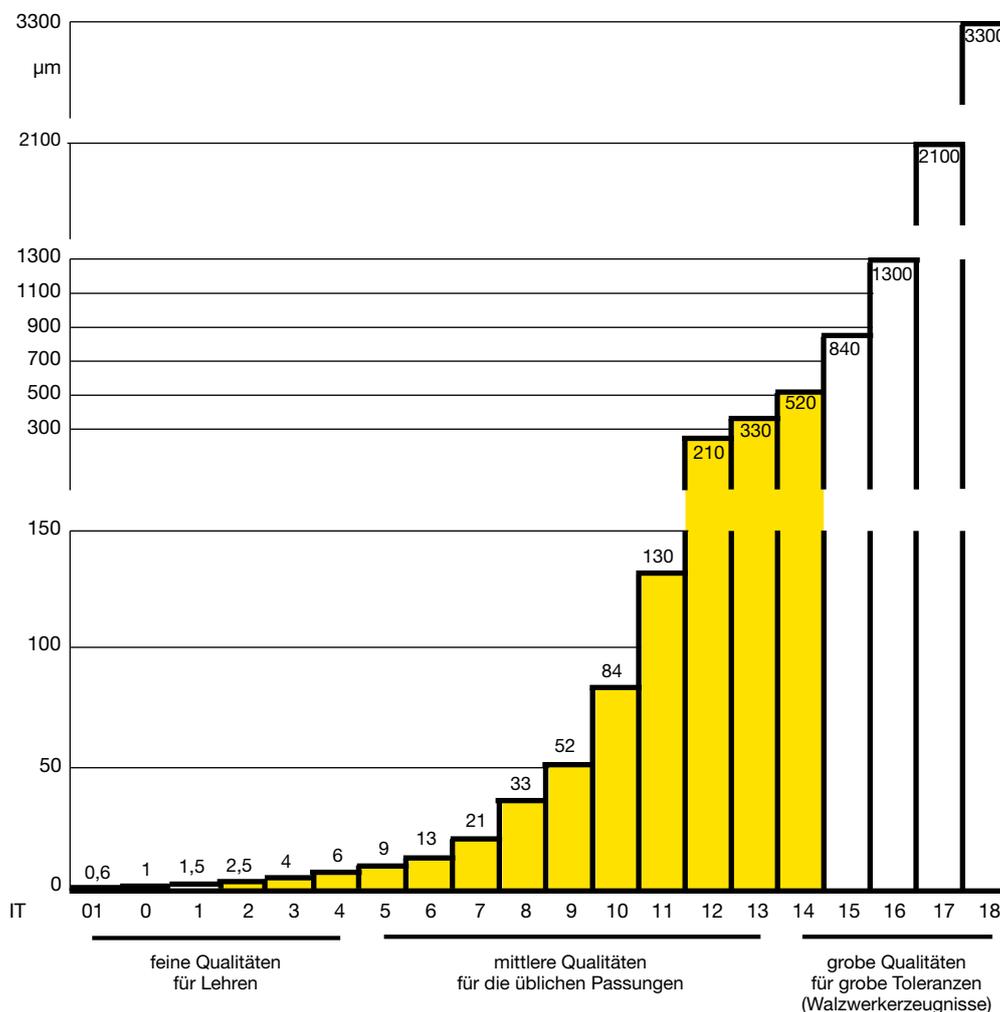
Nenn Durchmesser in mm		Zul. oberes und unteres Abmaß vom Nenn Durchmesser d_1 der Reibahle in μm für Bohrungs-Toleranzfeld											
über	bis	R6	R7	S6	S7	T6	U6	U7	U10	X10	X11	Z10	Z11
1	3	- 11	- 12	- 15	- 16		- 19	- 20				- 32	
		- 14	- 16	- 18	- 20		- 22	- 24				- 46	
3	6	- 14	- 13	- 18	- 17		- 22	- 21	- 31			- 43	
		- 17	- 18	- 21	- 22		- 25	- 26	- 48			- 60	
6	10	- 18	- 16	- 22	- 20		- 27	- 25	- 37			- 51	
		- 22	- 22	- 26	- 26		- 31	- 31	- 58			- 72	
10	14	- 22	- 19	- 27	- 24		- 32	- 29	- 44			- 61	
		- 26	- 26	- 31	- 31		- 36	- 36	- 69			- 86	
14	18	- 22	- 19	- 27	- 24		- 32	- 29	- 44	- 56		- 71	
		- 26	- 26	- 31	- 31		- 36	- 36	- 69	- 81		- 96	
18	24	- 26	- 24	- 33	- 31		- 39	- 37		- 67		- 86	
		- 31	- 32	- 38	- 39		- 44	- 45		- 97		-116	
24	30	- 26	- 24	- 33	- 31	- 39	- 46	- 44		- 77		-101	-108
		- 31	- 32	- 38	- 39	- 44	- 51	- 52		-107		-131	-154
30	40	- 32	- 29	- 41	- 38	- 46	- 58	- 55		- 95		-127	-136
		- 38	- 38	- 47	- 47	- 52	- 64	- 64		-130		-162	-192
40	50	- 32	- 29	- 41	- 38	- 52	- 68	- 65	- 85	-112		-151	-160
		- 38	- 38	- 47	- 47	- 58	- 74	- 74	-120	-147		-186	-216
50	65	- 38	- 35	- 50	- 47	- 63	- 84	- 81	-105	-140	-151	-190	-201
		- 45	- 46	- 57	- 58	- 70	- 91	- 92	-147	-182	-218	-232	-268
65	80	- 40	- 37	- 56	- 53	- 72	- 99	- 96	-120	-164	-175	-228	-239
		- 47	- 48	- 63	- 64	- 79	-106	-107	-162	-206	-242	-270	-306
80	100	- 48	- 44	- 68	- 64	- 88	-121	-117	-145	-199	-211	-279	-291
		- 56	- 57	- 76	- 77	- 96	-129	-130	-194	-248	-288	-328	-368
100	120	- 51	- 47	- 76	- 72	-101	-141	-137	-165	-231	-243	-331	-343
		- 59	- 60	- 84	- 85	-109	-149	-150	-214	-280	-320	-380	-420
120	140	- 60	- 54	- 89	- 83	-119	-167	-161	-194	-272	-286	-389	-403
		- 69	- 68	- 98	- 97	-128	-176	-175	-250	-328	-374	-445	-491
140	160	- 62	- 56	- 97	- 91	-131	-187	-181	-214	-304	-318	-439	-453
		- 71	- 70	-106	-105	-140	-196	-195	-270	-360	-406	-495	-541
160	180	- 65	- 59	-105	- 99	-143	-207	-201	-234	-334	-348	-489	-503
		- 74	- 73	-114	-113	-152	-216	-215	-290	-390	-436	-545	-591



DIN ISO 286-1

Nennmaßbereich mm	IT in μm											
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
von 1 bis 3	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250
über 3 bis 6	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300
über 6 bis 10	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360
über 10 bis 18	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430
über 18 bis 30	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520
über 30 bis 50	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620
über 50 bis 80	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740
über 80 bis 120	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870

Beispiel ISO-Grundtoleranz für Nennmaßbereich über 18 bis 30 mm





Grundsätzliches zur Festlegung der Herstellungstoleranzen von Reibahlen

Die in der DIN angegebenen Herstellungstoleranzen sind bestimmten Toleranzfeldern der zu reibenden Löcher zugeordnet. Sie gewährleisten im Allgemeinen, dass das geriebene Loch innerhalb des zugehörigen Toleranzfeldes liegt und dass gleichzeitig die Reibahle wirtschaftlich ausgenutzt werden kann.

Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Größe des geriebenen Loches außer von der Herstellungstoleranz der Reibahle noch von anderen Faktoren abhängt, z.B. von den Winkeln an der Schneide, vom Anschnitt der Reibahle, von der Aufspannung des Werkstückes, von der Werkzeugaufnahme, vom Zustand der Werkzeugmaschine, von der Schmierung und vom Werkstoff des Werkstückes, in dem gerieben wird. Demzufolge können Sonderfälle auftreten, für die andere Herstellungstoleranzen als IT 7 (H7) günstiger sind.

Mit Rücksicht auf eine wirtschaftliche Herstellung und Lagerhaltung sollten jedoch nur in begründeten Sonderfällen solche Toleranzen gefordert werden. Für die Ermittlung der Herstellungstoleranzen für Reibahlen sind die folgenden Grundregeln festgelegt worden, die sich in der Praxis bewährt haben:

Ermittlung der zulässigen Größt- und Kleinmaße von Reibahlen

Der größte zulässige Durchmesser der Reibahle liegt um 15% der jeweiligen Bohrungs-Toleranz (0,15 IT) unter dem zul. Größtmaß der Bohrung (siehe Bild). Hierbei wird der Wert 0,15 IT auf den nächst größeren ganzzahligen oder halben μm -Wert gerundet, sodass für $d_{1\text{max}}$ glatte μm -Werte entstehen.

Der kleinste zulässige Durchmesser $d_{1\text{min}}$ der Reibahle liegt um 35% der jeweiligen Bohrungs-Toleranz (0,35 IT) unter dem zul. größten Reibahldurchmesser $d_{1\text{max}}$ (Bsp. 1).

Vereinfachte Ermittlung der zul. Größt- und Kleinmaße

Um das Rechnen zu vereinfachen, sind für die „H“-Toleranzfelder die oberen und unteren Abmaße vom Nenndurchmesser d_1 der Reibahle in der Tabelle auf Seite 192 aufgeführt.

Mit Hilfe dieser Abmaße können die zul. Größt- und Kleinmaße der Reibahlen direkt abgelesen werden.

Beispiel 1

Nenndurchmesser d_1	=	20,000 mm
Größtmaß der Bohrung	=	20,021 mm
Grundtoleranz der Bohrung (IT 7)	=	0,021 mm
15% der Bohrungstoleranz (0,15 IT 7)	=	0,0031 mm
	\approx	0,004 mm
Größtmaß der Reibahle:		
$d_{1\text{max}} = 20,021 - 0,004$	=	<u>20,017 mm</u>
Herstellungstoleranz der Reibahle:		
35% der Bohrungstoleranz (0,35 IT 7)	=	0,0073 mm
	\approx	0,008 mm

Kleinmaß der Reibahle:

$$d_{1\text{min}} = d_{1\text{max}} - 0,35 \text{ IT } 7$$

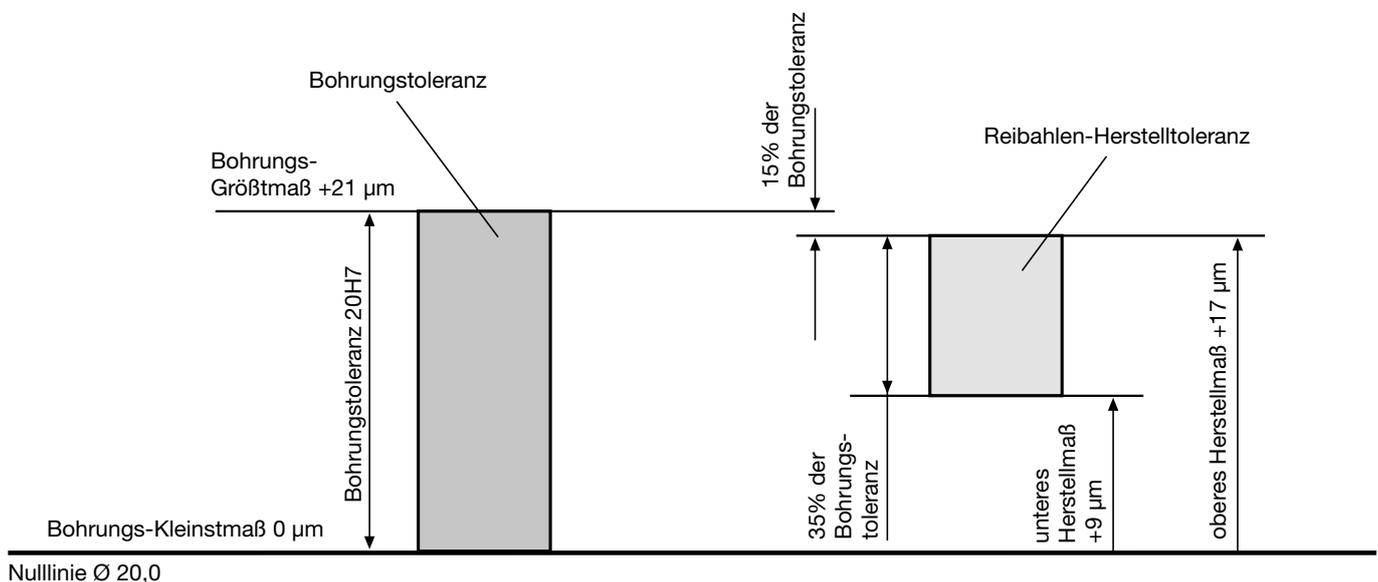
$$= 20,017 - 0,008 = \underline{20,009 \text{ mm}}$$

Beispiel 2

Nenndurchmesser d_1	=	20,000 mm
oberes Abmaß (s. Tab. S. 70) + 17 μm	=	0,017 mm
unteres Abmaß (s. Tab. S. 70) + 9 μm	=	0,009 mm
somit ist $d_{1\text{max}} = 20,000 + 0,017$	=	<u>20,017 mm</u>
$d_{1\text{min}} = 20,000 + 0,009$	=	<u>20,009 mm</u>

Vereinfachte Ermittlung der zul. Größt- und Kleinmaße für Reibahlen

Beispiel: Bohrungs-Toleranzfeld $\text{Ø } 20 \text{ H7/Nennmaß } d_1$ der Reibahle 20 mm





Bezeichnung

Bei der Bezeichnung von Reibahlen wird hinter dem Nenndurchmesser das ISO-Kurzzeichen für das Toleranzfeld der Bohrung angegeben. Demnach lautet die Bezeichnung einer Reibahle mit Nenndurchmesser $d_1 = 20$ mm, für Bohrungs-Toleranz H 7:

Reibahle 20 H 7 DIN ...
(„...“: hier wird die DIN-Nr. der betreffenden Reibahle eingesetzt)

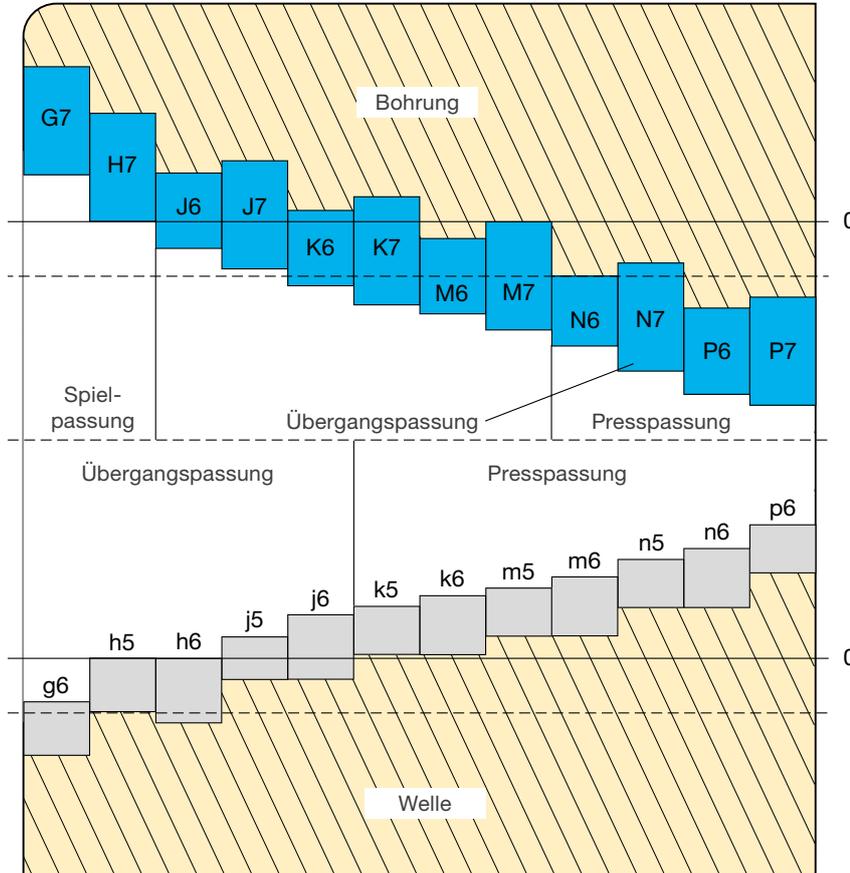
Werden in Sonderfällen Reibahlen mit von dieser Norm abweichenden Größt- und Kleinstmaßen bestellt, so ist

in der Bezeichnung an Stelle des ISO-Kurzzeichens für das Bohrungs-Toleranzfeld das obere und untere Abmaß der Reibahle in μm anzugeben, z.B. für eine Reibahle mit Nenndurchmesser $d_1 = 20$ mm, oberes Abmaß = + (p) 25 μm und unteres Abmaß = + (p) 15 μm :

Reibahle 20 p 25 p 15 DIN ...

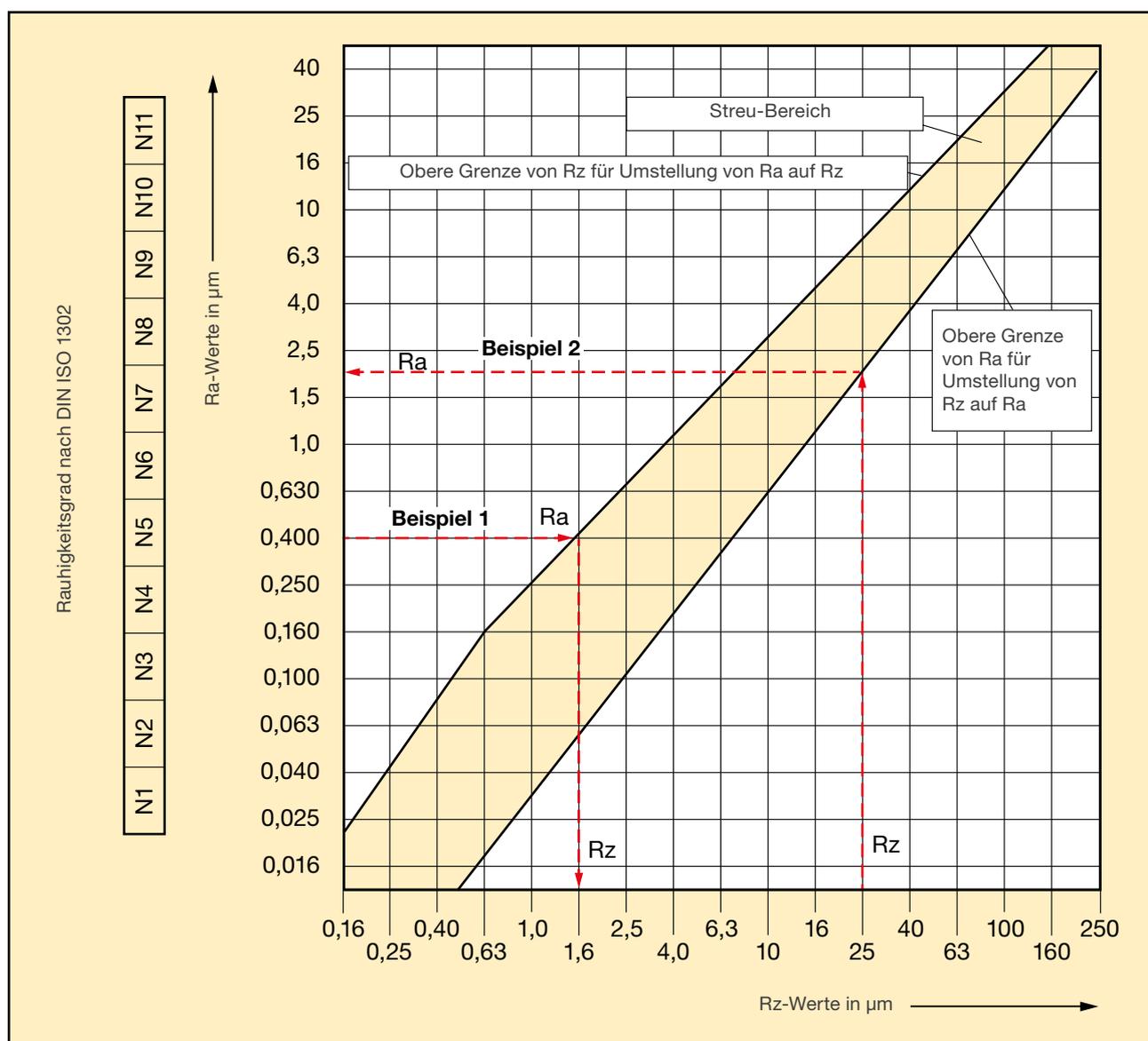
In der Bezeichnung wird an Stelle des Pluszeichens ein p und an Stelle des Minuszeichens ein m gesetzt, weil die Zeichen »+« und »-« sich nicht auf allen Maschinen, insbesondere den EDV-Maschinen schreiben lassen.

Toleranzlage





Umrechnungsverhältnisse nach DIN 47



Beispiel 1 R_a in R_z

Beim Vergleich des Mittenrauwertes $R_a = 0,4 \mu\text{m}$ zur mittleren Rauhtiefe R_z , liegt diese bei $R_z = 1,6$.

Beispiel 2 R_z in R_a

Beim Vergleich der gemittelten Rauhtiefe $R_z = 25 \mu\text{m}$ zum Mittenrauhwert R_a , liegt dieser bei $R_a = 2 \mu\text{m}$.



Rauheitsklassen		N11	N10	N9	N8		N7	N6		N5	N4	N3	N2	N1
Mittenrauheit R_a		25	12,5	6,3	3,2		1,6	0,8		0,4	0,2	0,1	0,05	0,025
gemittelte Rauhtiefe R_z		100	63	40	25	16	10	6,3	4	2,5	1,6	1	0,63	0,25
P	Baustahl, niedriglegierte Stähle: Einsatz- und Vergütungsstähle													
M	rostfreie Stähle, hitzebeständige Stähle													
K	Grauguss, ferritisch													
	Grauguss, perlitisch													
	Sphäroguss, ferritisch													
	Sphäroguss, perlitisch													
N	Kupferlegierung, Messing													
	Alu-Knetlegierung													
	Alu-Gusslegierung: Si-Gehalt < 10 %													
	Alu-Gusslegierung: Si-Gehalt > 10 %													
S	Sonderlegierung: Inconel													
	Titan, Titanlegierungen													
H	gehärteter Stahl < 45 HRC													
	gehärteter Stahl > 45 HRC, ≤ 63 HRC													

erreichbar

bedingt erreichbar

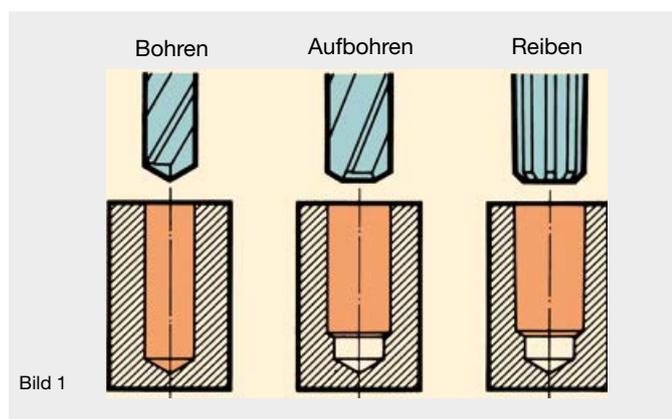


Rm (N/mm ²)	HRC	HB30	HV10
240		71	75
255		76	80
270		81	85
285		86	90
305		90	95
320		95	100
335		100	105
350		105	110
370		109	115
385		114	120
400		119	125
415		124	130
430		128	135
450		133	140
465		138	145
480		143	150
495		147	155
510		152	160
530		157	165
545		162	170
560		166	175
575		171	180
595		176	185
610		181	190
625		185	195
640		190	200
660		195	205
675		199	210
690		204	215
705		209	220
720		214	225
740		219	230
755		223	235
770		228	240
785		233	245
800	22	238	250
820	23	242	255
835	24	247	260
860	25	255	268
870	26	258	272
900	27	266	280
920	28	273	287
940	29	278	293
970	30	287	302
995	31	295	310
1020	32	301	317
1050	33	311	327
1080	34	319	336
1110	35	328	345
1140	36	337	355
1170	37	346	364

Rm (N/mm ²)	HRC	HB30	HV10
1200	38	354	373
1230	39	363	382
1260	40	372	392
1300	41	383	403
1330	42	393	413
1360	43	402	423
1400	44	413	434
1440	45	424	446
1480	46	435	458
1530	47	449	473
1570	48	460	484
1620	49	472	497
1680	50	488	514
1730	51	501	527
1790	52	517	544
1845	53	532	560
1910	54	549	578
1980	55	567	596
2050	56	584	615
2140	57	607	639
2180	58	622	655
	59		675
	60		698
	61		720
	62		745
	63		773
	64		800
	65		829
	66		864
	67		900
	68		940



Die Reibahle ist das gebräuchlichste Werkzeug zur Herstellung toleranz- und formgenauer Bohrungen mit hoher Oberflächengüte. Letztere entspricht dem Qualitätsniveau des Schlichtens bzw. Feinschlichtens, also ca. Ra 0,2 bis 6,5 µm gemäß DIN 4766, wobei aber auch schon Ra = 0,5 µm als gut zu bezeichnen ist. Die erzielbare Toleranz liegt im Normalfall bei IT 7. In Sonderfällen ist auch IT 6 oder gar IT 5 möglich, sofern die Reibahle entsprechend geschliffen wurde und auch die übrigen Arbeitsbedingungen den höheren Anforderungen entsprechen.



Zur Vorbereitung für das Reiben muss vorgebohrt und im Regelfall aufgebohrt (Bild 1) werden. Vorbohrungen von Einlippen-Tieflochwerkzeugen lassen sich aufgrund der hohen Oberflächenverdichtung schlecht reiben. Im Übrigen glänzen die von Einlippenwerkzeugen erzeugten Bohrungen im allgemeinen mit Passungstoleranzen und Oberflächengüten, die eine zusätzliche Feinbearbeitung überflüssig machen. Für weitere Informationen über Einlippenbohrer sprechen Sie uns gerne an.

Welche Reibahle für welchen Zweck?

Von der Einsatzart her gesehen sind zu unterscheiden:

- Hand-Reibahlen
- Maschinen-Reibahlen

Hand-Reibahlen

Hand-Reibahlen werden ganz im Sinne des Wortes von Hand über ein auf den Vierkant aufgestecktes Windeisen in die Bohrung eingedreht. Die Vorschubkraft wird ebenfalls manuell erbracht. Wegen der kleinen Schnittwerte sind diese Werkzeuge aus HSS hergestellt. Um trotz der manuellen Arbeitsweise eine gute Führung in der Bohrung zu erhalten, ist der Anschnitt erheblich länger ausgelegt als bei der Maschinen-Reibahle. Hand-Reibahlen gibt es sowohl für zylindrische als auch für kegelige Bohrungen.

Die einstellbaren Hand-Reibahlen nach DIN 859 können Sie innerhalb des Elastizitätsbereiches des gehärteten HSS-Stahles nachstellen. In der Praxis ist das 1% vom Durchmesser, also 0,1 mm beispielsweise bei einer Reibahle mit 10 mm Durchmesser. In gespanntem Zustand sind diese Werkzeuge sehr bruchempfindlich und deshalb vor Schlag oder Stoß zu schützen. Sie sollten sie nur in entspanntem Zustand lagern.

Die schnelleinstellbaren Reibahlen lassen sich dagegen über einen sehr viel größeren Bereich - bis zu einigen Millimetern - verstellen. Die Einstellung muss der Genauigkeit wegen über einen Lehrring erfolgen.

Bitte beachten Sie: Hand-Reibahlen stets nur in Schnittrichtung drehen, also niemals zurückdrehen wie z.B. beim Gewindeschneiden. Die Schneiden werden beim Rückwärtsdrehen sofort stumpf.



Bild 2: Hand-Kegel-Reibahle



Bild 3: Einstellbare Hand-Reibahle



Bild 4: Schnelleinstellbare Handreibahle mit Messer

Maschinen-Reibahlen

Maschinen-Reibahlen sind - wie der Name schon sagt - ausschließlich für den Einsatz auf Maschinen konzipiert. Sie unterscheiden sich nach der Art des Schneidstoffs. Wegen der möglichen höheren Schnittwerte gibt es diese Werkzeuge aus HSS-E oder VHM oder in hartmetallbestückter Ausführung (Bild 5). Über die Wahl des Schneidstoffs entscheidet der zu bearbeitende Werkstoff.



Bild 5: Hartmetallbestückte Maschinen-Reibahle

Hartmetall-Reibahlen bieten insbesondere folgende Vorteile:

- Höhere Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe.
- Wirtschaftliche Zerspanung auch von Werkstoffen mit > 1200 mm² Festigkeit.
- Höhere Standzeiten als Reibahlen aus HSS-E.



Sonderformen

Sonderformen mit Sondertoleranzen erhalten immer größere Bedeutung. Deren Herstellung erfordert sehr viel Know-how und modernste Maschinen. Wir haben die Erfahrung und die Maschinen, selbst komplizierteste Werkzeuge wirtschaftlich herzustellen. Bearbeitungsprobleme, für die Sie keine Lösung finden, klären unsere Mitarbeiter vor Ort, damit keine Wünsche unberücksichtigt bleiben und Sie für Ihre Zerspanungsaufgabe das optimale Werkzeug bekommen.

Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal sowohl bei Hand- als auch bei Maschinen-Reibahlen ist die Geometrie des Schneidteils. Gebräuchlich und genormt sind:

- gerade genutete Reibahlen
- drallgenutete Reibahlen mit Linksdrall
- drallgenutete Reibahlen mit 45° Linksdrall

Drallgenutete Werkzeuge mit Rechtsdrall kommen nur in Sonderfällen zum Einsatz. Sie fördern zwar wie Spiralbohrer die Späne einwandfrei nach oben aus der Bohrung, aber die Oberflächengüte ist nicht immer befriedigend.

Gerade genutete Reibahlen nehmen Sie für die Bearbeitung von Sacklöchern, wenn die Späne von den Nuten der Reibahle aufgenommen werden müssen. Für alle anderen Bearbeitungsfälle, speziell aber bei unterbrochenen Bohrungen (z.B. Nuten, Querbohrungen u.ä.) sind drallgenutete Reibahlen mit Linksdrall die geeigneteren Werkzeuge. Da sie die Späne nach vorn befördern, können mit ihnen hauptsächlich Durchgangsglöcher bearbeitet werden. Für Sacklöcher eignen sie sich nur dann, wenn nicht die ganze Tiefe bearbeitet wird und genügend Platz für die abfließenden Späne vorhanden ist.



Bild 6: Maschinen-Schäl-Reibahle



Bild 7: Maschinen-Stirn-Reibahle

Die mit ca. 45° links verdrehte Schäl-Reibahle (Bild 6) hat sich insbesondere in langspanenden Werkstoffen bewährt. Für absolut gerade und positionsgenaue, tiefe Bohrungen empfehlen wir Ihnen unsere Stirn-Reibahlen (Bild 7). Ihr Anschnitt ist, wie der Name schon andeutet, stirnschneidend. Sie folgen deshalb nicht der Vorbohrung, sondern korrigieren diese fluchtungsgenau. Stirnreibahlen sollten in Bohrbuchsen geführt werden.



Bild 8: Hartmetall-bestückte Maschinen-Reibahle mit Vorschneider

Optimale Oberfläche und Formgenauigkeit erhalten Sie, wenn Sie den Arbeitsgang in Vor- und Fertigreiben teilen. Bei Maschinen-Reibahlen mit Vorschneider (Bild 8) sind diese zwei Arbeitsgänge wieder zusammengefasst. Zu stark abgenutzte, nicht mehr maßhaltige Kegels-Reibahlen können durch Nachschleifen des Kegels und durch Hinterschleifen der Freiflächen (»Wetzen«) wieder verwendungsfähig gemacht werden.

Lagerung von Reibahlen

Reibahlen sind Feinbearbeitungswerkzeuge und sehr schlagempfindlich. Sie sollten deshalb stets einzeln in unseren Hülsen gelagert und transportiert werden. So behandelte Werkzeuge danken mit guten Reibergebnissen und längerer Lebensdauer.



Sacklochbohrung oder Durchgangsbohrung

Bei Sacklochbohrungen werden in der Regel gerade genutete Reibahlen verwendet, da diese durch ihre Schneidenform die Späne gegen die Arbeitsrichtung aus der Bohrung befördern. Bei Durchgangsbohrungen sollte man gedrahte Werkzeuge bevorzugen, weil der Drall die Späne in Bearbeitungsrichtung aus der Bohrung transportiert.

Schnittunterbrechungen

Bei Schnittunterbrechungen in der Bohrung werden bevorzugt gedrahte Werkzeuge eingesetzt, da diese Schneidenform im Gegensatz zu gerade genuteten Werkzeugen weniger zum Einhängen in die Querbohrung neigt. Ist die Querbohrung $> 0,25 \times D$, kann man auch in Sacklochbohrungen gedrahte Reibahlen einsetzen.

Aufmaß der Vorbohrung

Übersteigt das Aufmaß der Vorbohrung das normale Aufmaß (siehe Tabelle „Empfohlene Untermaße“ auf Seite 15), sollte eine Schäl- oder Nietloch-Reibahle zum Einsatz kommen bzw. eine HM-Reibahle mit Vorschneider.

Mit diesen Werkzeugen können deutlich höhere Aufmaße bearbeitet werden, allerdings sollten sie wegen des langen Anschnitts und des großen Drallwinkels nicht in Sacklöchern eingesetzt werden.

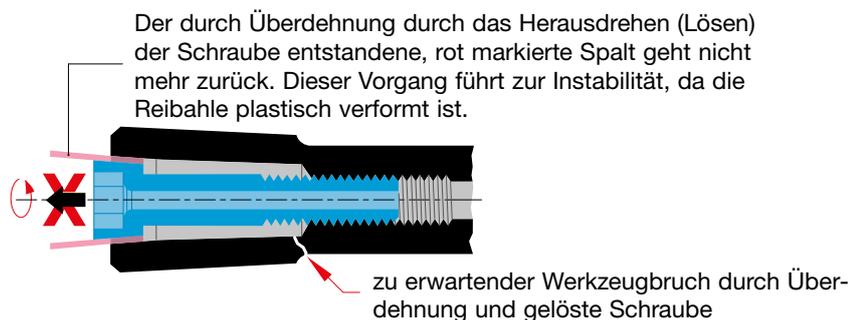
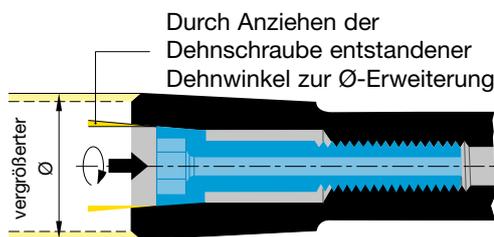
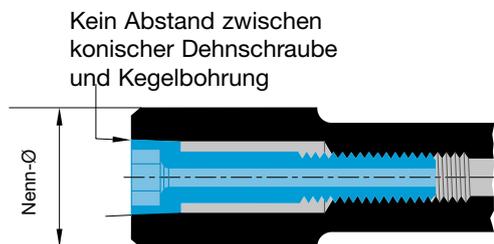
Spreiz- und Dehn-Reibahlen

Spreiz-Reibahlen dürfen nur aufgedehnt werden. Ist das dadurch erzielte Maß zu groß, ist ein Zurückdrehen der Schraube nicht möglich, da sonst die Vorspannung verloren geht. Dies führt in den meisten Fällen zu einem Werkzeugbruch, siehe Demonstrationsdarstellungen unten. Das Werkzeug muss, wenn die Vorspannung herausgenommen wurde, noch einmal eingestellt und geschliffen werden.

Lagegenauigkeit der Bohrung

Eine Stirn-Reibahle bietet durch ihre spezielle Anschnittform häufig die beste Lösung, wenn ein Stichmaß eingehalten werden muss, da dieses Werkzeug minimal abgedrängt wird. Außerdem werden Stirn-Reibahlen oft eingesetzt, wenn die Vorbohrung und die Reibahle nicht in einer Achse liegen. Auf Anfrage bietet Gühring auch Hartmetall-Stirn-Reibahlen.

Schematische Darstellung des Dehnvorgangs und der Werkzeug-Bruchgefahr beim Zurückdrehen der Dehnschraube (Darstellung überhöht)





Hartmetall-Reibahlen Ausführungen

Unsere Hartmetallsorten kommen in folgenden Ausführungen zum Einsatz:

- VHM NC-Maschinen-Reibahlen: Vollhartmetall
- HM Maschinen-Reibahlen:
 - ≤ Ø 9,50 mm Vollhartmetall
 - > Ø 9,50 mm HM-Schneidplatten
- HM Maschinen-Dehn-Reibahlen: HM-Schneidplatten

Spreiz-Reibahlen Einstell- und Dehnbereiche

Unsere Spreizreibahlen können je nach Ø-Bereich um folgende Werte nachgestellt werden:

- ≥ Ø 12 mm um ca. 0,015 mm
- ≥ Ø 17 mm um ca. 0,020 mm
- ≥ Ø 24 mm um ca. 0,025 mm
- ≥ Ø 32 mm um ca. 0,030 mm

Achtung:

Spreizreibahlen nur dehnen! Beim Zurückstellen geht die Vorspannung verloren und es besteht Bruchgefahr!

Dehn-Reibahlen Dehnbereich

Unsere Dehn-Reibahlen sind durch eine Stirnschraube um ca. 0,03 mm dehnbar.

Einstellbare Hand-Reibahlen Einstellbereich

Einstellbare Hand-Reibahlen sind auf Nennmaß und nicht für Bohrungen mit Toleranzfeld H7 geschliffen. Der Einstellbereich beträgt 1/100 des Nenndurchmessers, z.B. bei Ø 10,00 mm etwa 0,1 mm. Ab Ø 6,50 erfolgt die Einstellung über eine Gegenmutter.

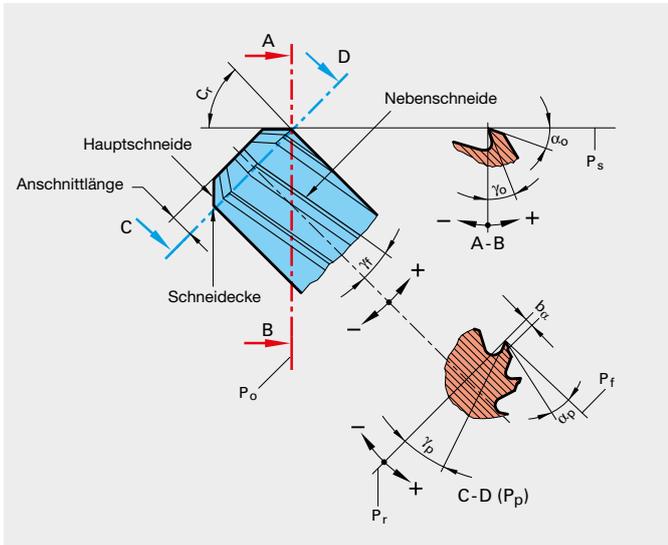
Aufsteck-Reibahlen Aufnahmebohrung

Unsere Maschinen-Aufsteck-Reibahlen nach DIN 219 verfügen über eine Aufnahmebohrung mit Kegel 1:30 und eine Quernut nach DIN 138.

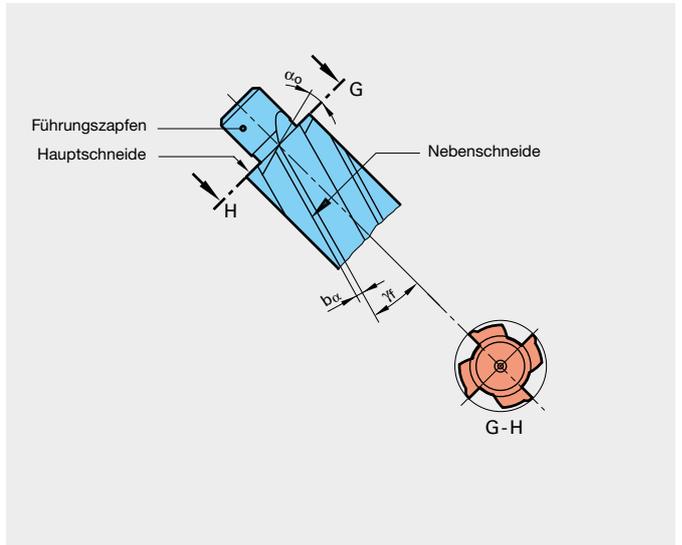


Begriffe, Maße und Winkel

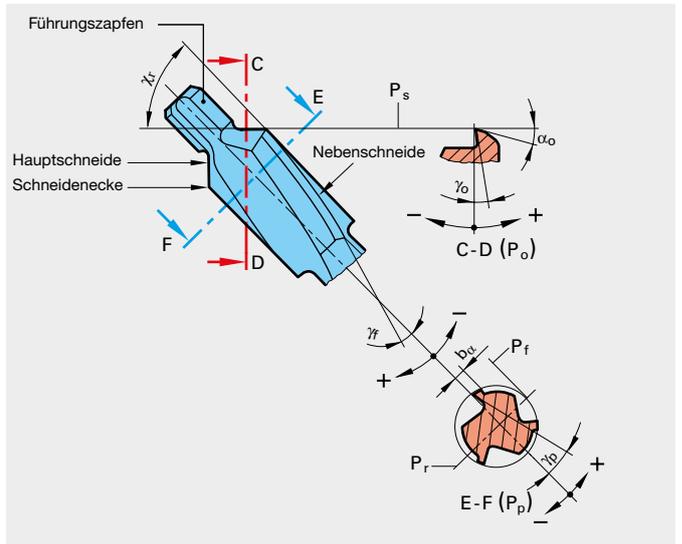
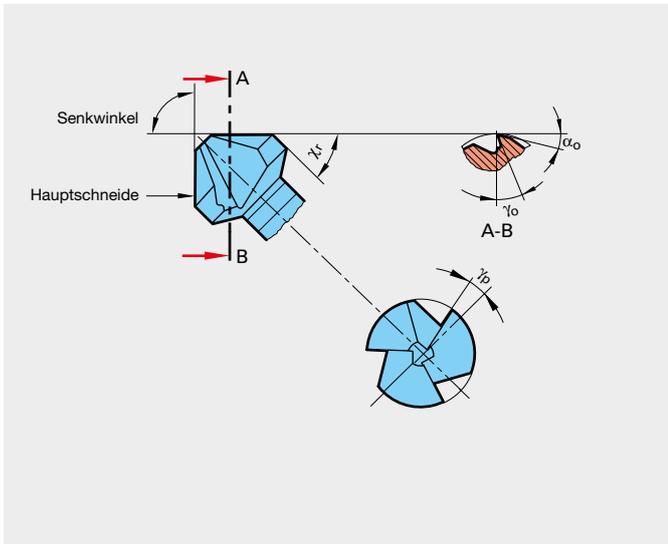
an Reibahlen



an Flachskern



an Kegelsenkern



- α_o = Freiwinkel
- α_p = Rückfreiwinkel der Neben-Schneide
- b_α = Fasenbreite der Neben-Freifläche
- γ_o = Orthogonal-Spanwinkel
- γ_f = Seitenspanwinkel
- γ_p = Rückspanwinkel der Neben-Schneide

- χ_r = Einstellwinkel
- P_o = Werkzeug-Orthogonalebene
- P_f = angenommene Arbeitsebene
- P_p = Werkzeug-Rückebene
- P_r = Werkzeug-Bezugsebene
- P_s = Werkzeug-Schneideebene





Spannmittel GM 300

GÜHRING

Seite

180	Eigenschaften der Werkzeugaufnahmen im Vergleich
182	GühroSync
184	Konfiguration der GÜHROSync-Synchrofutter mit Innenkühlung
185	Konfiguration der Gewindefutter für konventionelle Kühlung
186	MQL
186	Technik und Vorteile
187	MQL System Finder
188	Konfiguration der GühroSync-Synchrofutter für MQL
189	Konfiguration der MQL-Synchrofutter
190	Die Minimalmengenschmierung
192	MQL-Technologie
197	Montage Kühlmittelübergabesatz/MQL Kühlmittelübergabeeinheit
198	Montage/Demontagewerkzeug für MQL- & M-Kontur-Spannsätze
199	MQL-Check 3001
200	Modulübersicht 6x6
201	Modulübersicht 4x4
202	4-Punkt-Spanntechnik für MQL
205	Die 4-Punkt-Spanntechnik für konventionelle Kühlung
208	PowerClamp-Spanntechnik
211	Die HSK-Schnittstelle
216	Werkzeugaufnahmen SK DIN ISO 7388-1 und MAS/BT DIN ISO 7388-2
217	Unwuchteinflüsse auf Maschinenspindeln, Werkzeugaufnahmen und Werkzeuge
219	Schrumpffutter und Schrumpfgeräte
220	Bedienungshinweise für Hydraulik-Dehnspannfutter
221	Hydraulik-Dehnspannfutter
222	Einbaumaße für HSK-Flansche



Spannfutter/ Werkzeugaufnahme für zylindrische Werkzeugschäfte	TSG 3000/ Schrumpffutter/ Schrumpf-Verlängerungen	Hydro-Dehnspannfutter/ HMC 3000/ Reduzierbuchsen
		
Eigenschaften	höchste Rundlaufgenauigkeit; sehr schlanke Störkontur; gute Steifigkeit; hohe Spannkraft; modular verlängerbar; patentierte Dämpfungsschraube sichert den Rundlauf	hohe Dämpfung bei höchster Rundlaufgenauigkeit; einfachste Handhabung; flexibler Einsatz durch Reduzierbuchsen auch mit GÜHROJET
Hauptanwendung	Bohren, Senken, Fräsen, Reiben, universell und HSC anwendbar	Reiben, Bohren, Senken, HSC-Anwendung, leichtes Fräsen
Haupteigenschaft	präzise und universell; schlank; hohe Spannkraft	einfachste Handhabung
Rundlauf	< 3µm	< 3µm
bei 5xD	< 5µm	< 5µm
Spannkraft	sehr hoch	sehr hoch
Steifigkeit	sehr hoch	hoch
Dämpfung	gering	sehr hoch
Störkontur	klein / kleinst	mittel
Handhabung	gut	sehr gut / sehr flexibel
Betätigung	Schrumpfgerät z.B. GSS 2000 Art.-Nr. 4742	Sechskant-Schlüssel z.B. Art.-Nr. 4912



HPC- Präzisions-Kraftspannfutter/ Spannhülsen	Zylinderschaft-Aufnahmen „Weldon“/ „Whistle-Notch“	Spannzangen- Aufnahmen ER
		
<p>höchste Spannkraft und Stabilität durch mechanisches Spanngetriebe; hohe Präzision und Wuchtgüte; flexibler Einsatz durch Spannhülsen auch mit GÜHROJET</p>	<p>robustes, günstiges Spannfutter für schwere Zerspanung im niedrigeren Drehzahl- und Genauigkeitsbereich</p>	<p>sehr flexibles Spannfutter für unterschiedlichste Schaftabmessungen und -Toleranzen; für untergeordnete Zerspanaufgaben</p>
<p>schweres HPC- und schnelles präzises HSC-Fräsen, Bohren, universell anwendbar</p>	<p>Schruppzerspanung, Fräsen, Bohren</p>	<p>leichte Zerspanung, Zentrieren, Fasen, Bohren, Gewinden; Zwischenmaß-Schäfte</p>
<p>höchste Spannkraft und Steifigkeit</p>	<p>einfache Bedienung; sichere Spannung</p>	<p>hohe Flexibilität</p>
<p>< 3µm</p>	<p>< 10µm</p>	<p>< 10µm</p>
<p>< 8µm</p>	<p>< 25µm</p>	<p>< 20µm</p>
<p>extrem hoch</p>	<p>sehr sicher</p>	<p>mittel</p>
<p>extrem hoch</p>	<p>sehr hoch</p>	<p>gering</p>
<p>hoch</p>	<p>gering</p>	<p>hoch</p>
<p>mittel</p>	<p>groß</p>	<p>groß (mini = klein)</p>
<p>sehr gut / flexibel</p>	<p>gut</p>	<p>gut</p>
<p>Sechskant-Schlüssel / Drehmomentschlüssel z.B. Art.-Nr. 4915 + 4916 Typ D</p>	<p>Sechskant-Schlüssel Anzugsmoment: Information bei Spannschraube Art.-Nr. 4903</p>	<p>Hakenschlüssel max. Anzugsmoment: Information bei Spannmutter Art.-Nr. 4903</p>



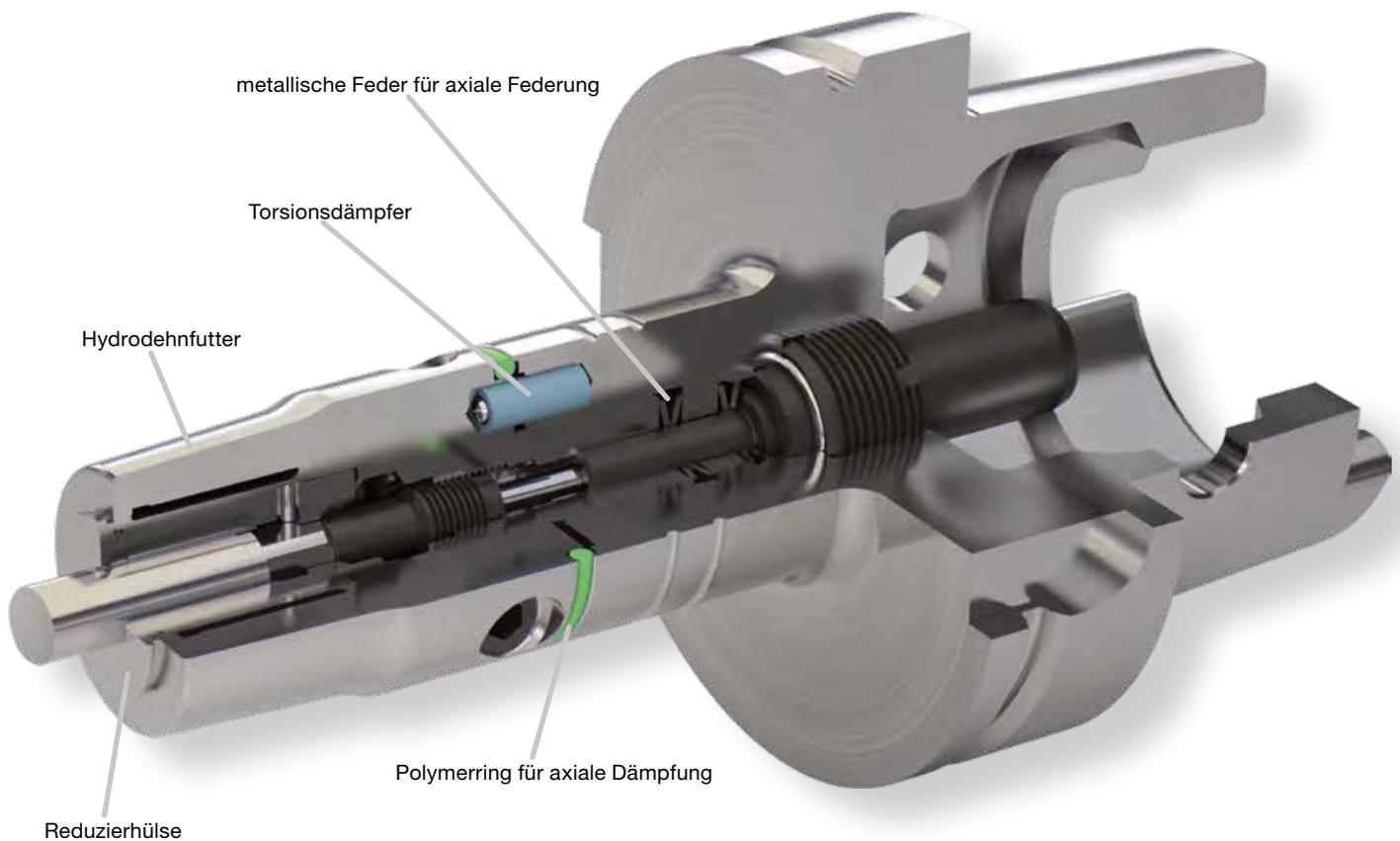
GÜHROSync

Der einfache Weg zum perfekten Gewinde

Intelligenter Aufbau:

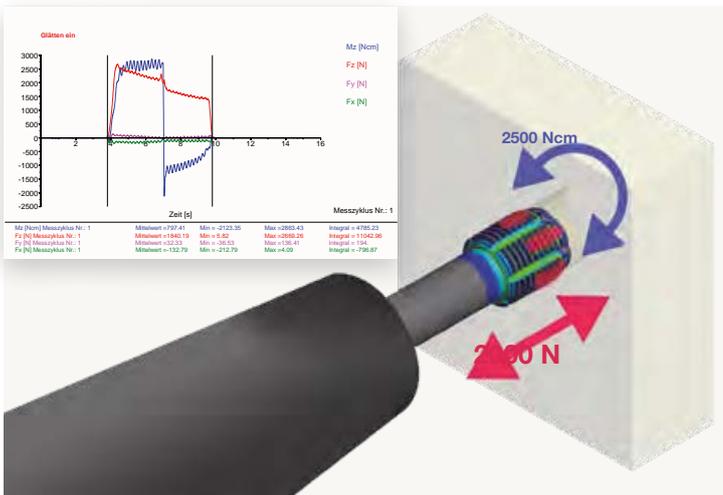
Im schlanken GühroSync-Futter finden neben den Federungs- und Dämpfungselementen für die Reduzierung der Axial- und Radialkräfte beim Gewindebohren auch der Übergabesatz für MQL oder konventionelle Kühlschmierung und die Längeneinstellschraube Platz.

- **höhere Standmenge**
- **exzellente Gewindequalität**
- **hohe Prozesssicherheit**

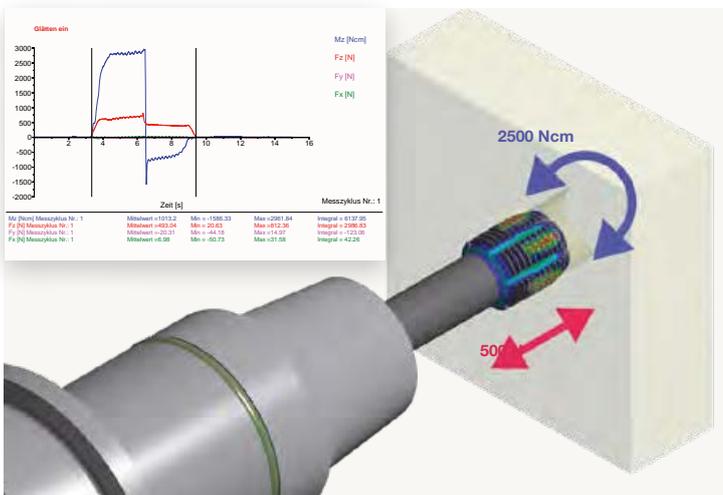




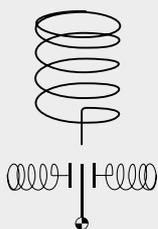
Die optimale Kombination aus langlebiger Metall-Feder und Dämpfungselementen aus Polymer reduziert die Axial- und Radialkräfte erheblich.



Starres Futter



GühroSync



Sichtbar gemacht:
Das Federsymbol auf dem GÜHROSync zeigt die axiale und radiale Kräfteinwirkung.



GÜHROSync

Schrumpffutter

4736 HSK-A

4726 TSG 3000 HSK-A

4758 HSK-C

4738 SK

Hydro-Dehnspannfutter mit erhöhter Spannkraft

4221 MAS-BT

4299 HSK-A

4267 HSK-C

4213 SK

4949 Kühlmittelübergabe-
satz HSK-A
für konventionelle
Kühlung

4925 Anzugsbolzen
für SK

4926

4927 Anzugsbolzen
für MAS/BT

4928

Hydro-Synchrofutter

4601 HSK-A

Hydro-Synchrofutter

4576 SK

Hydro-Synchrofutter

4577 MAS-BT



4525

Hydro-Ø 12 / Ø 20
Synchrofutter mit
Zylinderschaft Ø 20
für Innenkühlung

4364

Einstellschrauben „plan“ für Synchrofutter
mit konventioneller Innenkühlung

4605

Reduzierbuchse abgedichtet

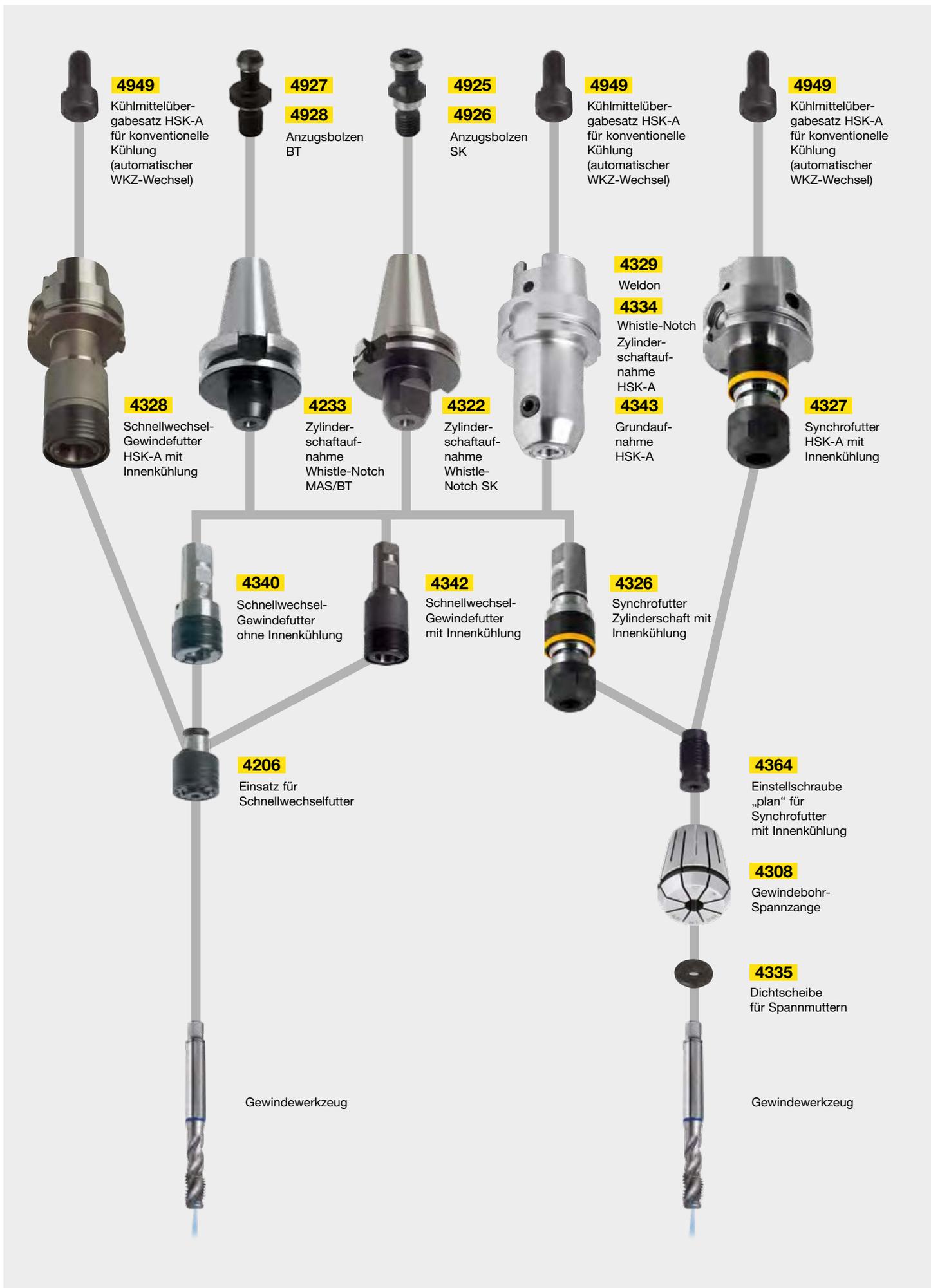
4606

GÜHROJET Reduzierbuchse



Gewindewerkzeug:
Schaftdurchmesser x Vierkant





MQL BY GÜHRING

Technik und Vorteile

- Kostenreduzierung durch geringen Reinigungsaufwand
- Umwelt- & Gesundheitsschutz
- Wenig Kühlschmiermittelbedarf – hohe Kühlschmierwirkung
- Niedrige Prozesstemperaturen
- Niedrige Temperaturbelastung der Werkzeugspitze
- Versackungsfreie Übergabe des Kühlschmierstoffs
- Direktes Ansprechen ohne Verluste
- Hohe Kompatibilität

1 MQL BY GÜHRING

Unsere Produkte für die MQL 1-Kanal-Technik sind mit diesem Symbol gekennzeichnet.

Optisches Merkmal für das 1-Kanal-System ist die goldfarbene MQL-Längeneinstellschraube.



2 MQL BY GÜHRING

Unsere Produkte für die MQL 2-Kanal-Technik sind mit diesem Symbol gekennzeichnet.

Optisches Merkmal für das 2-Kanal-System ist die schwarze MQL-Längeneinstellschraube.

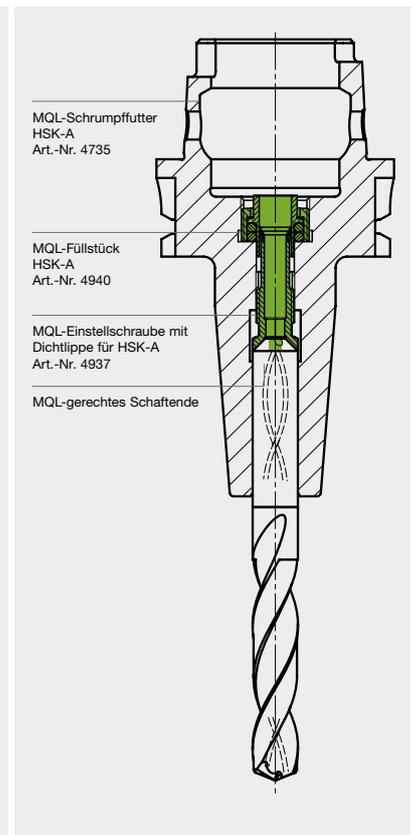
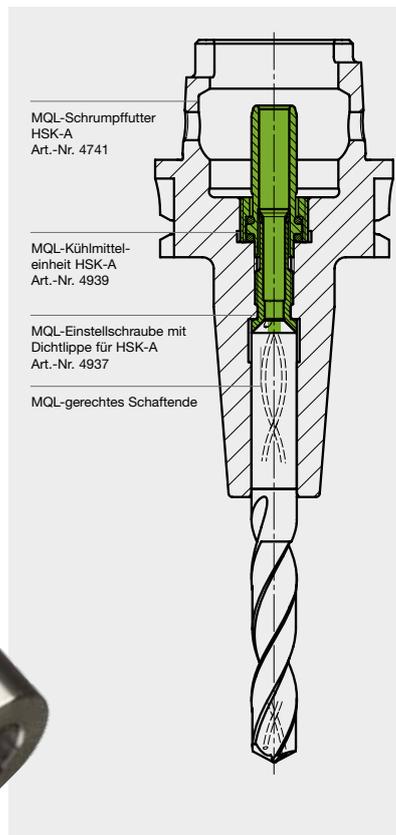




			HSK-A für automatischen Werkzeugwechsel	HSK-A für manuellen Werkzeugwechsel
1 ML BY GÜHRING	Hydrodehnspannfutter		4210	4209
	Schrumpffutter		4741	4735
	Synchrofutter		4330	4298
2 ML BY GÜHRING	Hydrodehnspannfutter		4612	4611
	Schrumpffutter		4614	4613
	Synchrofutter		4341	4298

automatische Werkzeugspannung

manuelle Werkzeugspannung





MQL Schrumpffutter
HSK-A
auto. Werkzeugwechsel



man. Werkzeugwechsel



MQL Hydro-Dehnspannfutter
HSK-A
auto. Werkzeugwechsel



man. Werkzeugwechsel



4508

MQL 1-Kanal-
Kühlmittelübergabesatz
HSK-A



4511

MQL 2-Kanal-
Kühlmittelübergabesatz
HSK-A



4513

MQL-
Kühlmittelübergabesatz
HSK-A (Füllstück)



MQL 1-Kanal-
Hydro-Synchrofutter HSK-A
auto. Werkzeugwechsel

4602

MQL 2-Kanal-Hydro-
Synchrofutter HSK-A
auto. Werkzeugwechsel

4603

MQL-Hydro-
Synchrofutter HSK-A
man. Werkzeugwechsel

4604



4524

MQL Hydro-Ø 12/Ø 20
Synchrofutter mit Zylinderschaft Ø 20

4305

MQL-Einstellschraube mit Innenkonus
für MQL-Synchrofutter

4605

Reduzierbuchse abgedichtet

4606

GÜHROJET Reduzierbuchse



Gewindewerkzeug mit MQL-Schaft:
Schaftdurchmesser x Vierkant



4508 **1 MQL**
BY GÜHRING

Kühlmittelübergabesatz
für automatischen
WKZ-Wechsel



4511 **2 MQL**
BY GÜHRING

MQL-Kühlmittelübergabesatz
für automatischen
WKZ-Wechsel



4513

1 MQL
BY GÜHRING
2 MQL
BY GÜHRING

MQL-Kühlmittelübergabesatz
für manuellen
WKZ-Wechsel



4330

MQL 1-Kanal-
Synchrofutter
HSK-A für den
automatischen
WKZ-Wechsel



4341

MQL 2-Kanal-
Synchrofutter
HSK-A für den
automatischen
WKZ-Wechsel



4298

MQL-Synchrofutter
HSK-A für den
manuellen
WKZ-Wechsel
für MQL
1- & 2-Kanal-Systeme



4305

MQL-Einstellschraube mit Innenkonus
für MQL-Synchrofutter



4308

Gewindebohr-
Spannzange



4335

Dichtscheibe
für Spannmuttern



Gewindewerkzeug





1 MQL BY GÜHRING

Unsere Produkte für die MQL 1-Kanal-Technik sind mit diesem Symbol gekennzeichnet.

Optisches Merkmal für das 1-Kanal-System ist die goldfarbene MQL-Längeneinstellschraube.

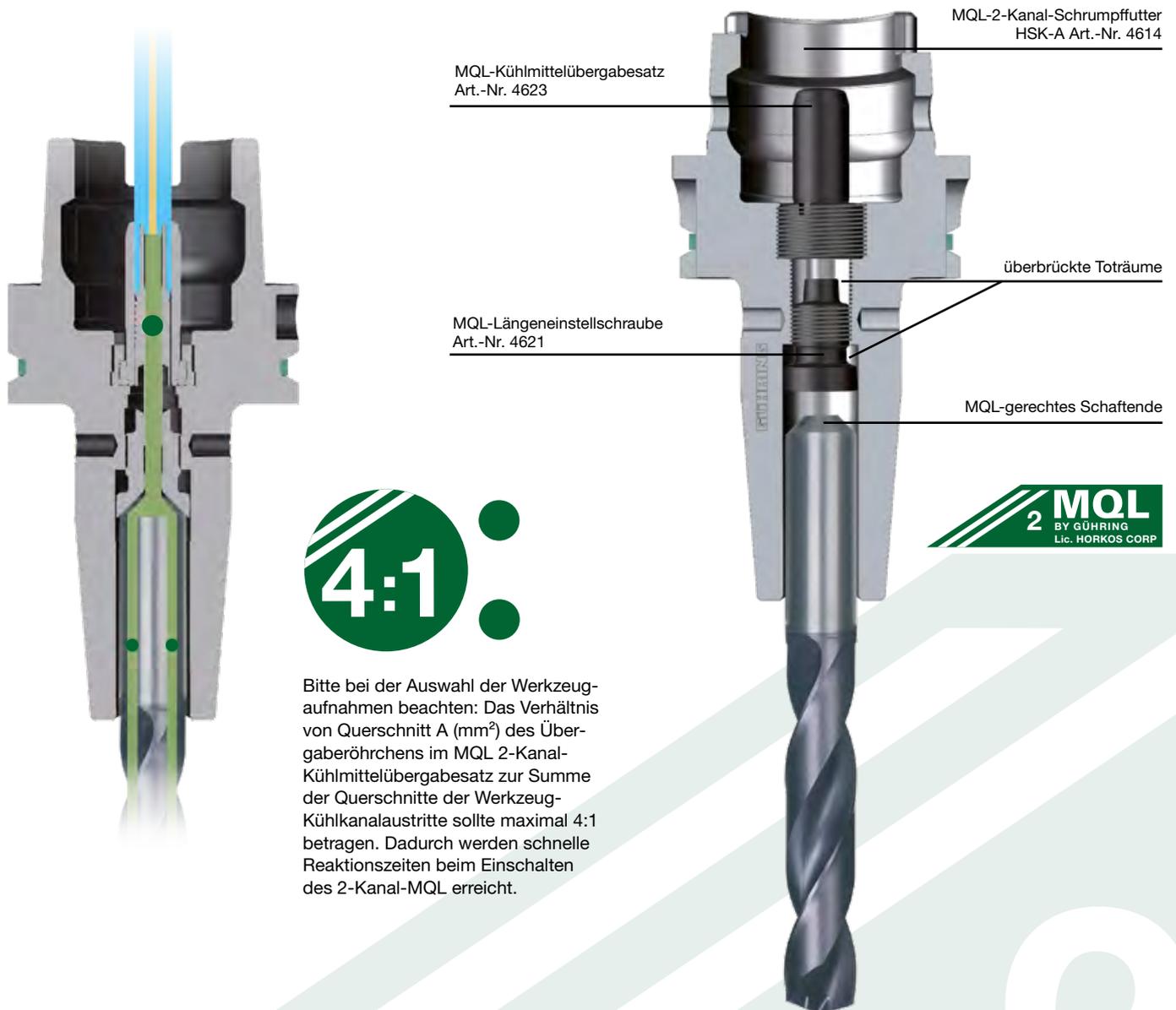




2 MQL BY GÜHRING

Unsere Produkte für die MQL 2-Kanal-Technik sind mit diesem Symbol gekennzeichnet.

Optisches Merkmal für das 2-Kanal-System ist die schwarze MQL-Längeneinstellschraube.



4:1

Bitte bei der Auswahl der Werkzeugaufnahmen beachten: Das Verhältnis von Querschnitt A (mm²) des Übergeberöhrchens im MQL 2-Kanal-Kühlmittelübergabesatz zur Summe der Querschnitte der Werkzeug-Kühlkanalaustritte sollte maximal 4:1 betragen. Dadurch werden schnelle Reaktionszeiten beim Einschalten des 2-Kanal-MQL erreicht.

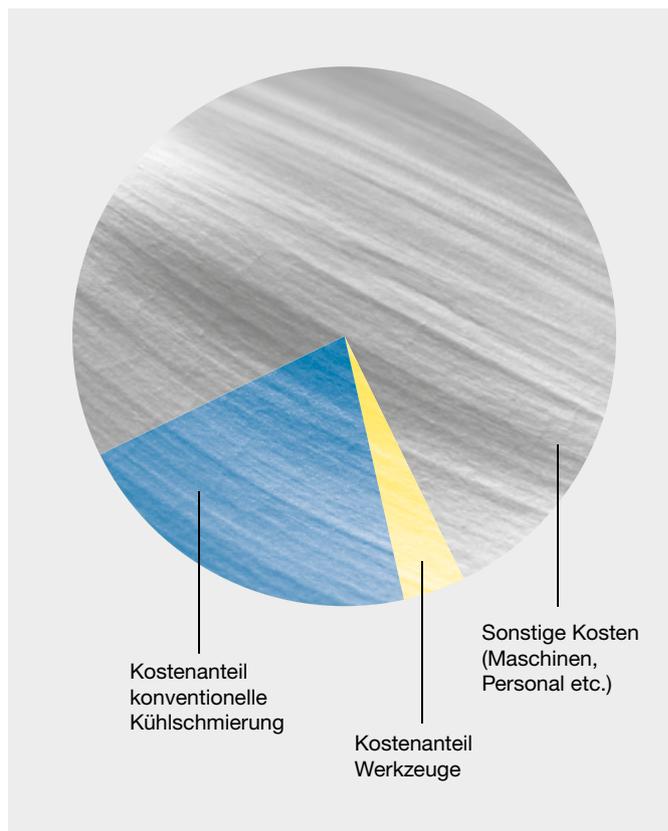
2



Grundlagen

Die Kosten rund um die Kühlschmierung machen neben den Maschinen- und Werkzeugkosten einen beträchtlichen Teil der Kosten des Zerspanungsprozesses aus. Die Senkung des Kühlschmiermittelbedarfs bietet daher vielfältige Einsparpotenziale.

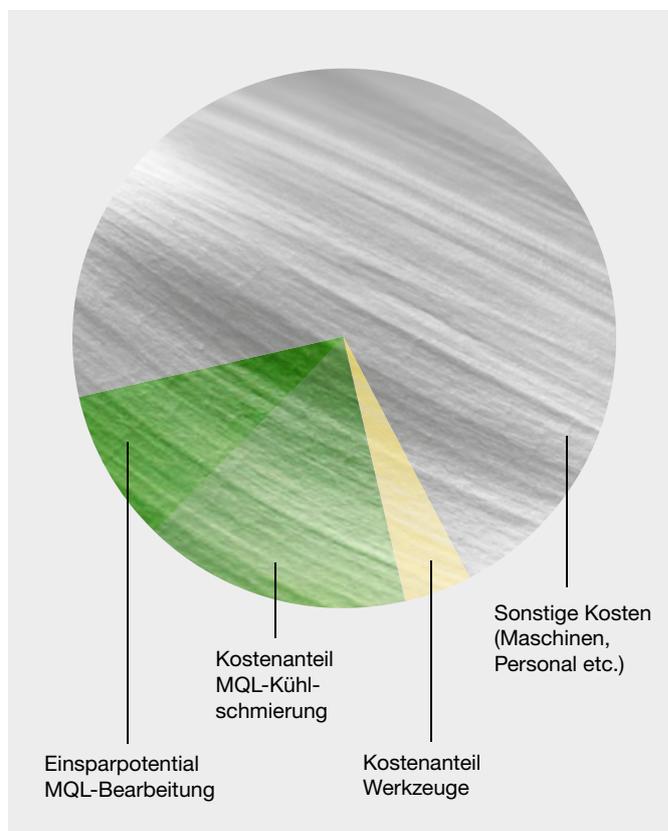
Die Einsparung von Kühlschmiermittel bringt nicht nur Kostenvorteile sondern unterstützt auch den Umwelt- und Gesundheitsschutz. Mitte der 1990er Jahre begann die Forschung und Entwicklung im Bereich MQL, zu deren Vorreitern Gühring gehört.



Ziele der MQL-Bearbeitung

Die Anschaffung einer neuen MQL-Kühlschmiermittelanlage ist deutlich günstiger als bei herkömmlicher Kühlschmierung!

- Reduzierung der Temperaturbelastung an der Werkzeugspitze
- Verringerung des Werkzeugverschleißes
- Effektive Spanabfuhr aus tiefen Bohrungen
- Reduzierung des Kühlschmiermittelbedarfs
- Hohe Kühlschmierwirkung besonders bei tiefen Bohrungen
- Senkung der Folgekosten wie:
 - Reinigungskosten der Bauteile
 - Kosten für Kühlschmiermittelentsorgung
 - Kosten für Entsorgung Kühlschmiermittel belasteter Späne
- Umwelt- und Gesundheitsschutz





Die Entwicklung moderner MQL-Systeme

Durch seine Grundlagenforschung für die MQL-Bearbeitung schuf Gühring die Voraussetzung für eine praxisnahe MQL-Technologie. Vom Spannsatz bis zur Werkzeugschneide wurden alle Komponenten in die Entwicklung einbezogen – das Resultat war das erste MQL-Übergabesystem.

Merkmale:

- Modular aufgebautes und standardisiertes System
- MQL und konventioneller Spannsatz sind problemlos austauschbar dank identischer Spindelkontur
- Hydrodehn-, Schrumpf- und Synchrofutter sind alle für den MQL-Spannsatz ausgelegt



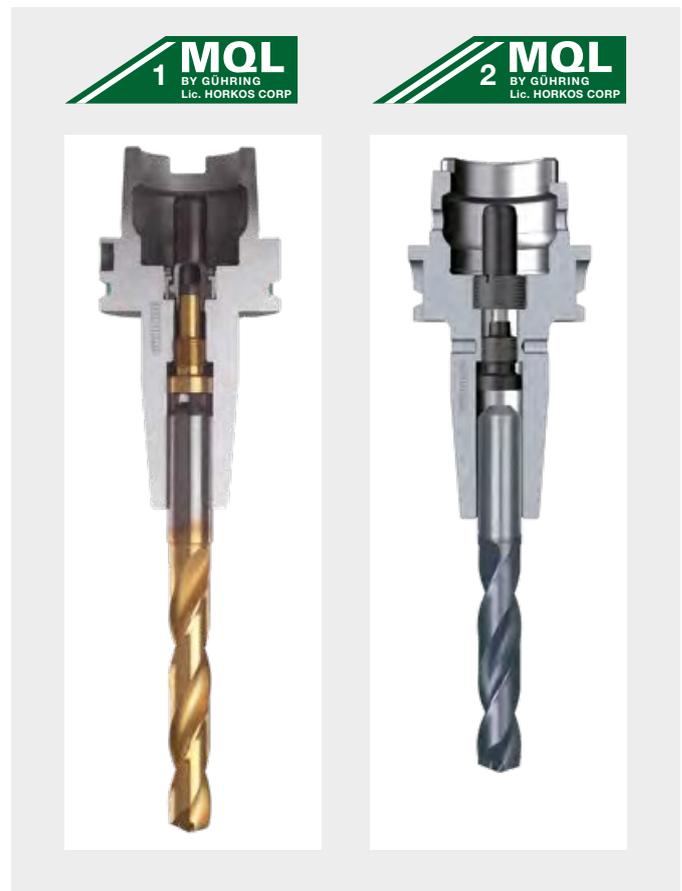
Das aktuelle Gühring MQL-System

Durch die Integration einer MQL-Längen-Einstellschraube in das erste Gühring MQL-Übergabesystem werden Ölversackungen zuverlässig vermieden. Damit steht dem Kunden heute ein MQL-Übergabesystem zur Verfügung, das den Anforderungen moderner Fertigungsprozesse optimal gerecht wird.

Merkmale des ersten Gühring MQL-Übergabesystems:

- Versackungsfreie Übergabe des Kühlschmierstoffs
- Spezielle MQL-Kühlmittelübergabe-Einheit
- MQL-gerechtes Schaftende am Werkzeug
- Kegelige Längeneinstellschraube

Der Anwender profitiert von einem standardisiertem System und einer deutlich reduzierten Lagerhaltung dank kompatibler Bauteile.



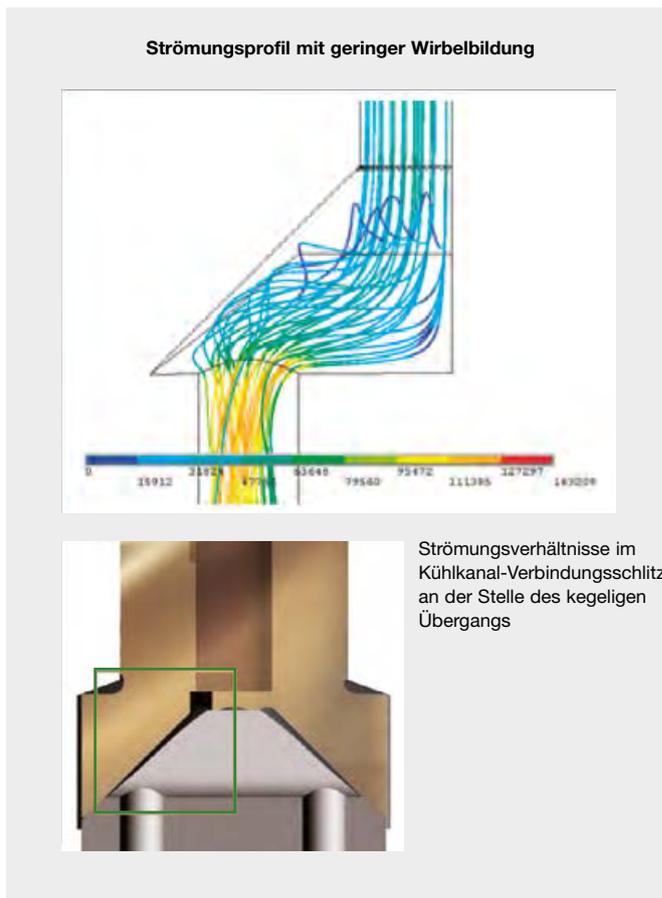


Formvollendetes Schaftende! Für die sichere MQL-Übergabe

Wichtig ist, die extrem geringe Ölmenge direkt an die Wirkstelle zu führen! Hierbei spielt die geometrische Form des Schaftendes eine enorme Rolle. Das kegelige Schaftende von Gühring schafft optimale Bedingungen für den MQL-Einsatz.

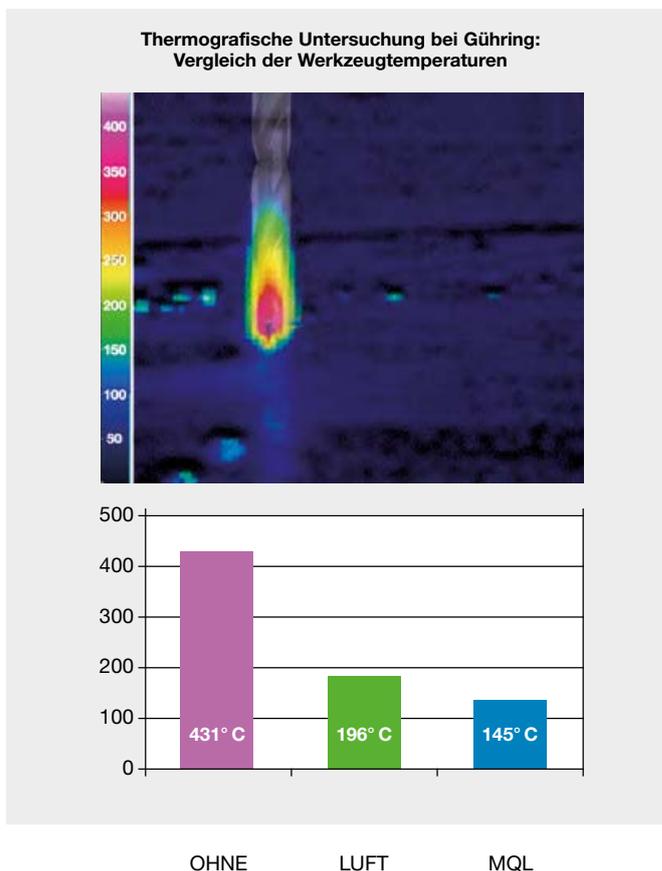
Vorteile des kegeligen Schaftendes:

- Keine Versackung von Öl
- Minimale Toträume
- Einfache Handhabung
- günstige Herstellung



Immer einen kühlen Kopf

Durch MQL kann die Prozesstemperatur im Vergleich zur Trockenbearbeitung erheblich gesenkt werden. Dadurch ergeben sich höhere Standwege und eine erhöhte Prozesssicherheit.





Die Bestform für MQL!

Beste Ergebnisse durch optimierte Werkzeug-Geometrie für die MQL-Bearbeitung am Beispiel RT 100 T!



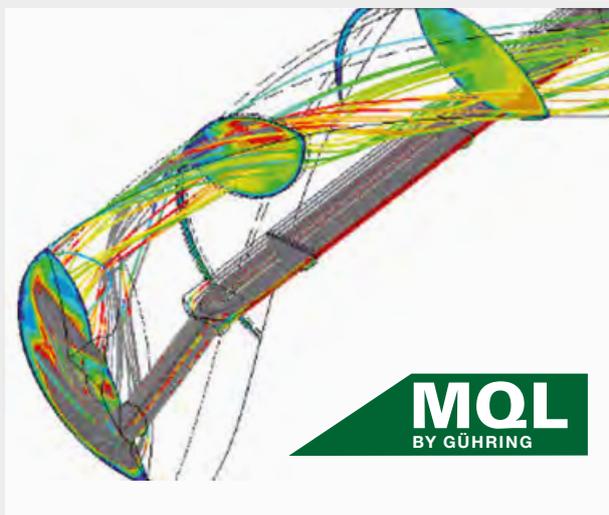
1. Nutquerschnitt:

Die Nutgeometrie von Gühring MQL-Werkzeugen sorgt für kurze Späne, die optimal aus tiefen Bohrungen transportiert werden.

2. Maximaler Kühlkanal-Querschnitt:

Sowohl die Kühlschmierstoffversorgung als auch die Spanabfuhr wurden durch den maximalen Querschnitt der Kühlkanäle an den Werkzeugen perfektioniert.

Vergleich Fließgeschwindigkeiten



Die Fließgeschwindigkeit

in der Nut ist mit MQL 30,4 m/s.

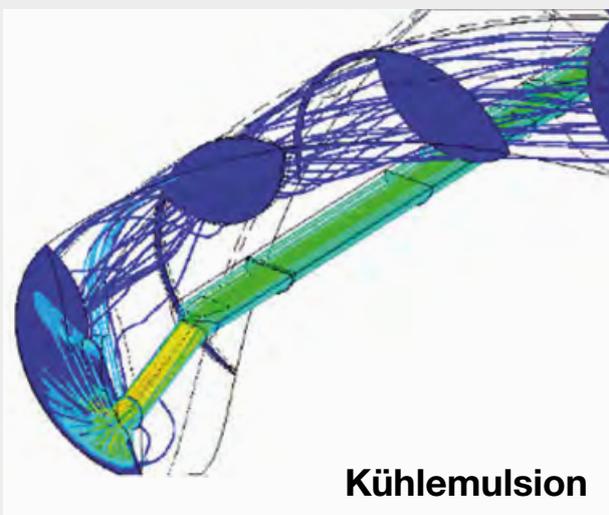
Das Volumen bei MQL

ist 6,960 l/h (Norm-Liter Luft/h).

Werkzeug-Ø = 11,7 mm

Druck an der Pumpe = 6 bar

Druck am Werkzeug = 4 bar



Die Fließgeschwindigkeit

in der Nut ist mit Emulsion 3,5 m/s.

Das Volumen mit Emulsion

ist 600 l/h (Norm-Liter Luft/h).

Werkzeug-Ø = 11,7 mm

Druck an der Pumpe = 60 bar

Druck am Werkzeug = 31 bar



Varianten des MQL-Systems

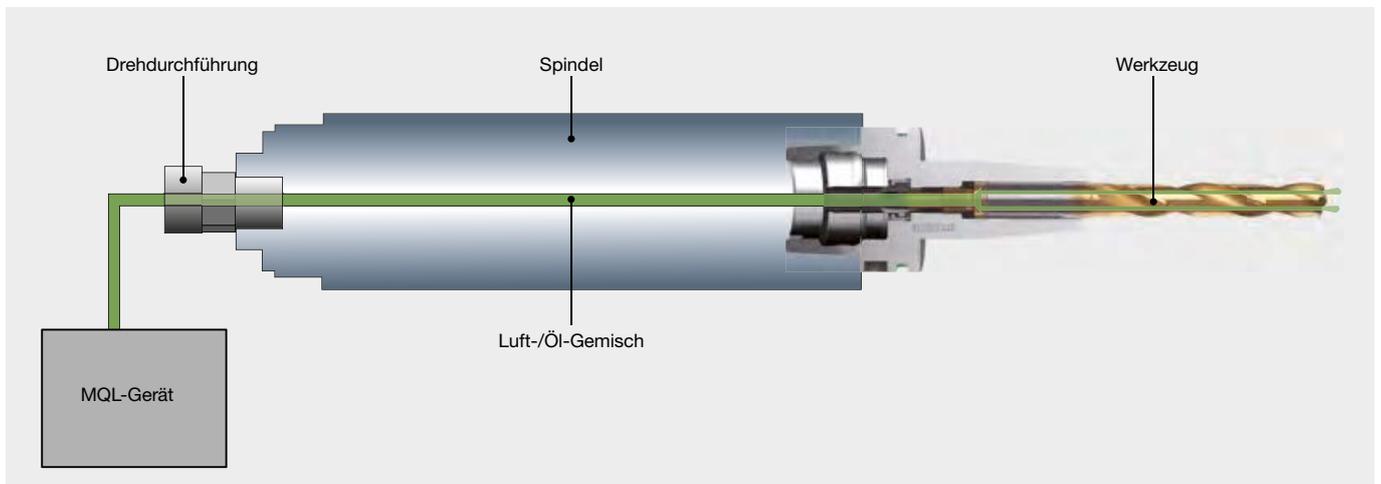
Die Bereitstellung des MQL-Mediums am Werkzeug kann auf zwei verschiedenen Wegen erfolgen: Das Aerosolgemisch kann außerhalb der Maschine aufbereitet werden und zur Bearbeitungsstelle geleitet werden (1-kanaliges System) oder Druckluft und MQL-Medium werden getrennt zur Mischkammer zugeleitet und erst dort vermischt (2-kanaliges System).

Die Zufuhr des Aerosols zur Bearbeitungsstelle erfolgt durch eine für die Minimalmengenschmierung geeignete Drehdurchführung (vorzugsweise mit axialem Durchfluss), die Spindel, das Spannsystem und schließlich das Zerspanwerkzeug. Unvermeidbare Querschnittsänderungen sollten strömungsgünstig ausgestaltet werden.

Das 1-Kanal-MQL-System

Beim 1-kanaligen MQL-System erfolgt die Erzeugung eines schmierfähigen Aerosols in einem separaten, an der Werkzeugmaschine angebrachten MQL-Gerät. Spezielle Düsensysteme innerhalb eines unter Druck stehenden

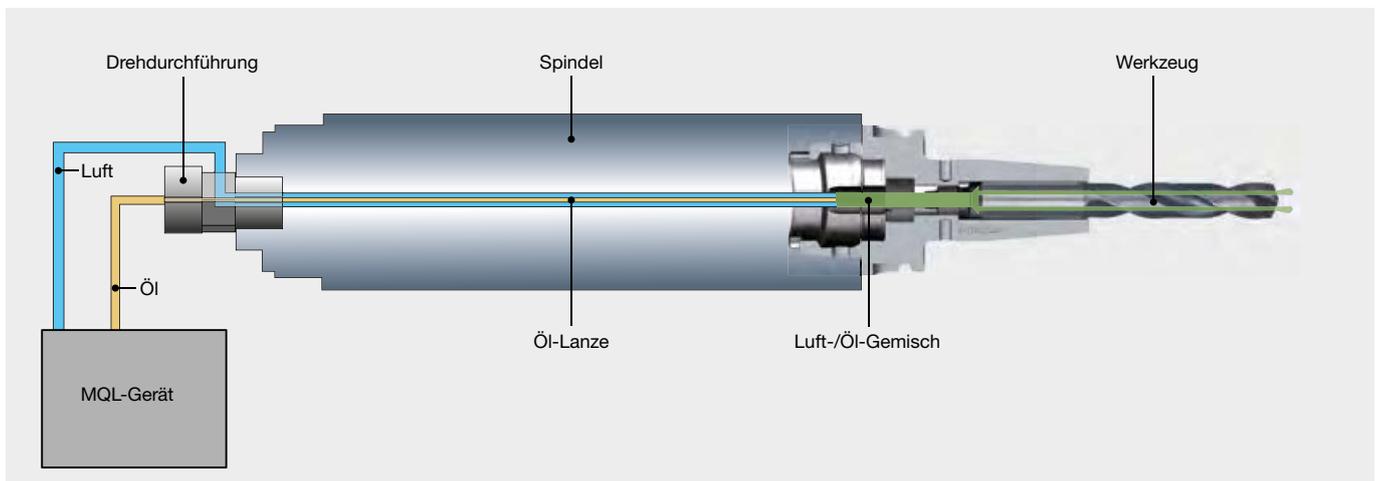
Behälters erzeugen mittels dosiert zugeführter Druckluft ein schmierfähiges Aerosol, dessen Ölgehalt einstellbar sein kann und dann durch die MQL-Steuerung innerhalb der physikalischen Grenzen sichergestellt wird.



Das 2-Kanal-MQL-System

Beim 2-Kanal-System gelangt das Öl vom Aggregat über eine Ringleitung und eine möglichst kurze Stichleitung zur Drehdurchführung. In diese ist ein Schnellventil integriert, welches das Öl in kleinsten Mengen dosiert. Über eine in der Spindel montierte Lanze wird das Öl in den Werkzeughalter transportiert. Der zweite Kanal der Drehdurchführung dient der Luftzuführung zum Werkzeughalter. Erst an dieser Stelle

wird die Luft mit dem Öl vermischt. Der Werkzeughalter verfügt dazu über eine eingepresste Rohrdüse, in der sich die Mischkammer befindet. Öl und Luft können bei diesem System in fast beliebigen Mengen gemischt werden. Der Weg von der Mischkammer zur Wirkstelle ist nur noch minimal, was eine sehr schnelle Reaktionszeit bewirkt und eine sehr schnelle Änderung der Ölmenge zulässt.





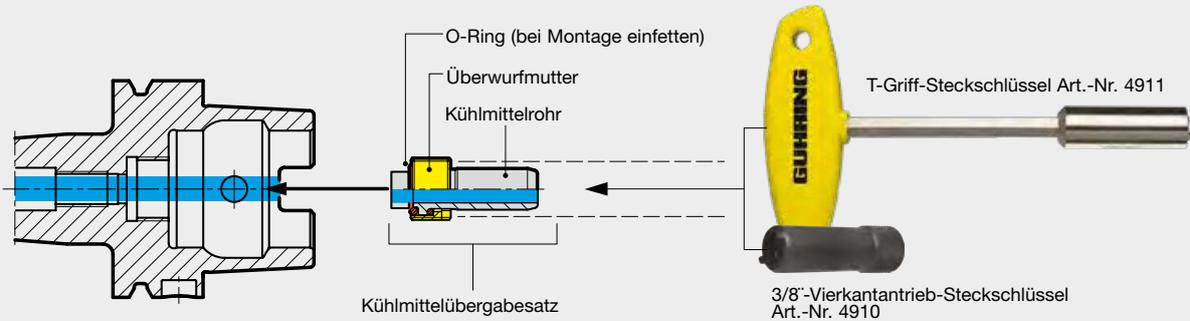
Montageanleitung

1. Die HSK-Aufnahme muss sauber und frei von Spänen und Beschädigungen sein.
2. Die O-Ringe vor Montage einfetten.
3. Den Kühlmittelübergabesatz vollständig (Kühlmittelrohr, Überwurfmutter und 2 O-Ringe) mit Hilfe des Steckschlüssels zentrisch in den HSK einführen.
Beim Einführen der MQL-Kühlmittelübergabeeinheit unbedingt darauf achten, dass das MQL-Röhrchen zentrisch und ohne Beschädigung in die MQL-Längeneinstellschraube eingeführt wird (nicht abknicken).
4. Den Kühlmittelübergabesatz/die Kühlmittelübergabe-Einheit einschrauben und fest anziehen (Drehmoment s. Tabelle rechts)
5. Das Kühlmittelrohr auf radiale Beweglichkeit prüfen.

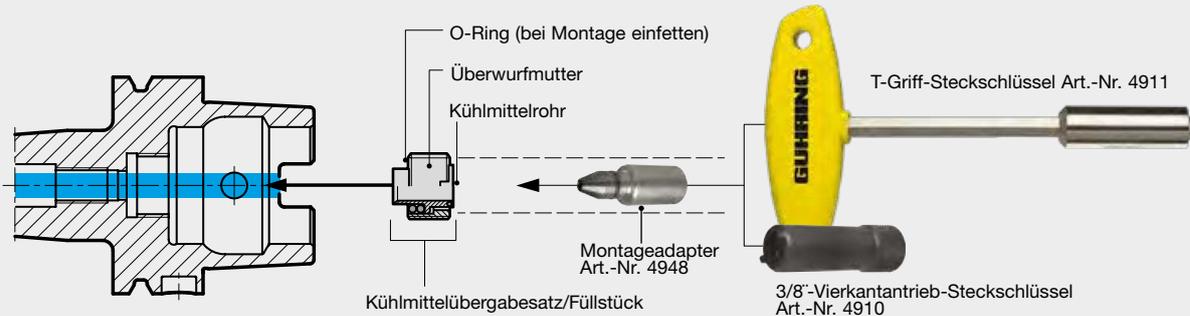
Drehmoment

für HSK	MA Nm
32	7
40	11
50	15
63	20
80	25
100	30

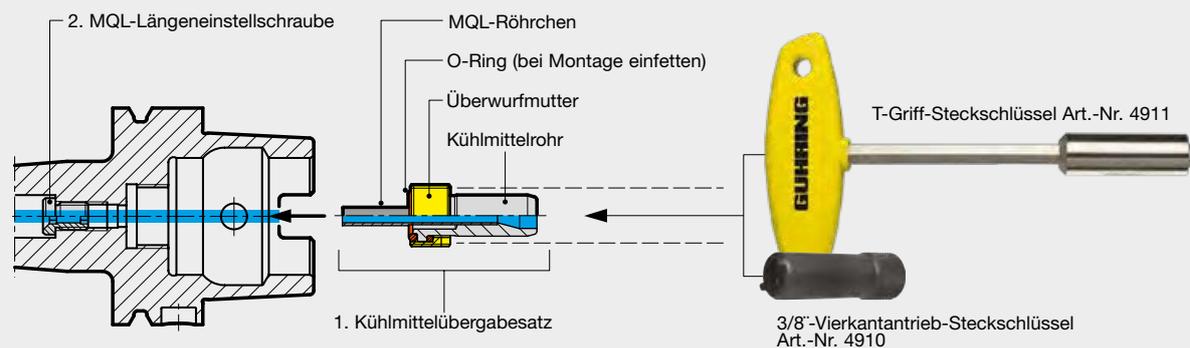
Montage MQL-Kühlmittelübergabesatz 4939



Montage MQL-Kühlmittelübergabesatz Füllstück 4940



Montage MQL-Kühlmittelübergabesatz 4623/4924

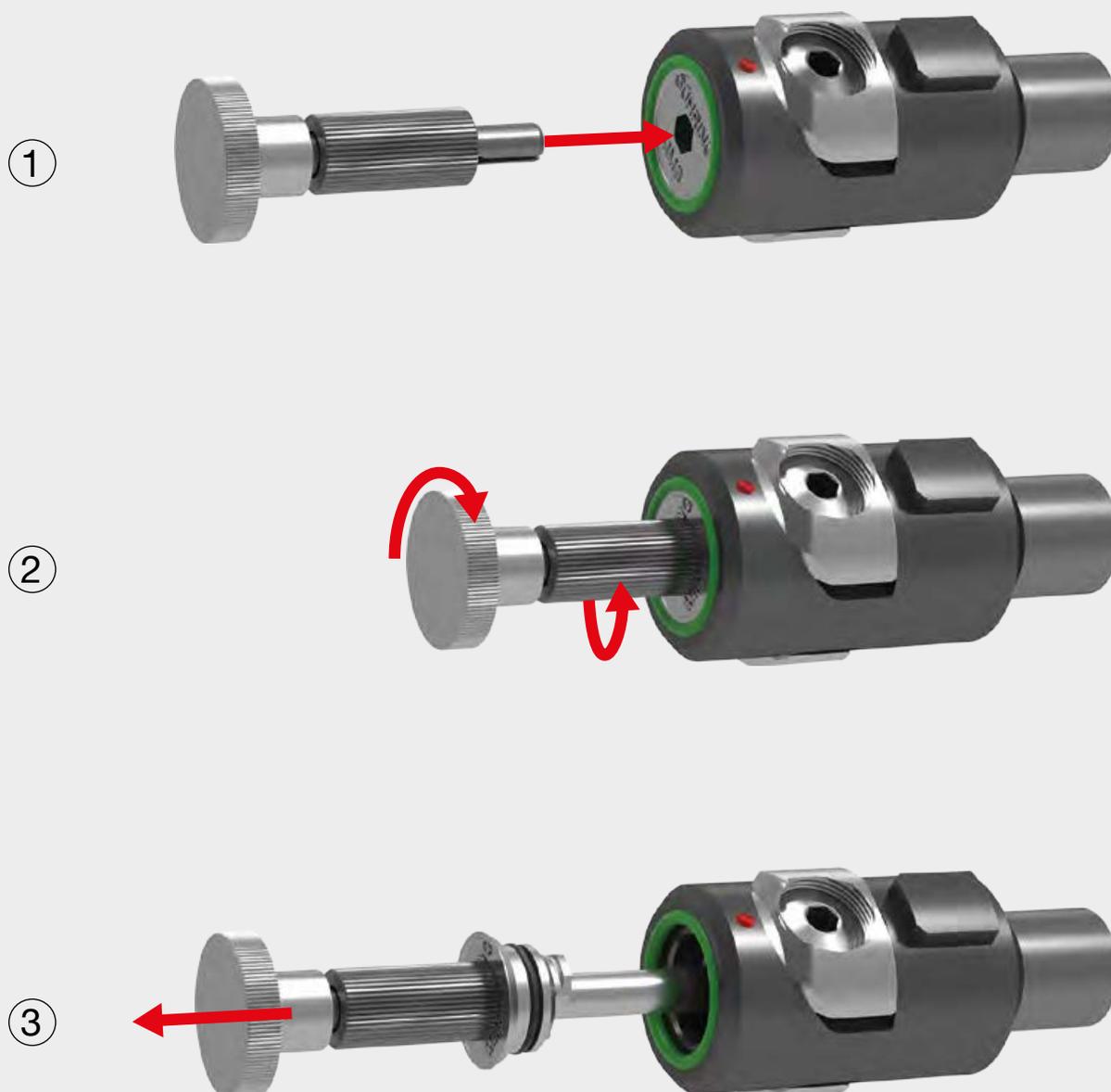




Montageanleitung

Produkt-Informationen

für die Montage- und Demontage von Ausstoßern bei MQL-Spannsätzen
Art.-Nr. 4930 und M-Kontur-Spannsätzen Art.-Nr. 4615





MQL-Check 3001

Messung direkt an der Werkzeugspitze

Gerade bei der Minimalmengenschmierung kommt es auf die optimale Zuführung der sehr geringen Schmierstoffmengen zur Werkzeugschneide an.

Eine mangelhafte Zufuhr beziehungsweise zu lange Ansprechzeiten können fatale Folgen wie vorzeitigen Verschleiß, verschlechterte Bearbeitungsqualität oder sogar Werkzeugbruch haben. Eine zu große Menge an KSS führt hingegen zu erhöhten Kosten durch unnötigen Schmierstoffverbrauch und zusätzlichen Reinigungsaufwand für Bauteile beziehungsweise Maschinen.

Mit dem MQL-Check 3001 stellt Gühring ein einfach zu bedienendes Messgerät für die schnelle Prüfung der Schmierstoffmenge direkt an der Werkzeugspitze zur Verfügung.

Der MQL-Check 3001 wird über Magnetpunkte in der Maschine befestigt, danach wird über die Werkzeugspitze der Null-Punkt für die Eintauchtiefe ermittelt. Sobald das Werkzeug im Messgerät positioniert wurde und der Start-Befehl über die Software gegeben wurde, kann die MQL-Zufuhr eingeschaltet werden. Die ermittelten Daten sendet die Messeinheit des MQL-Checks 3001 per Bluetooth an die zugehörige Software am PC/Laptop.



Vorteile des MQL-Check 3001

- einfache, direkte und schnelle Vergleichsmessung der Schmierstoffmenge an der Werkzeugspitze
- die Reproduzierbarkeit und jederzeit vergleichbare Messdaten
- Mitlieferung eines Masterwerkzeuges zur Gegenprüfung unseres MQL Prüfstandes → um die Funktion von MQL-Gerät, Maschine, Spindel, Werkzeugaufnahme und Werkzeug zu überprüfen
- ein werkstattgerechtes System, das kabellos arbeitet. Sowohl bei der Stromversorgung als auch bei der Datenübertragung

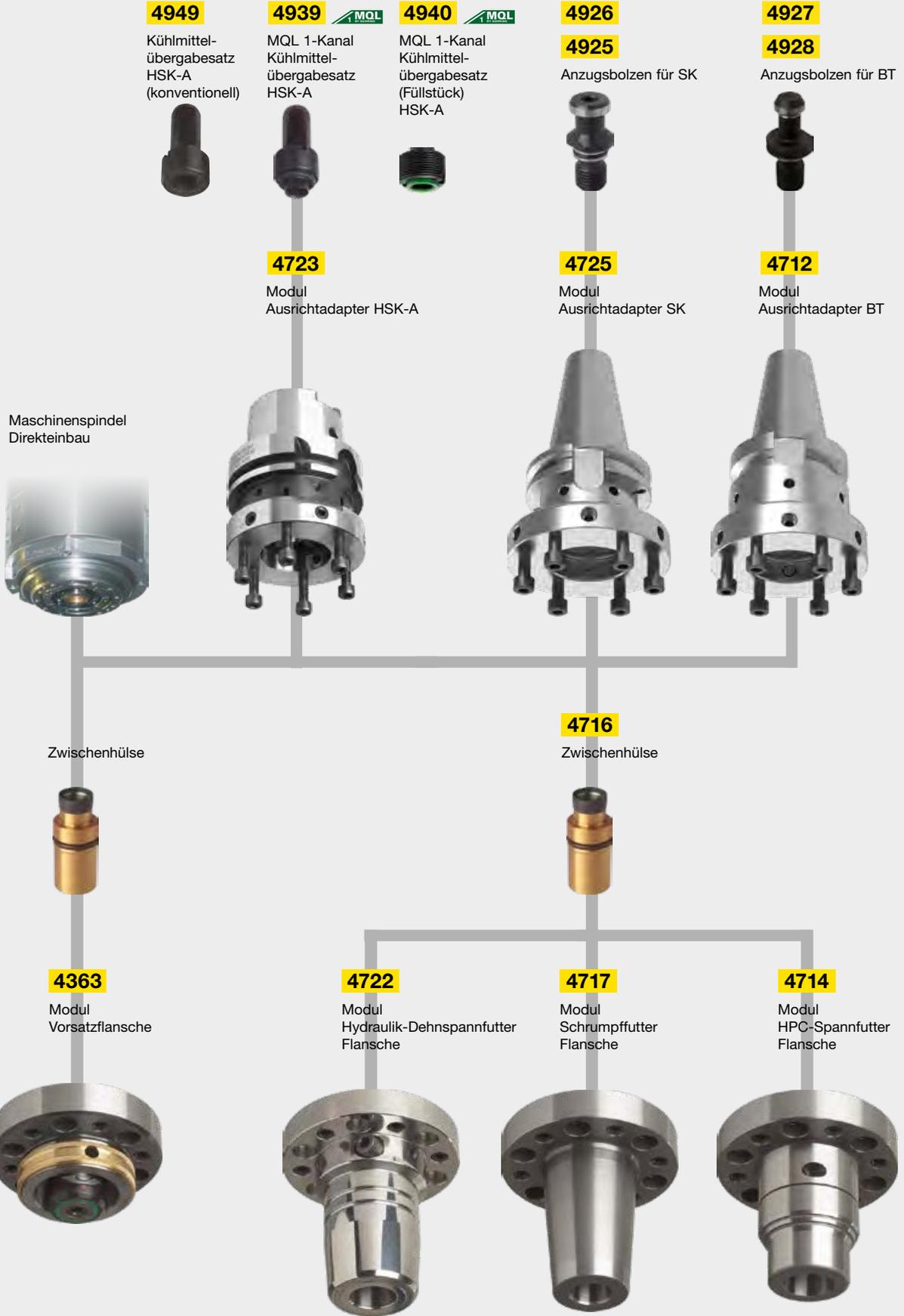
Technische Daten

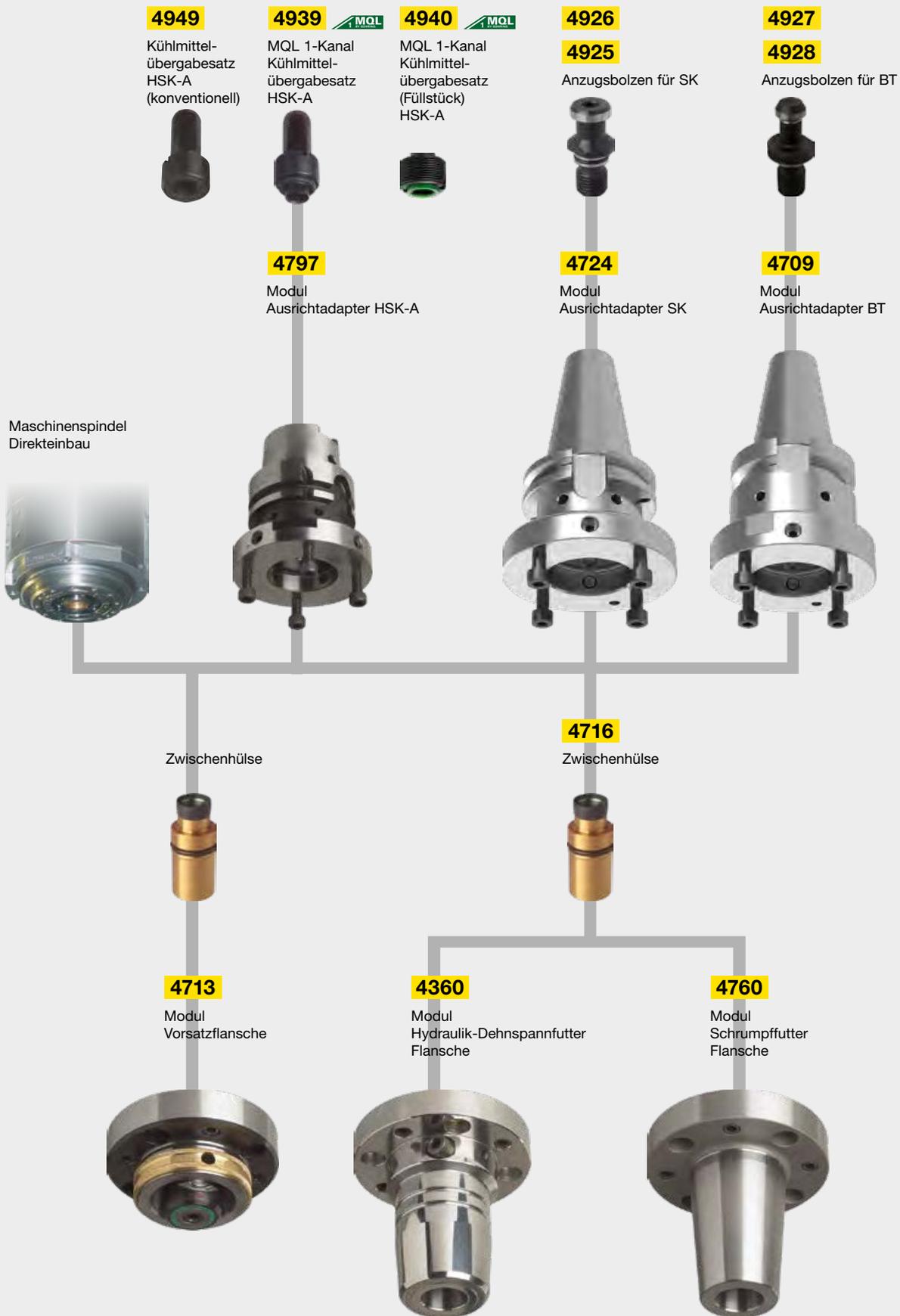
Prüfbereich	10 bis 160 ml/h
Durchmesserbereich Werkzeug	3 bis 21,5 mm
Messlage	0 bis 90° (vertikale und horizontale Bearbeitung)
Funkreichweite	ca. 50 m (bei optimalen Bedingungen)

Hinweis:
Nur Werkzeuge mit axialen Kühlkanalaustritten
können mit dem MQL Check 3001 getestet werden

MQL-Check 3001 besteht aus:

- Messeinheit inkl. Bluetooth-Sender und Magnetfuß für die Befestigung bei horizontaler Bearbeitung
- Software zur Messwerterfassung
- 10 Messfilter
- Akku + Netzteil







4-Punkt-Spanntechnik für MQL

Technik und Vorteile

Die MQL-fähigen 4-Punkt-Spannsätze bieten enorme Spannkraft und optimale Kühlschmierstoffversorgung. Sie eignen sich für die radiale manuelle Werkzeugspannung in Spindeln (Kurzbohrspindeln, Mehrspindelbohrköpfen).

GÜHROCLAMP

MQL
BY GÜHRING



HSK-C 100



HSK-C 80



HSK-C 63



HSK-C 50



HSK-C 40



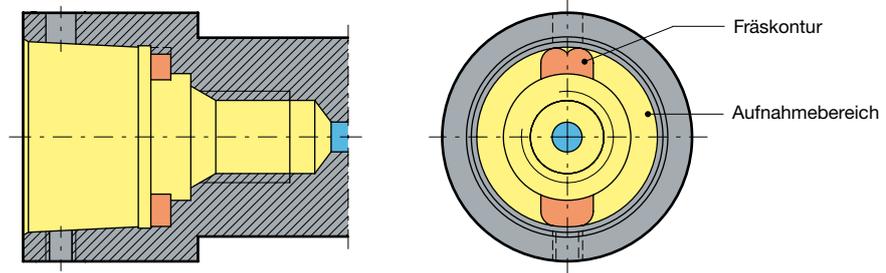
HSK-C 32

Vorteile:

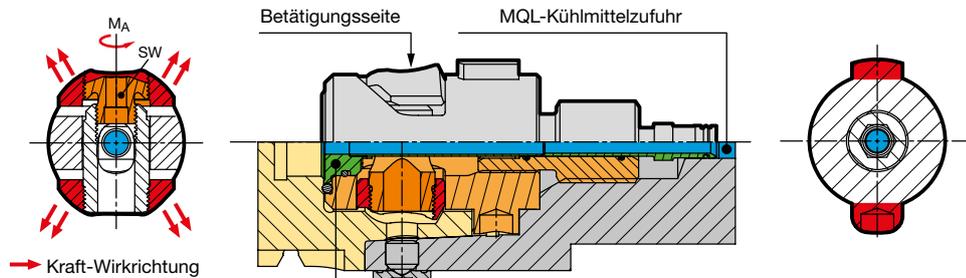
- einfache und damit kostengünstige Spindelherstellung
- kurzer, schlanker Spindeleinbau, wodurch ein kurzer Lagerabstand möglich ist
- für einen Druck bis 160 bar geeignet (bei konventioneller Innenkühlung)
- schnelle Ansprechzeiten dank versackungsfreier MQL-Übergabe
- kompatible Einbaukontur und Verwendung zu unserem 4-Punkt-Spannsatz für konventionelle Kühlung
- fester Einbau durch Schraubverbindung, konstruktiv vorgewuchtet und gute Rotationssymmetrie, dadurch hochgeschwindigkeitstauglich



Spindel-Innenkontur

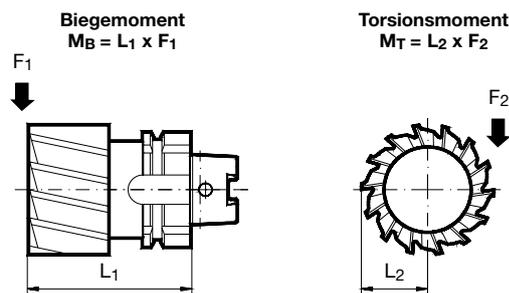


Wirkprinzip und Einbaulage



Der Ausstoß des Werkzeugs erfolgt automatisch über den durch Spannbacken bewegten Ausstoßer. Der O-Ring im HSK-Boden entfällt, da im Spannsystem bereits vorhanden.

Biege-, Torsions- und Anzugsmomente beim 4-Punkt-Spannsatz für MQL



- ① Wir empfehlen bei Grobzerspannung und Fräsoperationen M_A max. Bei Bohr- und Reiboperationen ist ein Unterschreiten von M_A max. bis zu 30% zulässig. Bitte das Anzugsdrehmoment mit Drehmomentschlüssel prüfen.
- ② Abhängig von Temperatur und Schmierzustand können diese Werte um 15% niedriger liegen.
- ③ Bedingt durch die Verschraubung kann bei Flanschen M_T max. niedriger liegen.

HSK-C	max. Anzugsmoment M_A [Nm] ①	SW	max. Einzugskraft [kN] ②	max. lineares Biegemoment M_B [Nm] ②	max. übertragbares Torsionsmoment M_T [Nm] ② ③
32	3,0	2,5	8,5	72	105
40	6,0	3,0	12,5	135	180
50	12,0	4,0	24,0	330	390
63	24,0	5,0	32,0	570	680
80	40,0	6,0	45,0	1000	1570
100	60,0	8,0	53,0	1620	4200

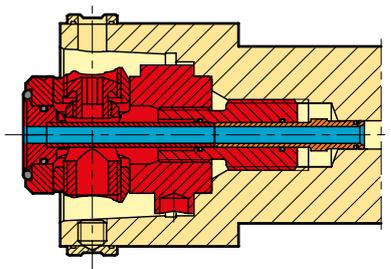


Allgemeine Hinweise: Unsere manuellen Spannsätze dürfen nicht mit motorisch angetriebenen Werkzeugen betätigt werden (Impulsschrauber oder Ähnliches). Der Sechskantschlüssel sollte (über die ganze Länge) die Schlüsselweite nicht überschreiten, dadurch wird eine zu hohe Drehmomentübertragung weitgehend verhindert. Wir empfehlen die gängigen Sechskant-Spannschlüssel Art.-Nr. 4912. Zur exakten Einhaltung der Maximalbelastung und zum Erreichen der maximalen Trennstellensteifigkeit empfehlen wir die Verwendung von Drehmomentschlüsseln Art.-Nr. 4915 mit Sechskanteinsätzen Art.-Nr. 4916. Die Fertigungszeichnungen der Spindelkontur für direkten Einbau erhalten Sie gerne auf Wunsch auch als .dxf.

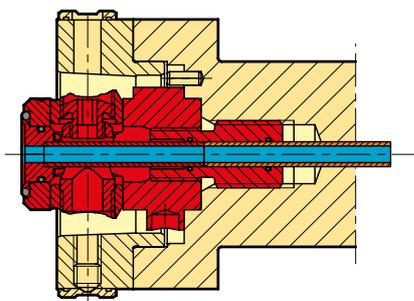


MQL 4-Punkt-Spannsatz-Anschlussmaße für Neukonstruktionen

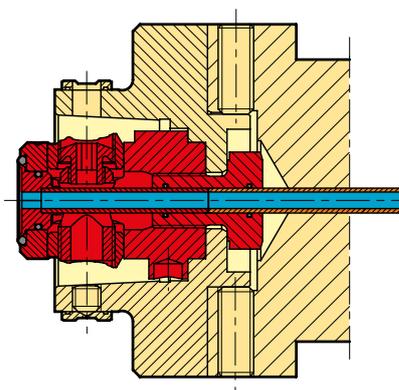
Spindel-Direktinbau
mit MQL-Adapter



Spindel-Einbaufansch
mit MQL-Übergaberohr



Spindel-Vorsatzflansch
mit MQL-Übergaberohr





4-Punkt-Spanntechnik für konventionelle Kühlung

Technik und Vorteile

Die konventionellen 4-Punkt-Spannsätze bieten enorme Spannkraft und optimale Kühlschmierstoffversorgung. Sie sind für die radial betätigte, manuelle HSK-Werkzeugspannung geeignet.



Vorteile:

- einfache und damit kostengünstige Spindelherstellung
- kurzer, schlanker Spindeleinbau, dadurch kurzer Lagerabstand möglich
- für einen Druck bis 80 bar geeignet

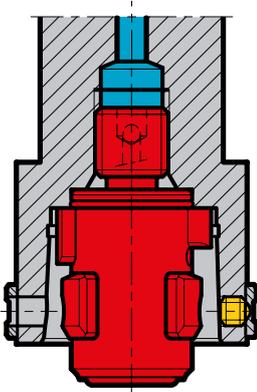


Allgemeine Hinweise: Unsere manuellen Spannsätze dürfen nicht mit motorisch angetriebenen Werkzeugen betätigt werden (Impulsschrauber oder Ähnliches). Der Sechskantschlüssel sollte (über die ganze Länge) die Schlüsselweite nicht überschreiten, dadurch wird eine zu hohe Drehmomentübertragung weitgehend verhindert. Wir empfehlen die gängigen Sechskant-Spannschlüssel Art.-Nr. 4912. Zur exakten Einhaltung der Maximalbelastung und zum Erreichen der maximalen Trennstellensteifigkeit empfehlen wir die Verwendung von Drehmomentschlüsseln Art.-Nr. 4915 mit Sechskanteinsätzen Art.-Nr. 4916. Die Gewindespindel kann nach Entfernen des Messing-Verschlussrings durch die gegenüberliegende Notzugriffsbohrung gelöst werden. Durch die hohl gebohrte Spannschraube wird das den Verschlussring fixierende Gewindedruckstück zurückgedreht, der Verschlussring lässt sich danach axial verschieben und das Gewindedruckstück ausschrauben. Die Fertigungszeichnungen der Spindelkontur für direkten Einbau erhalten Sie gerne auf Wunsch auch als .dxf.

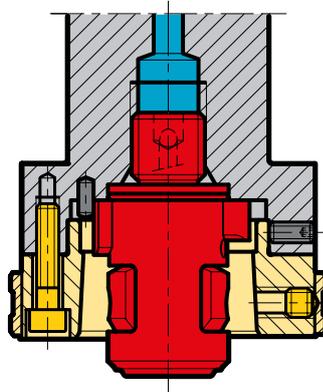
Anwendungsbeispiele

Spindel-Trennstelle

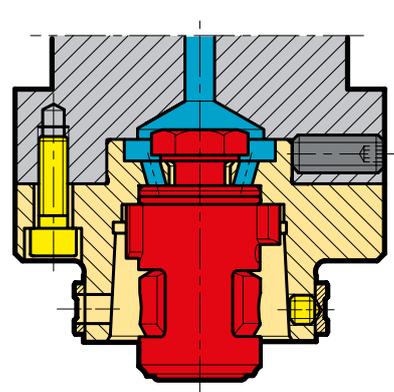
Spindel-Direkteinbau



Spindel-Einbaufansch HSK

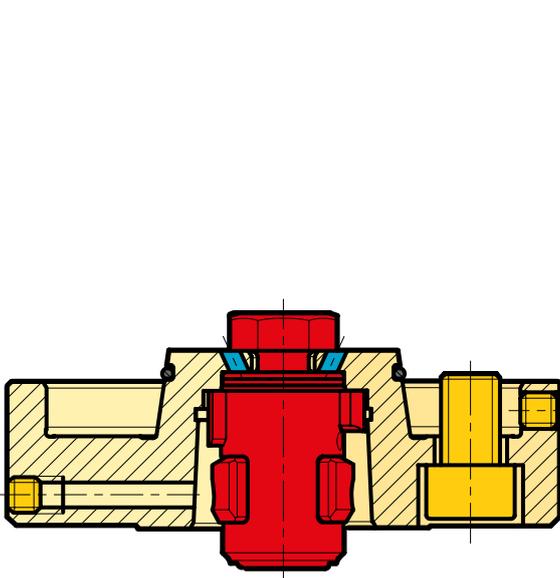


Spindel-Vorsatzflansch

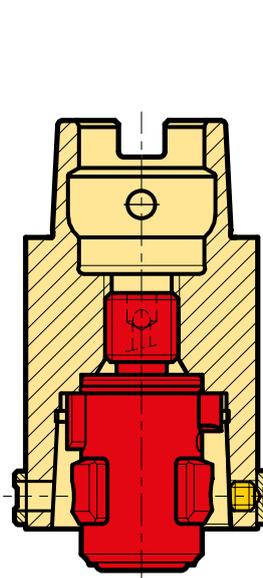


Adapter

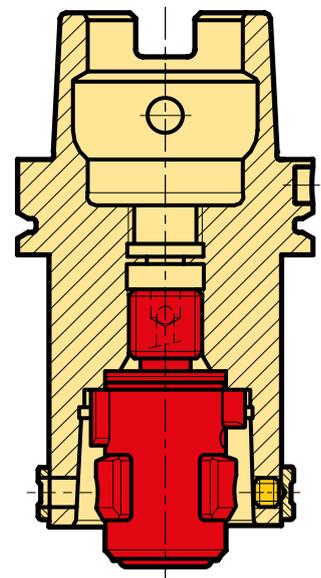
Grundaufnahmeflansch für SK-Spindeln



Verlängerung HSK-C

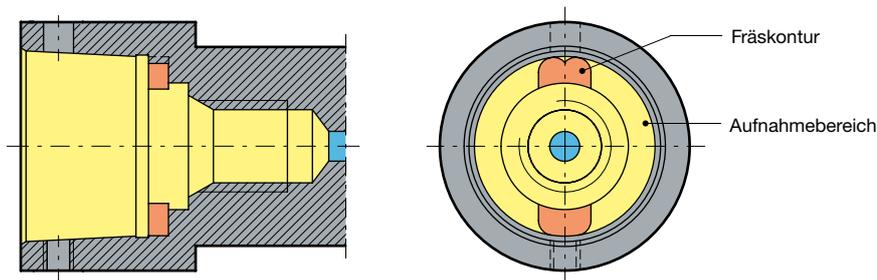


Reduzierung HSK-A

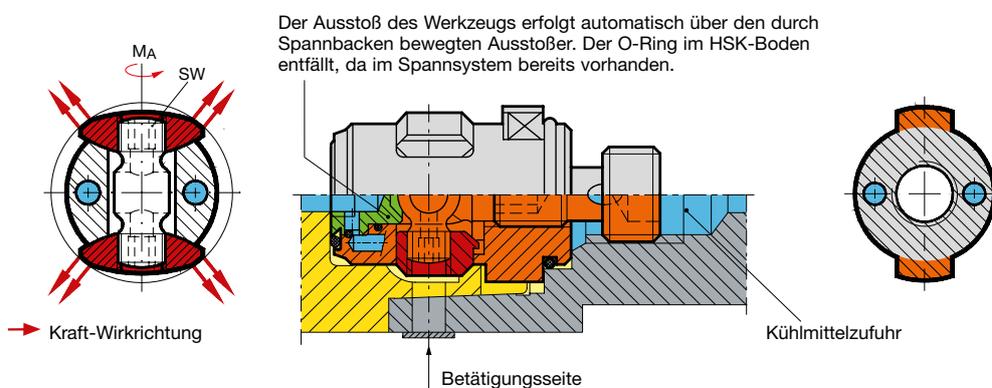




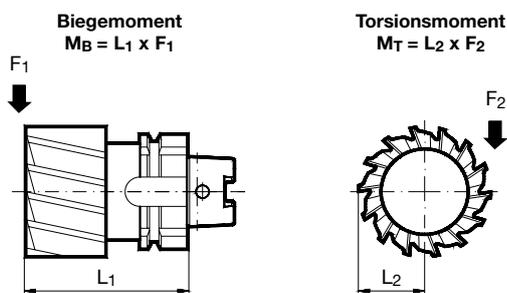
Spindel-Innenkontur



Wirkprinzip und Einbaulage



Biege-, Torsions- und Anzugsmomente beim 4-Punkt-Spannsatz für konventionelle Kühlung



- ① Wir empfehlen bei Grobzerspannung und Fräsoperationen M_A max. Bei Bohr- und Reiboperationen ist ein Unterschreiten von M_A max. bis zu 30% zulässig. Bitte das Anzugsdrehmoment mit Drehmomentschlüssel prüfen.
- ② Abhängig von Temperatur und Schmierzustand können diese Werte um 15% niedriger liegen.
- ③ Bedingt durch die Verschraubung kann bei Flanschen M_T max. niedriger liegen.

HSK-C	max. Anzugsmoment M_A [Nm] ①	SW	max. Einzugskraft [kN] ②	max. lineares Biegemoment M_B [Nm] ②	max. übertragbares Torsionsmoment M_T [Nm] ② ③
25	1,5	2,5	4,5	30	30
32	3,0	2,5	7,0	60	100
40	6,0	3,0	12,0	130	170
50	14,0	4,0	20,0	280	350
63	27,0	5,0	28,0	500	640
80	54,0	6,0	40,0	900	1330



PowerClamp

Technik und Vorteile

Der vielfältig einsetzbare PowerClamp Werkzeug-Spannsatz von Gühring kann auf Transferstraßen, Bearbeitungszentren, Drehmaschinen und Einstellgeräten verwendet werden.

Durch die hohen Einzugskräfte eignet sich der PowerClamp für den Einsatz in der Schwerzerspannung im niedrigen Drehzahlbereich.

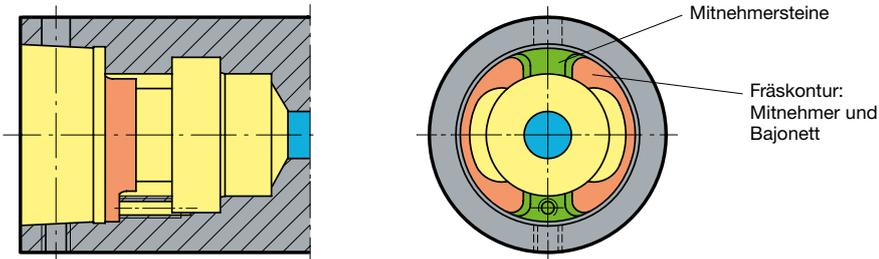


Vorteile:

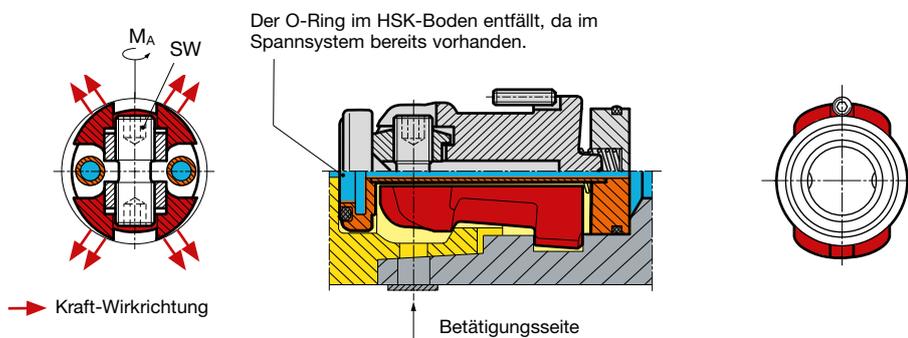
- einfache Montage durch Bajonett-Einbau
- wenige bewegte Bauteile, dadurch optimale Kraftübersetzung
- hohe Spannkraft, dadurch hervorragende Biegebelastbarkeit
- sichere Auswerferfunktion
- innere Kühlmittelzuführung
- Kühlmittelabdichtung ab $p > 6$ bar bis max. 80 bar



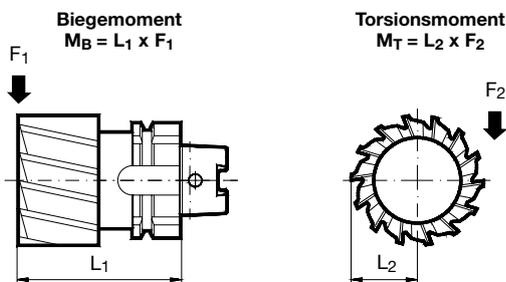
Spindel-Innenkontur



Wirkprinzip und Einbaulage



Biege-, Torsions- und Anzugsmomente beim PowerClamp



- ① Wir empfehlen bei Grobzerspannung und Fräsoperationen M_A max. Bei Bohr- und Reiboperationen ist ein Unterschreiten von M_A max. bis zu 30% zulässig. Bitte das Anzugsdrehmoment mit Drehmomentschlüssel prüfen.
- ② Abhängig von Temperatur und Schmierzustand können diese Werte um 15% niedriger liegen.
- ③ Bedingt durch die Verschraubung kann bei Flanschen M_T max. niedriger liegen.

HSK-C	max. Anzugsmoment M_A [Nm] ①	SW	max. Einzugskraft [kN] ②	max. lineares Biegemoment M_B [Nm] ②	max. übertragbares Torsionsmoment M_T [Nm] ② ③
25	1,5	2,0	5	45	50
32	2,5	2,5	8	74	120
40	6,0	3,0	18	213	360
50	10,0	4,0	27	431	1000
63	15,0	5,0	35	703	1300
80	25,0	6,0	50	1100	2800
100	50,0	8,0	60	1620	4800

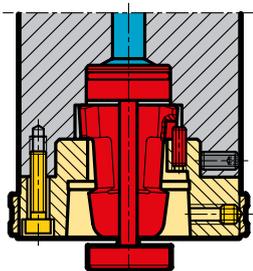


Allgemeine Hinweise: Unsere manuellen Spannsätze dürfen nicht mit motorisch angetriebenen Werkzeugen betätigt werden (Impuls-schrauber oder Ähnliches). Der Sechskantschlüssel sollte (über die ganze Länge) die Schlüsselweite nicht überschreiten, dadurch wird eine zu hohe Drehmomentübertragung weitgehend verhindert. Wir empfehlen die gängigen Sechskant-Spannschlüssel Art.-Nr. 4912. Zur exakten Einhaltung der Maximalbelastung und zum Erreichen der maximalen Trennstellensteifigkeit empfehlen wir die Verwendung von Drehmomentschlüsseln Art.-Nr. 4915 mit Sechskanteinsätzen Art.-Nr. 4916. Die Fertigungszeichnungen der Spindelkontur für direkten Einbau erhalten Sie gerne auf Wunsch auch als .dxf.

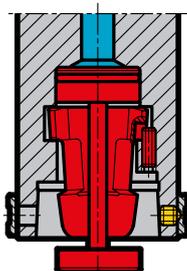
Anwendungsbeispiele

Spindel-Trennstelle

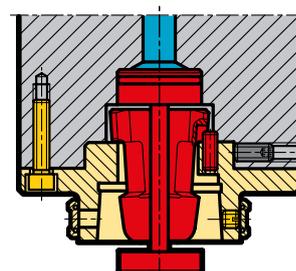
Spindel-Einbaufansch



Spindel-Direkteinbau

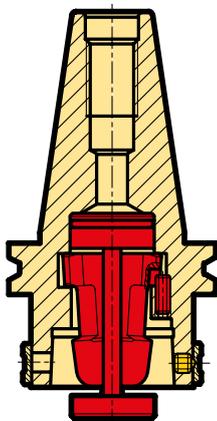


Spindel-Vorsatz-Einbaufansch

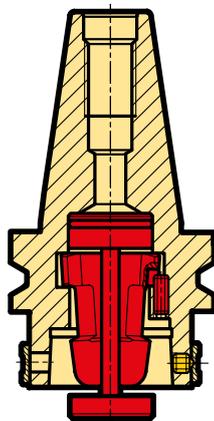


Adapter

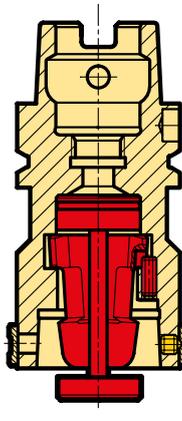
DIN ISO 7388-1 Form AD



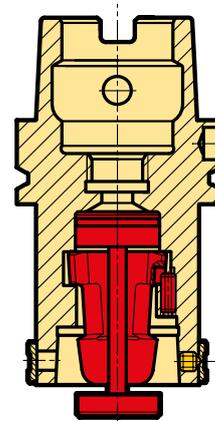
MAS/BT



Verlängerung HSK-A

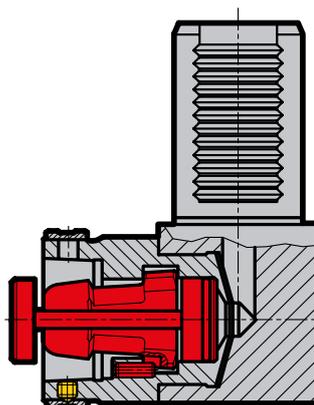


Reduzierung HSK-A

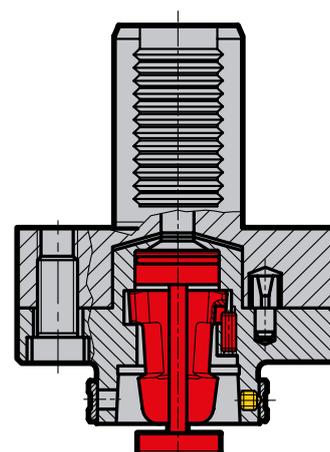


Aufnahmen für Drehmaschinen

Vorsatzflansch auf VDI-Winkelaufnahme



Vorsatzflansch auf VDI-Vertikalaufnahme





Technik und Vorteile

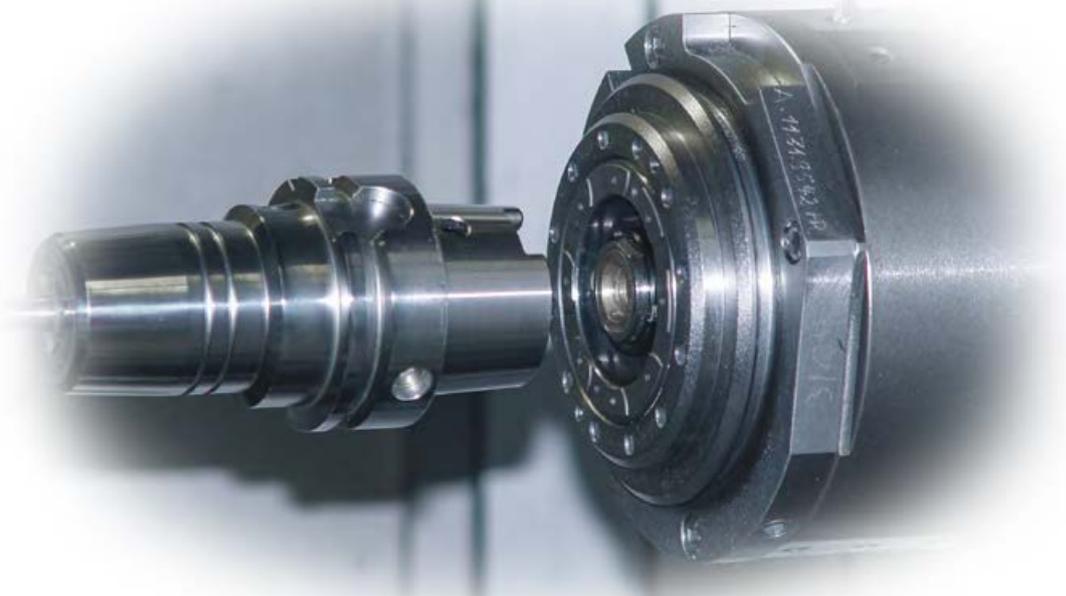


Bild 1:
Schnittstelle HSK-A 63,
automatischer Werkzeugwechsel

GM 300 ist ein durchgängiges modulares Werkzeugsystem, entwickelt für den Einsatz rotierender und stehender Werkzeuge. 1987 haben wir die GM 300-Kupplung entwickelt. 1991 wurde diese Schnitt- und Trennstelle zur Norm DIN 69893. Seit 12/2001 liegt auch die HSK-Schnittstelle in der ISO 12164-1/-2 festgeschrieben vor. Die Kupplung eignet sich sowohl als Trennstelle innerhalb des Werkzeugsystems als auch als Schnittstelle für die Direktaufnahme in Maschinenspindeln (Bild 1) oder Werkzeugträgern.

Hauptmerkmal:

Die kegelförmige Hohl Schaftausführung mit Plananlage nach DIN 69893. Nachstehend die wichtigsten Vorteile:

• Hohe statische und dynamische Steifigkeit

Die im Werkzeugschaft erzeugten Axial- und Radialkräfte bringen die für extreme Steifigkeit notwendige Spannkraft (Bild 2). Richtwerte für GM-300 Module bei manueller Spannung.

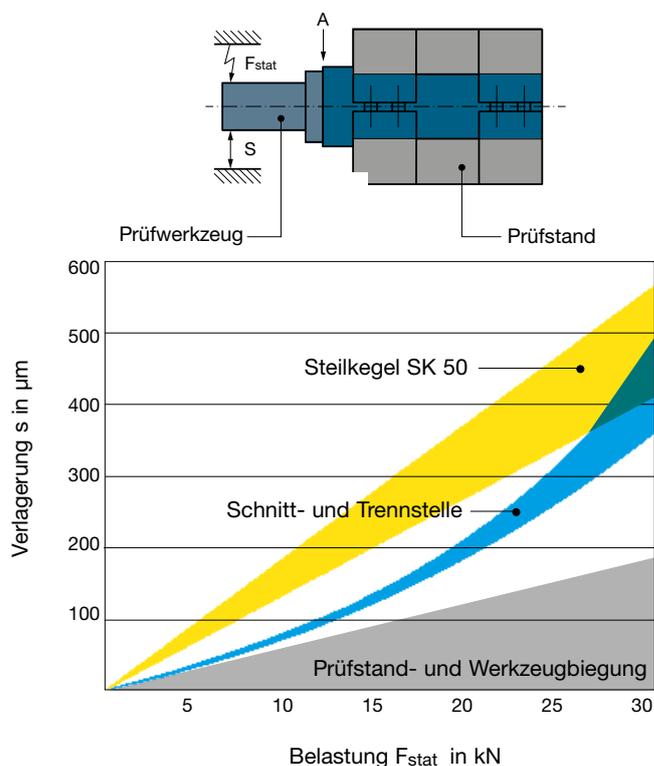


Bild 2
Statische Nachgiebigkeit: Vergleich zwischen Steilkegel SK 50
und Schnittstelle HSK-A 100 (A)

Steilkegel DIN 2080 DIN ISO 7388-1	HSK Form A/C/(E) DIN 69893 Teil 1	HSK Form B/D/(F) DIN 69893 Teil 2
–	HSK 40	HSK 50
SK30	HSK 50	HSK 63
SK40	HSK 63	HSK 80
SK45	HSK 80	HSK 100
SK50	HSK 100	HSK 125

Zuordnung Steilkegel- Hohl Schaftkegel



Technik und Vorteile

- **Hohe Drehmomentübertragung und definierte radiale Positionierung**

Der Hohlkegel ist in der Aufnahme bzw. Spindel so gespannt, dass ein enorm hoher Reibschluss über die gesamte Kegelmantelfläche und Plananlagefläche entsteht (Bild 3). Zwei Nutensteine greifen am Schaftende der Werkzeugaufnahme in das Werkzeug und sorgen so für eine formschlüssige, definierte, radiale Positionierung.

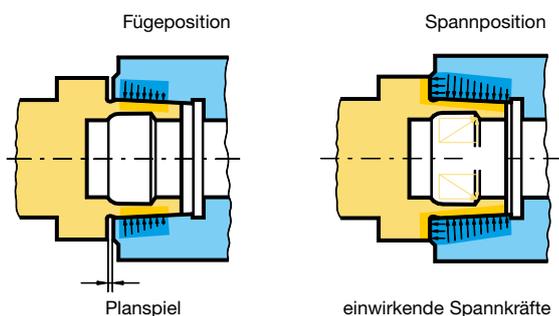
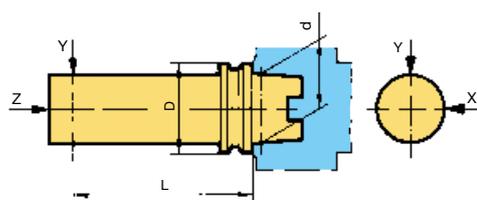


Bild 3
Vorspann- und Reibkräfte des Hohlkegelschaftes in der Schnitt- und Trennstelle.

- **Hohe Wechsel- und Wiederholgenauigkeit**

Der ringförmige Eingriff der Spannklaue im Inneren des Hohlkegelwerkzeugs gewährleistet die absolut spielfreie Verbindung von Schaft und Spindel bzw. Aufnahme (Bilder 3 und 4).



HSK-Größe D	d mm	L mm	X mm	Y mm	Z mm
32	24	50	0,002	0,002	0,002
40	30	60	0,002	0,002	0,002
50	38	75	0,002	0,002	0,002
63	48	100	0,002	0,002	0,002
100	75	150	0,002	0,002	0,002

Bild 4
Radiale und axiale Wiederholgenauigkeit der Schnitt- und Trennstelle.

- **Hochgeschwindigkeitstauglichkeit**

Je höher die Drehzahl, desto besser die Kraftverstärkung, desto intensiver die Verriegelung der keiltriebeförmigen Anordnung der Spannmechanik. Die gezielte Vorspannung zwischen Hohlkegel und Spindelaufnahme kompensiert die durch Zentrifugalkraft entstehende Spindelaufweitung, sodass keinerlei Radialspiel auftreten kann (Bild 3). Die Plananlage verhindert ein Nachrutschen in Axialrichtung.

- **Kurze Wechselzeiten**

Rationeller Werkzeugwechsel durch kurze Baulänge (ca. 1/3 des konventionellen Steilkegels) und geringes Gewicht (ca. 50% des Steilkegels).

- **Einfache, kostengünstige Schaftkonstruktion**

Keine bewegten Teile am Werkzeugschaft bedeuten auch keine Verschleißteile.

- **Schmutz-Unempfindlichkeit**

Die ringförmige Plananlage ist zur vereinfachten Sauberhaltung der Kupplung nicht unterbrochen. Bei automatischem Werkzeugwechsel in der Schnittstelle ist die Reinigung mittels Luft während des Wechsels zu empfehlen.

- **Codierung bzw. Identifizierung**

Zur Aufnahme handelsüblicher Identifikationssysteme ist im Greifbund eine Bohrung mit Ø 10 mm und 4,5 mm Tiefe für Datenträger (Codier-Chips) vorgesehen.

- **Standardisierung, Normung der Schnittstelle**

GÜHRING-Hohlkegel entsprechen der ISO 12164-1/DIN 69893. Ausführung Form „E“ mit Zugriffsbohrung im Kegel für manuelle Spannung.

- **Kühlmittelzufuhr**

Die automatisch wechselbaren Werkzeuge HSK-A und E sind für zentrale Kühlmittelzufuhr mittels Übergaberohr bzw. über den Bund ausgelegt. Bei Werkzeugen für manuellen Werkzeugwechsel nach der GM 300-Trennstelle erfolgt die Kühlmittelzuführung ebenfalls zentral. Die Spannelemente sind komplett abgedichtet. Somit kann das Spindelinnere nicht mit Kühlmittel in Kontakt kommen.

- **Montage des Kühlmittelübergabesatzes**

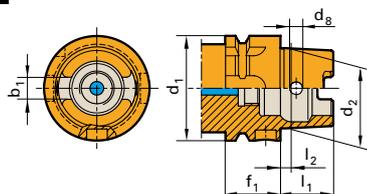
Für alle GM 300-Module müssen die Kühlmittelübergabe-Sätze separat bestellt werden. Die Montage des Kühlmittelrohres erfolgt durch den Anwender.



Übersicht HSK-Schäfte ISO 12164-1/DIN 69893

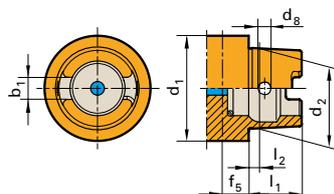
Form A ISO 12164-1/DIN 69893-1

■ HSK-Größen 25...160



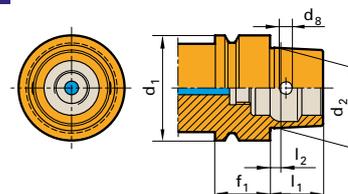
Form C ISO 12164-1/DIN 69893-1

■ HSK-Größen 25...160



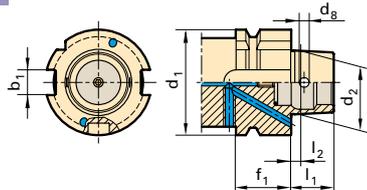
Form E DIN 69893-5

■ HSK-Größen 20...63



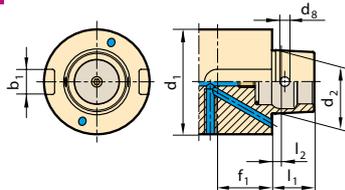
Form B DIN 69893-2

■ HSK-Größen 40...160



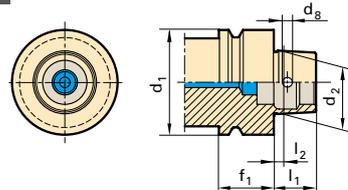
Form D DIN 69893-2

■ HSK-Größen 40...160



Form F DIN 69893-6

■ HSK-Größen 50...80



Hohlschaftkegel für automatischen Werkzeugwechsel mit Greif- und Indexnuten. Manuelle Betätigung durch Zugriffsbohrung im Kegel möglich, bei Form B ist jedoch wegen fehlender Nuten am Kegelsende entsprechende Innenkonturanpassung (Mitnehmersteine) notwendig. Das Drehmoment wird kraft- und formschlüssig übertragen.

Hohlschaftkegel für manuellen Werkzeugwechsel. Betätigung durch Zugriffsbohrung im Kegel, bei Form D ist jedoch wegen fehlender Nuten am Kegelsende entsprechende Innenkonturanpassung (Mitnehmersteine) notwendig. Das Drehmoment wird kraft- und formschlüssig übertragen.

Hohlschaftkegel für automatischen Werkzeugwechsel. Das Drehmoment wird kraftschlüssig übertragen. Ausführung mit Zugriffsbohrung nach DIN 69893-1 nach Vereinbarung. Gühring HSK-E/F werden mit Zugriffsbohrung geliefert.

HSK Form A C E							
Nenngröße d ₁ mm	d ₂ mm	l ₁ mm	l ₂ mm	f ₁ mm	f ₅ mm	d ₈ mm	b ₁ mm
20	15,203	10	2,0	8	-	-	-
25	19,006	13	2,5	10	-	-	-
32	24,007	16	3,2	20	10,0	4,0	7,05
40	30,007	20	4,0	20	10,0	4,6	8,05
50	38,009	25	5,0	26	12,5	6,0	10,54
63	48,010	32	6,3	26	12,5	7,5	12,54
80	60,012	40	8,0	26	16,0	8,5	16,04
100	75,013	50	10,0	29	16,0	12,0	20,02
125	95,016	63	12,5	29	-	-	25,02
160	120,016	90	16,0	31	-	-	30,02

HSK Form B F						
Nenngröße d ₁ mm	d ₂ mm	l ₁ mm	l ₂ mm	f ₁ mm	d ₈ mm	b ₁ mm
25	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-
40	24,007	16	3,2	20	4,0	10
50	30,007	20	4,0	26	4,6	12
63	38,009	25	5,0	26	6,0	16
80	48,010	32	6,3	26	7,5	18
100	60,012	40	8,0	29	8,5	20
125	75,013	50	10,0	29	12,0	25
160	95,016	63	12,5	31	12,0	32

Da die Drehzahl letztendlich den größten Einfluss hat, und auch von der Schnittstelle Spindel bzw. Spindellagerung Grenzen vorliegen, wurden im Rahmen der HSK-Normung folgende Grenzdrehzahlen für die HSK-Schnittstellen als Richtwerte empfohlen:

Grenzdrehzahlen von HSK-Schnittstellen

HSK-A/C 25	bis 60.000 U/min
HSK-A/C 32	bis 50.000 U/min
HSK-A/C 40	bis 42.000 U/min
HSK-A/C 50	bis 30.000 U/min
HSK-A/C 63	bis 25.000 U/min
HSK-A/C 80	bis 20.000 U/min
HSK-A/C 100	bis 16.000 U/min

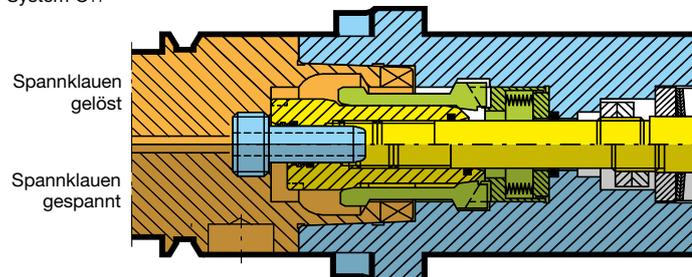


Die automatische Werkzeugspannung

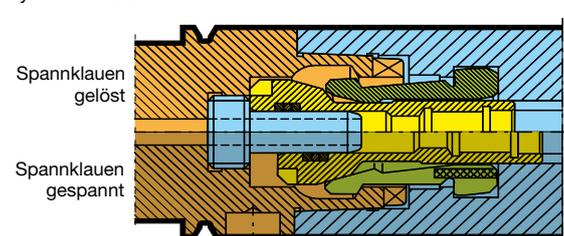
Die Krafteinleitung erfolgt bei der automatischen Werkzeugspannung axial über die Zugstange. Ein Spannkegel bewirkt gleichzeitig eine Radialbewegung der Spannsegmente. Diese greifen in die Spansschulter des Werkzeugschaftes und verriegeln die Kupplung spielfrei. Der Spannmechanismus verstärkt die Einzugskraft um Faktor ca. 3,5 an der Planfläche. Allgemeine Anwendung auf Bearbeitungszentren und Drehmaschinen mit automatischem Werkzeugwechsel. Solche Spannsysteme werden zum Beispiel von den Firmen Ott, Ortlieb, Berg und Röhm angeboten (Bild 6).

Bild 6
Spindel-Schnittstellen mit den Spannvorrichtungen

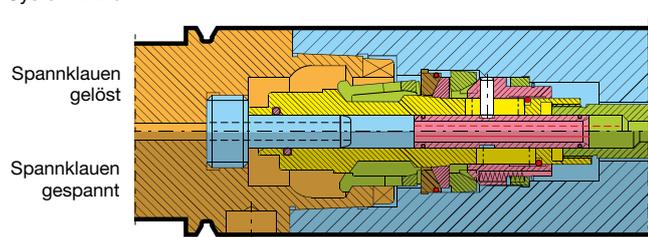
System OTT



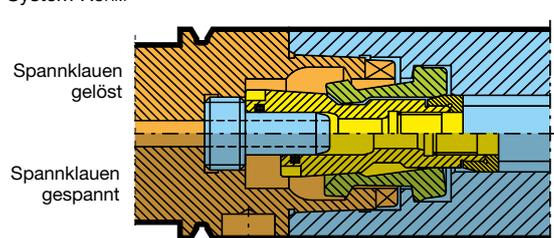
System ORTLIEB



System BERG

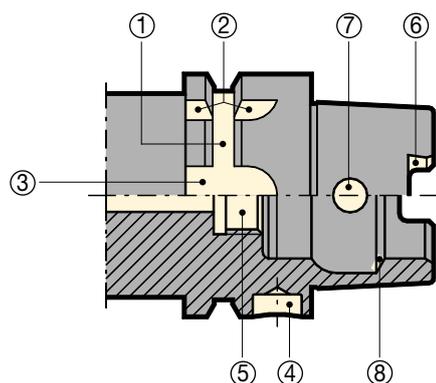
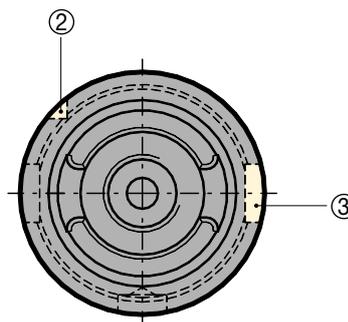


System RÖHM



Begriffserläuterungen an HSK-A-Werkzeugaufnahmen für automatische Werkzeugsysteme

- ① Greiferrille: umlaufende V-Nut
- ② Deutsches Eck: sichelförmige Kerbe quer zur Greiferrille (dient zur Indexierung)
- ③ Mitnehmernut am Bund: Zur Indexierung oder zur Aufnahme in einem Werkzeugmagazin oder Greifer. Bei HSK-B/D gleichzeitig zur formschlüssigen Drehmomentübertragung zur Spindel.
- ④ Codierbohrung: zur Aufnahme eines Datenträgers (Codierchip) im Bund
- ⑤ Anschlussgewinde für Kühlmittelübergabesatz: zur Aufnahme des Kühlmittelrohrs
- ⑥ Mitnehmernut am Kegelschaft: formschlüssige Drehmoment-Kegelschaft übertragung zur Spindel
- ⑦ radiale Zugriffsbohrung im Kegelschaft: zur Betätigung manueller Spannsysteme
- ⑧ Spansschulter: Ringfläche, an der das Werkzeug eingezogen wird



Hinweis:

Werkzeugaufnahmen HSK-A können alternativ zur Ausführung HSK-C auch bei manuellen Spannsystemen wie z.B. 4-Punkt-Spannsatz oder PowerClamp eingesetzt werden. Nachteilig ist allenfalls die etwas längere Bauform, was aber im Einzelfall auch ein Vorteil sein kann. Deshalb haben wir uns bei einigen Artikeln dazu entschieden, die Form C nicht in unser Standardprogramm aufzunehmen.



Die manuelle Werkzeugspannung

Bedienungs- und Gebrauchshinweise zur manuellen Werkzeugspannung

- Maximale Anzugsmomente der Spannschraube Gührclamp der 4-Punkt-Spannsätze und PowerClamp nicht überschreiten.
- Das Spannschraubengewinde der manuellen Spannsätze ist ab Werk gefettet. Es ist nach längerem Einsatz gegebenenfalls nachzufetten, da sonst die Einzugskräfte nicht erreicht werden.
- Beim Werkzeugwechsel ist besonders darauf zu achten, dass die Planflächen von Werkzeug und Maschinenspindel gereinigt sind, da hier Verschmutzungen einen großen Einfluss auf die Funktion des Werkzeugsystems haben. Den Innenkegel der Maschinenspindel mit HSK-Reinigungsdorn Art.-Nr. 4914 reinigen.
- Bei Betrieb der Maschinenspindel ohne Werkzeug Spindel mit Verschlussstopfen Art.-Nr. 4985 verschließen, um so Verunreinigungen der Spannsätze und HSK-Aufnahmesysteme zu vermeiden.

Beispielhafte Trennstellen-Ausführung



Spindelanschlussmaße siehe Seite 276/277

detaillierte Fertigungszeichnungen der Anschlusskonturen für folgende Artikel (auf Anfrage):

Art.-Nr. 4385 Spindel-Kurzbaufansch		Art.-Nr. 4554 PowerClamp-Spannsatz	
Art.-Nr. 4386 Spindelvorsatzflansch		Art.-Nr. 4958 4-Punkt-Spannsatz	
Art.-Nr. 4582 Vorsatzflansch für Drehzentren		Art.-Nr. 4930 MQL 4-Punkt-Spannsatz	
Art.-Nr. 4584 Spindel-Einbaufansch		Art.-Nr. 4953 Messingverschlussring	
Art.-Nr. 4586 Spindelvorsatzflansch		Art.-Nr. 4953 Messingverschlussring	



Technik und Vorteile

Im Bereich der SK- und MAS/BT-Werkzeugaufnahmen haben wir unser Programm deutlich erweitert. Selbstverständlich bieten wir auch diese Aufnahmen ausschließlich in höchster Qualität an. Das heißt: SK- und MAS/BT-Aufnahmen fertigen wir aus speziellem, legiertem Einsatzstahl mit einer Zugfestigkeit im Kern von mindestens 900 N/mm², der in einem verzugsarmen Härteverfahren auf HRC 58 bei einer Einsatzhärte von 0,8 bis 1,0 mm gehärtet wird. Die Oberfläche der Aufnahmen ist für eine lange Lebensdauer brüniert und korrosionsgeschützt.

Qualität durch Präzision

Höchste Präzision ist auch im Bereich der Werkzeugaufnahmen unser Anspruch. Deshalb sind die SK- und MAS/BT-Futter präzisionsgeschliffen: im Bereich des Steilkegels auf Ra ≤ 0,4, aufnahmeseitig auf Ra ≤ 0,4. Die Kegeltoleranz ist besser als AT 3 bei einer Messsicherheit ≤ 1µm.

Angaben zu den Form- und Lagetoleranzen finden Sie im Detail bei den einzelnen Werkzeugaufnahmen auf den jeweiligen Katalogseiten. Die Toleranzen der Aufnahmebohrungen und Aufnahmezapfen betragen max. 2/3 der DIN-Toleranz.

Wuchtgüte

Für höhere Drehzahlen geeignete Werkzeugaufnahmen sind generell vorgewuchtet. Zu diesem Zweck haben wir die Unwucht ermittelt und Wuchtflächen sowie Wuchtbohrungen in den Zeichnungen eingetragen. Damit ist die Unwucht weitestgehend ausgeglichen und bis ca. 8000 U/min kann auf Feinwuchten verzichtet werden. Bei höheren Drehzahlen müssen die vorgewuchteten Aufnahmen auf G 6,3 bzw. G 2,5 feingewuchtet werden.

Ausführung

SK-Werkzeugaufnahmen fertigen wir generell in der Ausführung AD/AF. Geliefert wird in Ausführung AD, die Kühlbohrungen am Bund sind mit Schrauben verschlossen.

MAS/BT-Werkzeugaufnahmen fertigen wir generell in der Ausführung JD/JF. Geliefert wird in Ausführung JD, die Kühlbohrungen am Bund sind mit Schrauben verschlossen. An unseren MAS/BT-Werkzeugaufnahmen befindet sich keine Chip-Bohrung, diese wäre aber optional erhältlich.

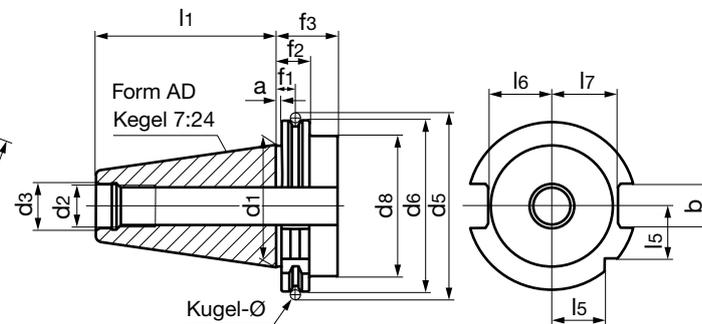
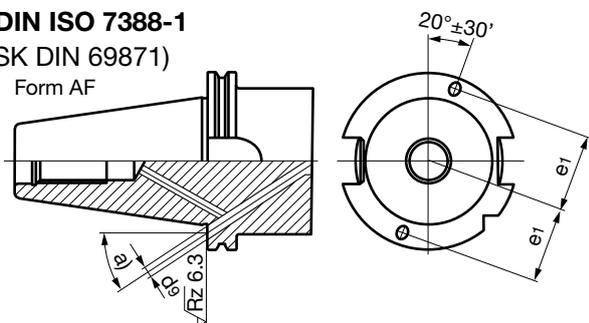
Generelle Abmessungen und Toleranzen

Für unsere SK- und MAS/BT-Werkzeugaufnahmen gelten die folgenden Maße:

SK DIN ISO 7388-1

(alt SK DIN 69871)

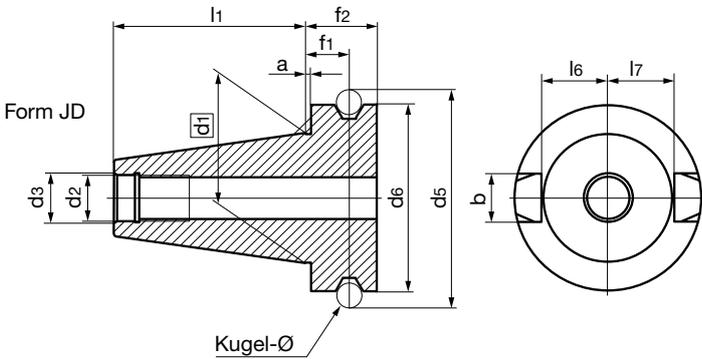
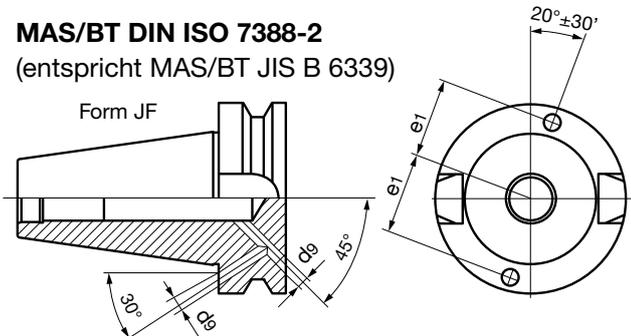
Form AF



MAS/BT DIN ISO 7388-2

(entspricht MAS/BT JIS B 6339)

Form JF



Steilkegel	a mm	Kugel-Ø mm	b mm	d ₁ mm	d ₂ mm	d ₃ mm	d ₅ mm	d ₆ mm	d ₈ mm	d ₉ mm	e ₁ mm	f ₁ mm	f ₂ mm	f ₃ mm	l ₁ mm	l ₅ mm	l ₆ mm	l ₇ mm
SK30	3,2	7	16,1	31,75	M12	13	59,3	50,00	45	4	21	11,1	19,1	35	47,80	15,00	16,4	19,0
SK40	3,2	7	16,1	44,45	M16	17	72,3	63,55	50	4	27	11,1	19,1	35	68,40	18,5	22,8	25,0
SK50	3,2	7	25,7	69,85	M24	25	107,25	97,50	80	6	42	11,1	19,1	35	101,75	30,0	35,5	37,7
BT30	2,0	8	16,1	31,75	M12	12,5	56,03	46,00	-	-	-	13,6	22,0	-	48,40	-	16,3	16,3
BT40	2,0	10	16,1	44,45	M16	17	75,56	63,00	-	4	27	16,6	27,0	-	65,4	-	22,6	22,6
BT50	3,0	15	25,7	69,85	M24	25	118,89	100,00	-	5,4	42	23,2	38,0	-	101,8	-	35,4	35,4



Die Unwucht

Eine Unwucht erzeugt bei der sich drehenden Spindel eine Fliehkraft, die die Laufruhe des Werkzeugs stört. Diese Unwucht hat Einfluss auf den Arbeitsprozess und die Lebensdauer des Spindellagers. Die Fliehkraft F wächst linear mit der Unwucht U und quadratisch mit der Drehzahl nach untenstehender Formel.

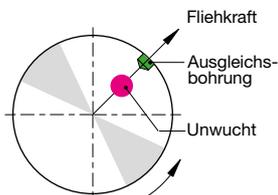
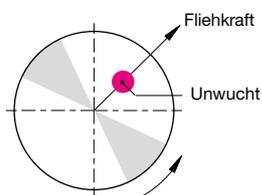
Auswuchten

Um unerwünschte Fliehkkräfte auszugleichen, muss die symmetrische Massenverteilung wiederhergestellt werden, mit dem Ziel, dass auf die Spindellagerung keine Fliehkkräfte wirken. Bei Werkzeugaufnahmen sind Ausgleichsbohrungen oder -flächen üblich. Dadurch tendiert die Summe aller auf die Achse wirkenden Fliehkkräfte gegen Null (s. DIN ISO 21940-11).

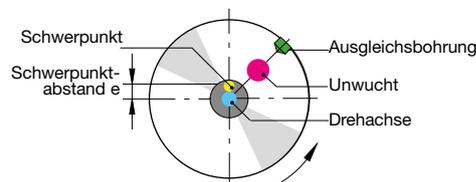
Schwerpunktverlagerung

Durch die Unwucht einer Welle wird deren Schwerpunkt aus der Drehachse um einen Abstand in Richtung der Unwucht verlagert. Dieser Schwerpunktabstand wird auch Restexzentrizität e oder Schwerpunktverlagerung genannt. Je größer die Wuchtkörpermasse m ist, desto größer kann die zulässige Restunwucht U sein.

$$F = U \cdot \omega^2$$



$$e = \frac{U}{m}$$



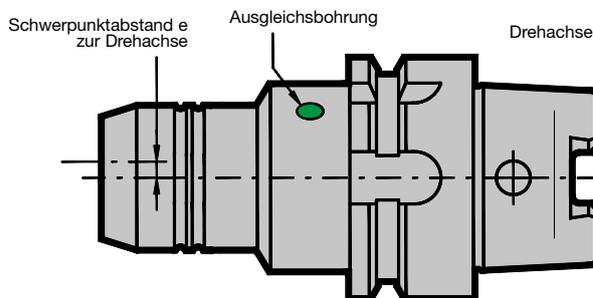
Unwuchtberechnung

Die Unwucht ist ein Maß, das angibt, wieviel unsymmetrisch verteilte Masse in radialer Richtung von der Drehachse entfernt ist.

Die Unwucht wird in gmm angegeben. Das Abstandmaß e sagt aus, wie weit der Schwerpunkt eines Teils von der Drehachse entfernt ist. Die Unwucht ergibt sich aus:

$$U = m \cdot e$$

- F = Fliehkraft
- U = Unwucht in gmm
- e = Schwerpunktabstand in μm
- m = Masse in kg
- n = Drehzahl min^{-1}
- ω = Winkelgeschwindigkeit ($\omega = 2 \cdot \pi \cdot n$)



Wuchtgrenzen

Entsprechend DIN ISO 21940-11 wird die Auswuchtgüte mit G sowie den Einheiten gmm/kg bzw. μm bezeichnet und ist drehzahlbezogen. Bei einer Drehzahl von 15.000 U/min und einem Gewicht von 1 kg entspricht G6,3 einem zulässigen Mittenversatz zwischen Rotationsachse und Schwerpunkt-achse der Spindel von 4 μm .

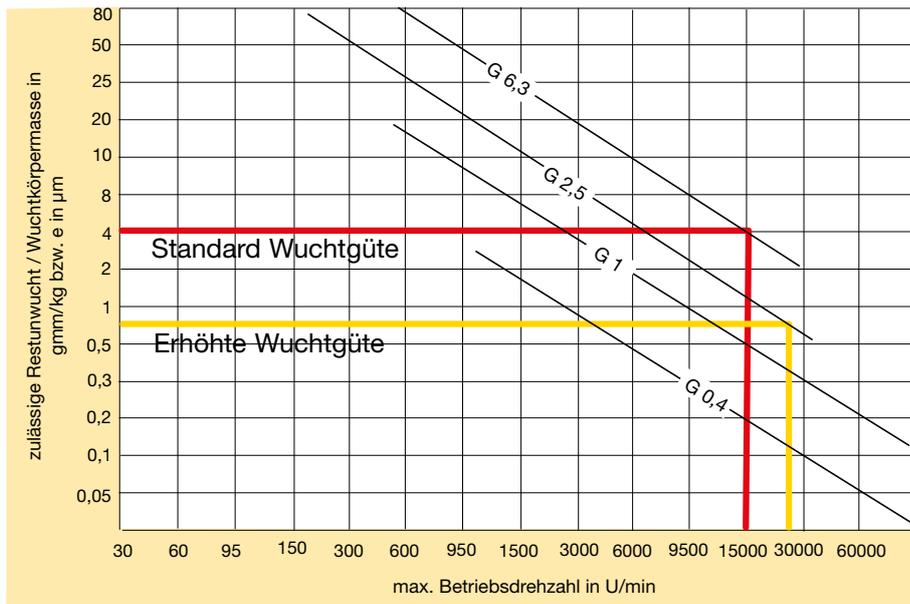
Bei doppelter Drehzahl von 30.000 U/min wären es 2 μm . Wiegt der Werkzeughalter nur noch die Hälfte, also 0,5 kg, halbiert sich auch die zulässige Auswucht toleranz. Ziel des Auswuchtens muss es sein, einen Kompromiss zwischen dem technisch Machbaren und dem wirtschaftlich Sinnvollen zu finden. Da die radiale Wechselgenauigkeit bei einer fabrikneuen HSK-Aufnahme bereits 2 bis 3 μm und bei

einer SK-Aufnahme bereits 5 bis 10 μm betragen kann, bedeutet das bereits eine Qualitätsgrenze von G2,5 bzw. G6,3 bei 10.000 U/min.

Die nachstehende Grafik zeigt die Gütestufen nach DIN ISO 21940-11, also die zulässigen, auf die Wuchtkörpermasse bezogene Restunwuchten für verschiedene Auswuchtgüten G in Abhängigkeit von der höchsten Betriebsdrehzahl.



Wuchtmaschine



Gürhing Werkzeugaufnahmen werden auf G6,3/15.000 U/min gewuchtet. Bei Bedarf, insbesondere bei Vorschriften der Maschinenhersteller, können wir optional feinwuchten mit Wuchtprotokoll bis zur Restunwucht von 0,3 gmm.

Berechnung der Gesamtwuchtgüte des zusammengesetzten Systems: Maschinenspindel - Werkzeugaufnahme - Werkzeug

Darstellung der Gesamtwuchtgüte

$$U_{ges} = U_{Spindel} + U_{Werkzeugaufnahme} + U_{Werkzeug}$$

Beispiel:

$$U_{ges} = U_{Spindel} (G 0,4) + U_{Wkz.aufnahme} (G 2,5) + U_{Wkz.} (G 6,3)$$

Berechnung der Restunwucht

$$U = \frac{G \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot n} \cdot m$$

m in g U in gmm

$$U_{Spindel} = \frac{0,4 \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot 30.000} \cdot 15.000 = 1,910$$

$$U_{Aufnahme} = \frac{2,5 \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot 30.000} \cdot 1125 = 0,895$$

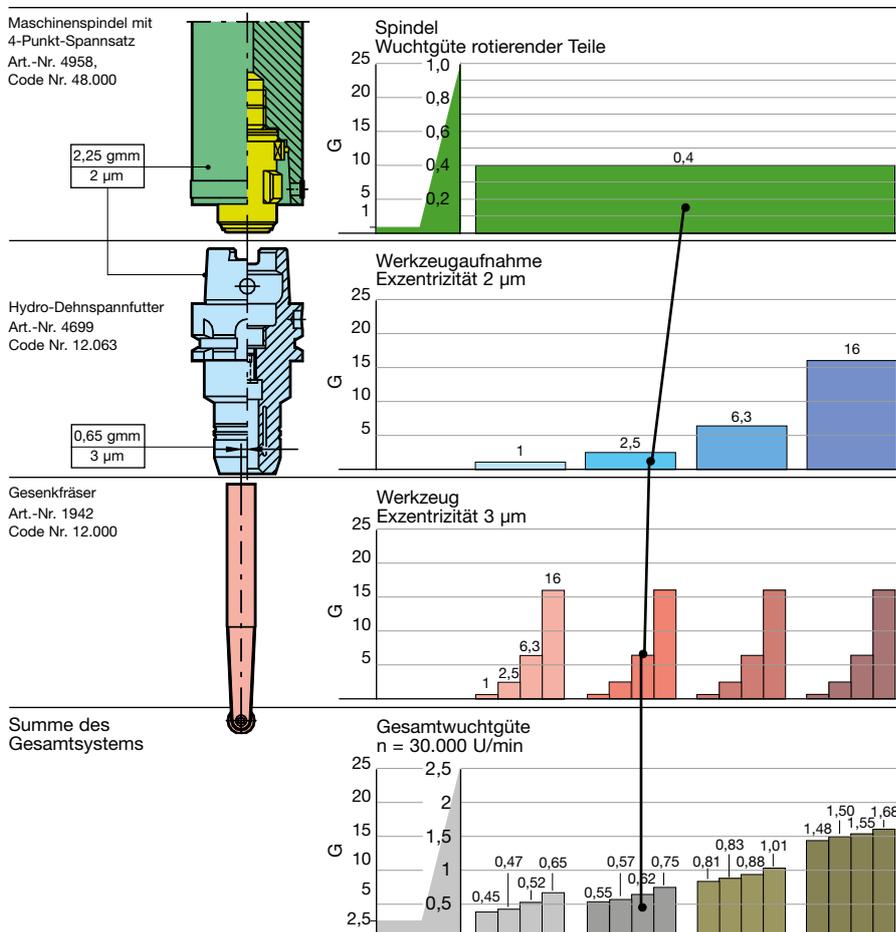
$$U_{Werkzeug} = \frac{6,3 \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot 30.000} \cdot 215 = 0,431$$

m_{ges} in g: 16.340
U_{ges} in gmm: 3,236

Umrechnung der Wuchtgüte des Gesamtsystems

$$G = U_{ges} \cdot 2 \cdot \pi \cdot \frac{n}{60} \cdot \frac{1}{m_{ges}}$$

Beispiel:

$$G = 3,236 \text{ gmm} \cdot 2 \cdot \pi \cdot \frac{30.000}{60 \text{ s}} \cdot \frac{1}{16340 \text{ g}} = 0,62$$




Technik und Vorteile

Gühring Schruppfutter erzielen eine optimale Verbindung zwischen Schruppfutter und Schaftwerkzeug. Während einige Produkthanbieter handelsüblichen Einsatzstahl verwenden, verarbeiten wir einen speziellen, einsatzorientierten Werkzeugstahl. Das Ergebnis ist eine höhere Dehnrage sowie eine bessere Temperaturverträglichkeit. Ein- und Ausschrupfen sind beliebig oft möglich.

Ihre Vorteile:

- Kurze Schrupfzeiten
- Maximale Spannkraft
- Schruppfutter für Werkzeugchaft-Durchmesser von 3 mm bis 32 mm
- Längere Lebensdauer

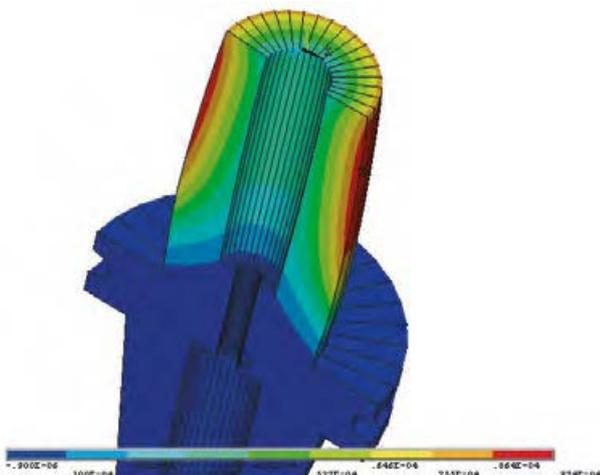
Von diesen Vorteilen profitieren vor allem die Bereiche HSC-Fräsen, Schwer- und Schruppzerspanung, Bohren, Reiben und Innenschleifen sowie die Holzbearbeitung.

Überzeugende Eigenschaften:

- Exzellente Rundlaufgenauigkeit
- Extreme Spannkraft und Steifigkeit
- Verlängerte Standzeiten
- Geringste Unwucht durch Rotationssymmetrie
- Wirtschaftlichkeit

Das spannende Prinzip

Bei der Werkzeugspannung im Schruppfutter sind einzig Erwärmen und Abkühlen des Futter die ausschlaggebenden Faktoren für den sicheren Halt des Werkzeugs in der Aufnahme. Durch Erwärmen dehnt sich das Schruppfutter aus, sodass ein Werkzeug ein- bzw. ausgespannt werden kann. Beim Abkühlen zieht es sich wieder zusammen und spannt das eingesetzte Werkzeug mit maximaler Spannkraft. Da die Schruppfutter durch das Erwärmen örtlich sehr heiß werden können und zudem scharfkantige Werkzeuge ein- bzw. ausgespannt werden, sollten beim Schrupfen unbedingt Kevlar-Handschuhe zum Schutz vor Verbrennungen und Schnittverletzungen getragen werden.



Schrupfverlängerungen: Die Leistungssteigerer

Schrupfverlängerungen erhöhen die Leistungsbreite eines Werkzeugs und reduzieren die Werkzeug-Störkanten. Wie beim Schruppfutter wird das Werkzeug in die Schrupfverlängerung und dann idealerweise im Hydraulik-Dehnspannfutter eingespannt. Selbstverständlich können Schrupfverlängerungen aber auch in Schruppfutter eingespannt werden.

Perfektes Team: Gühring Schruppfutter und Schrupfgeräte

Für das Aus- und Einspannen von Werkzeugen in unsere Schruppfutter bieten wir verschiedene Schrupfgeräte für die spezifischen Anforderungen in Ihrer Fertigung an: Von Hightech-Lösungen mit integrierter, hochpräziser Längeneinstellung über Sonder-Schrupfgeräte für besonders lange Werkzeuge bis hin zum vielseitigen GSS 2000 in verschiedenen Ausstattungspaketen:

- GSS 5000
- GSS 3001
- HSV 2000
- GSS 2000





Technik und Vorteile

Spannen genormter Werkzeugschäfte nach DIN 6535 im Hydraulik-Dehnspannfutter

Werkzeugschäfte für
Direkteinspannung
Rundlauf $\leq 0,003$ mm

Form HA $\varnothing 3 \dots 20$ mm



Form HA $\varnothing 25 \dots 32$ mm



Form HB $\varnothing 6 \dots 20$ mm



Werkzeugschäfte für Spannung
mit Hilfe von Reduzierbuchsen
Rundlauf $\leq 0,005$ mm

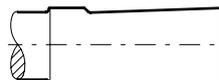
Form HB $\varnothing 25 \dots 32$ mm



Form HE $\varnothing 6 \dots 20$ mm



Form HE $\varnothing 25 \dots 32$ mm



Allgemeine Hinweise:

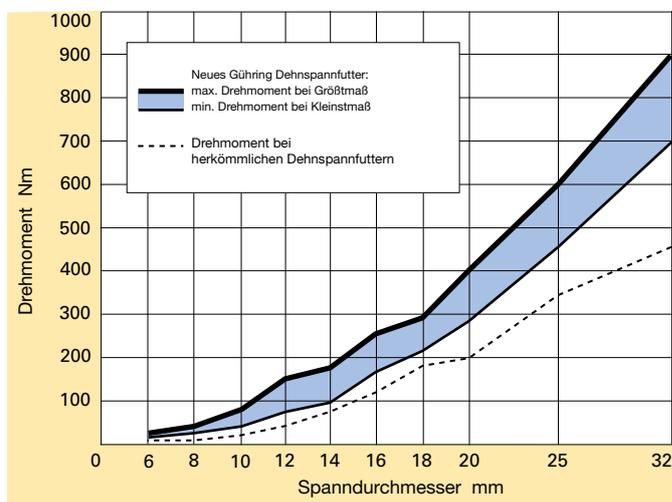
Unsere Hydraulik-Dehnspannfutter dürfen nicht mit motorisch angetriebenen Werkzeugen betätigt werden (Impulsschrauber oder Ähnliches). Der Sechskantschlüssel sollte (über die ganze Länge) die Schlüsselweite nicht überschreiten, dadurch wird eine zu hohe Drehmomentübertragung weitgehend verhindert. Wir empfehlen die gängigen Sechskant-Spannschlüssel Art. 4912. Ein Anzugsmoment von 10 Nm sollte nicht überschritten werden.

Gühring Hydraulik-Dehnspannfutter mit erhöhter Spannkraft

Hydraulik-Dehnspannfutter mit erhöhter Spannkraft von Gühring eignen sich zum Spannen von rotationssymmetrischen Werkzeugen oder Werkstücken. Bei Schaftwerkzeugen können sowohl glatte, zylindrische Schäfte bis $\varnothing 32$ mm als auch Schäfte nach DIN 6535 Form HA und HB bis $\varnothing 20$ mm direkt gespannt werden. Bei Gebrauch dürfen die Werte der Tabelle nicht überschritten werden. Bei Nichteinhaltung der Mindest-Einspanntiefe oder Verwendung anderer als der genannten Schäfte droht Genauigkeits- und Spannkraftverlust!

Vor allem die hohen Drehzahlen beim High-Speed-Cutting stellen spezielle Anforderungen an die Werkzeugaufnahme. Der Werkzeugspannung im Dehnspannfutter kommt dabei eine besondere Bedeutung zu. Deshalb hat Gühring ein Dehnspannfutter entwickelt, das mit einem höheren Drehmoment sicher und kraftvoll spannt, also für einen besonders guten Halt des Werkzeugs in der Aufnahme sorgt.

Zusammen mit dem exakten Rundlauf (Rundlauffehler max. 3 μ m), dem sehr schnellen und einfachen Werkzeug-Wechsel sowie der vibrationsdämpfenden Wirkung der Dehnspannkammer zeigt sich das neue Dehnspannfutter auch anspruchsvollsten Bearbeitungsaufgaben gewachsen. Resultate sind optimale Werkzeug-Standzeiten und beste Oberflächengüte bzw. Maßhaltigkeit am Werkstück.



Deutlich höher:
Die Spannkraft des neuen Gühring Dehnspannfutters HSK-A gegenüber herkömmlichen Dehnspannfuttern.



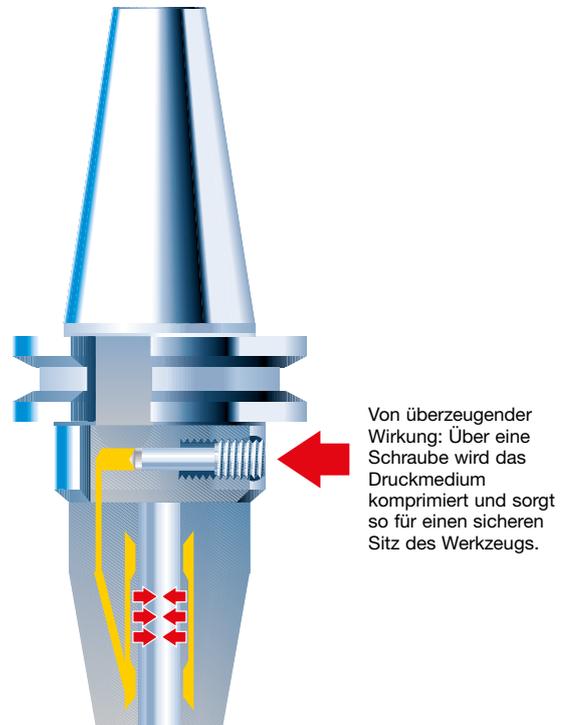
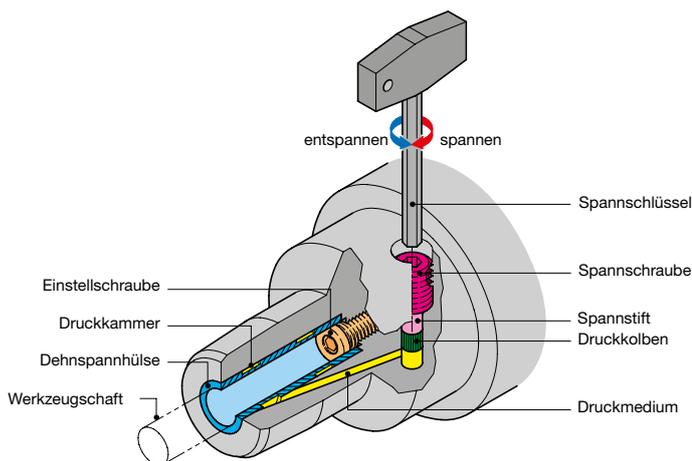
Technik und Vorteile

Moderne Zerspanungsprozesse stellen besondere Anforderungen an die Werkzeugaufnahme. Hydraulik-Dehnspannfutter bieten deshalb guten Halt, verbunden mit einem exakten Rundlauf. Zudem ermöglichen sie einen leichten und schnellen Werkzeugwechsel, wozu ein spezieller Ausziehschlüssel entscheidend beiträgt.

Durch Drehen der Druckschraube entsteht in der Druckkammer ein ausreichend hoher Druck, der zur elastischen Verformung der Dehnspannhülse führt, wodurch das Werkzeug kraftvoll gespannt wird - und das bei exaktem Rundlauf. Dies sorgt für einen sicheren und kraftschlüssigen Sitz. Werden Reduzierbuchsen, die unterschiedliche Werkzeugdurchmesser aufnehmen können, benutzt, dann lässt sich der Werkzeugeinsatz beliebig erweitern. Wird jedoch auf sie verzichtet, muss unbedingt die minimale Einspanntiefe beachtet werden!

Die Vorteile im Überblick:

- Präzise Werkzeugspannung bei maximal 3 µm Rundlauffehler
- Übertragung hoher Drehmomente durch optimiertes Dehnhülensystem (hohe Spannung)
- Hochgeschwindigkeitstauglich (keine Fliehkräfte durch Spannsegmente)
- Exakter Rundlauf, dadurch hervorragende Oberflächengüte und Maßhaltigkeit am Werkstück
- Rascher Werkzeugwechsel mittels leicht betätigbarer Spannschraube
- Optimale Werkzeugstandzeiten
- Vibrationsdämpfende Wirkung durch Hydro-Polster

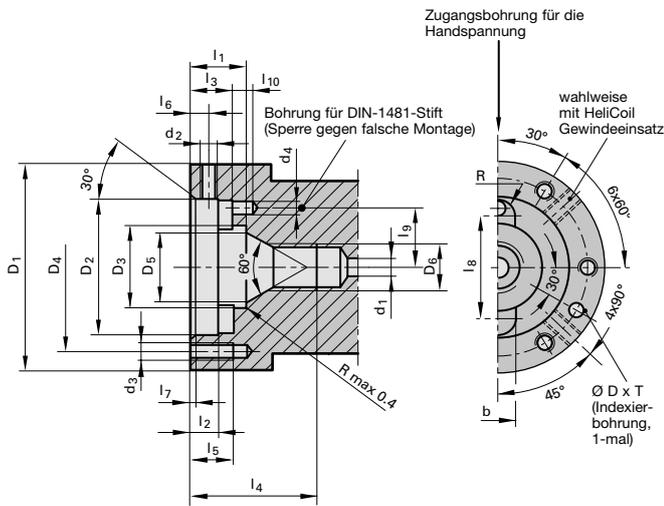


für Schaft-Ø in mm	max. Drehzahl in 1/min	zul. übertragbares Drehmoment in Nm	Mindest- Einspanntiefe in mm	max. Verstellweg l ₃ mm	zul. rad. Kraft F auf Futter bei 50 mm Ausraglänge in N	Betriebs- temperatur in °C	max. Kühl- mitteldruck in bar
3 h ₆	50 000	2,5	27	7	25	20 - 50	80
4 h ₆	50 000	6	27	7	40	20 - 50	80
5 h ₆	50 000	10	27	7	65	20 - 50	80
6 h ₆	50 000	16	27	10	225	20 - 50	80
8 h ₆	50 000	26	27	10	370	20 - 50	80
10 h ₆	50 000	50	31	10	540	20 - 50	80
12 h ₆	50 000	82	36	10	650	20 - 50	80
14 h ₆	50 000	125	36	10	900	20 - 50	80
16 h ₆	50 000	190	39	10	1410	20 - 50	80
18 h ₆	50 000	275	39	10	1580	20 - 50	80
20 h ₆	50 000	310	41	10	1860	20 - 50	80
25 h ₆	25 000	520	47	10	4400	20 - 50	80
32 h ₆	25 000	770	51	10	6500	20 - 50	80

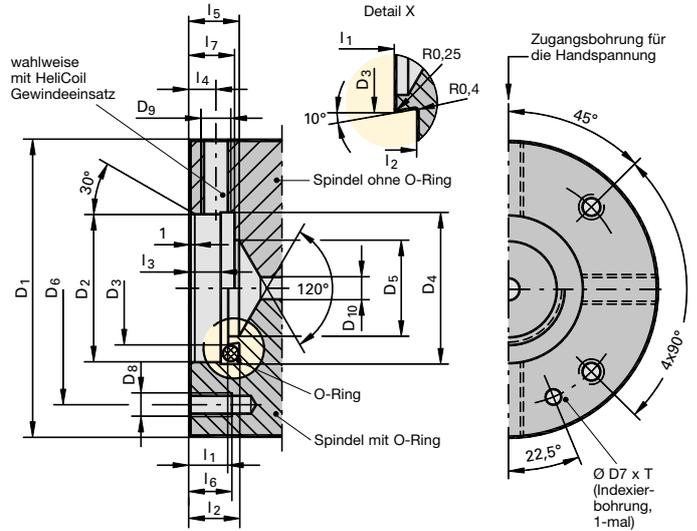


Detaillierte Fertigungszeichnungen auf Anfrage

Kurzbaufflansche Art-Nr. 4385



Vorsatzflansche Art-Nr. 4386/4586



Kurzbaufflansche Art-Nr. 4385

für HSK/Code-Nr.	D1	D2	D3	D4	D5	D6	d1	d2	d3	d4
32 24,000	40	27,0	16,7	32,0	12,5	M 10	4,0	M 3	M 3	2
40 30,000	50	33,5	20,6	40,5	16,0	M 12	5,0	M 4	M 4	3
50 38,000	63	42,0	25,5	52,0	20,0	M 16	6,0	M 5	M 5	4
63 48,000	80	55,0	33,0	66,0	25,0	M 20	8,0	M 6	M 6	4
80 60,000	100	68,0	41,0	82,0	32,0	M 24	10,2	M 8	M 8	5

Kurzbaufflansche Art-Nr. 4385 Fortsetzung

für HSK/Code-Nr.	Spannsatztiefe l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	l ₅	l ₆	l ₇	l ₈	l ₉	l ₁₀	b	R	D	T	Sperrstift DIN 1481
32 24,000	9,0	4,0	6,5	22	10	2,5	0,6	20,5	11,5	3,5	7,0	3,0	3,5	3,0	2 x 6
40 30,000	12,0	5,5	8,7	30	11	3,5	0,6	25,0	14,5	5,0	8,0	4,0	4,0	3,5	3 x 8
50 38,000	16,0	8,0	12,0	36	12	5,0	0,8	31,5	18,3	6,0	10,5	5,0	4,0	3,5	4 x 10
63 48,000	20,0	10,0	15,0	48	15	6,0	1,0	41,0	22,5	5,0	12,5	6,0	4,0	3,5	4 x 10
80 60,000	25,6	13,0	19,3	60	14	7,5	1,0	50,0	28,0	6,0	16,0	7,5	5,0	4,5	5 x 12

Vorsatzflansche Art-Nr. 4386

für HSK/Code-Nr.	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	l ₅	l ₆	l ₇	T	O-Ring
25 19,000	45	23	16,5	24	-	35	-	M5	M5	3,2	8,2	9,5	6,2	4,5	-	14	9	-	16x2
32 24,000	60	30	23,5	31	-	44	5	M5	M8x1	4,0	10,3	12,4	8,3	7,0	-	11	12	3,5	23x3
40 30,000	70	35	28,5	36	22	53	5	M6	M8x1	5,0	10,3	12,4	8,3	7,0	12	14	12	3,5	28x3
50 38,000	80	40	30,5	41	26	63	5	M6	M8x1	6,0	10,3	13,3	8,3	7,0	12	14	12	3,5	30x4
63 48,000	100	50	38,5	51	34	79	5	M8	M10x1	8,0	12,3	16,1	10,3	8,0	15	15	14	3,5	38x5
80 60,000	117	60	47,5	61	38	96	6	M8	M10x1	10,2	12,3	16,1	10,3	8,0	20	15	14	4,5	47x5

Vorsatzflansche Art-Nr. 4586

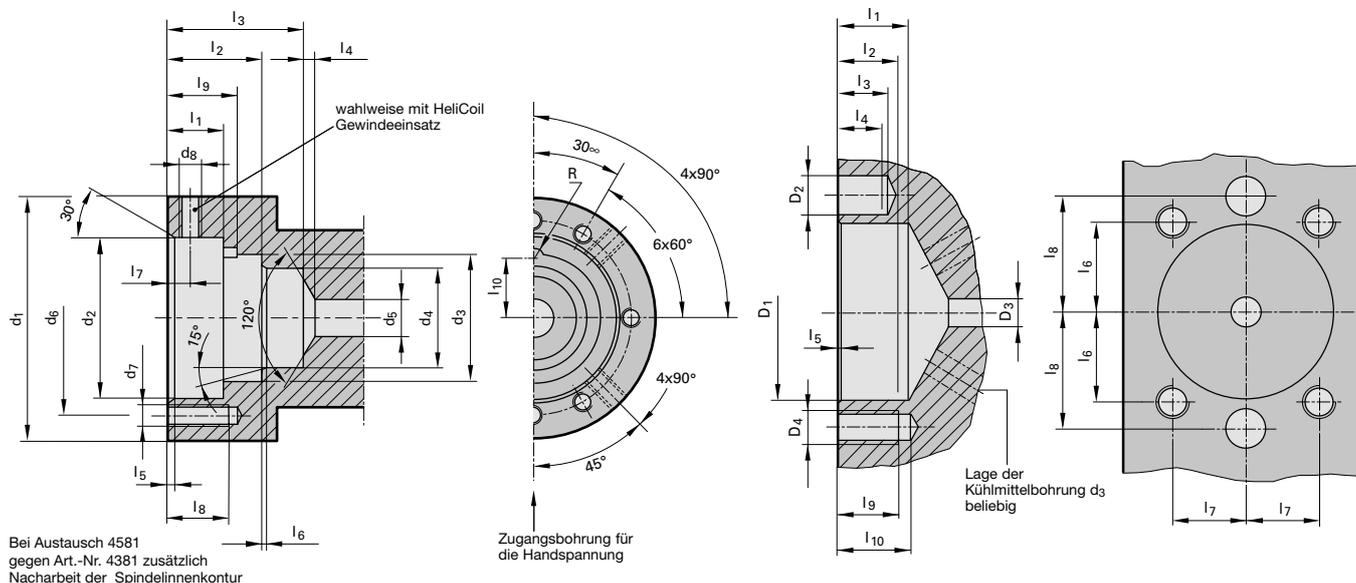
für HSK/Code-Nr.	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	l ₅	l ₆	l ₇	T	O-Ring
40 30,000	70	35	28,5	36	22	53	5	M6	M8x1	5,0	10,3	12,4	8,3	7,0	12	14	12	3,5	28x3
50 38,000	80	40	30,5	41	26	63	5	M6	M8x1	6,0	10,3	13,3	8,3	7,0	12	14	12	3,5	30x4
63 48,000	100	50	38,5	51	34	79	5	M8	M10x1	8,0	12,3	16,1	10,3	8,0	15	15	14	3,5	38x5
80 60,000	117	60	47,5	61	38	96	6	M8	M10x1	10,2	12,3	16,1	10,3	8,0	20	15	14	4,5	47x5
100 75,000	140	80	65,0	81	53	119	6	M10	M10x1	12,0	12,3	16,1	10,3	8,0	20	18	14	4,5	45x5



Detaillierte Fertigungszeichnungen auf Anfrage

Vorsatzflansche Art-Nr. 4581/4584

Vorsatzflansche Art-Nr. 4582



Bei Austausch 4581 gegen Art.-Nr. 4381 zusätzlich Nacharbeit der Spindelinnenkontur

Vorsatzflansche Art-Nr. 4581

für HSK/Code-Nr.	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	d ₆	d ₇	d ₈	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	l ₅	l ₆	l ₇	l ₈
25 19,000	45	23	-	-	5	35	M5	M4	6,8	-	-	1,5	1	-	3,5	min.8
32 24,000	55	28	21,12	17	6,4	43,5	M6	M4	6	9,75	16,75	2	1	0,6	3,5	11
40 30,000	63	36	26,4	21	8	51,5	M6	M4	7	11,3	19,9	2,5	1	1	4	12
50 38,000	80	46	33	26	10	65	M8	M5	9	14,7	25,5	3	1,5	1	5	12
63 48,000	100	56	42,5	34	16	81,5	M10	M6	12	17,8	30	3,5	1,5	1	6	16
80 60,000	125	66	52,8	42	16	103	M12	M8	14	22,7	39,8	4	2	1,5	8	16
100 75,000	160	86	66	53	20	130	M16	M10	16	27,4	49	4,5	2	2	10	16

Vorsatzflansche Art-Nr. 4584

für HSK/Code-Nr.	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	d ₆	d ₇	d ₈	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	l ₅	l ₆	l ₇	l ₈	l ₉	l ₁₀	R
32 24,000	40	27,0	21,12	17	6,4	32,0	M 3	M 4	8,8	14,80	21,75	2,0	1,0	0,6	3,5	10,0	11,9	10,10	2,0
40 30,000	50	33,5	26,40	21	8,0	40,5	M 4	M 4	11,0	18,85	27,40	2,5	1,0	1,0	4,0	12,0	13,9	12,40	2,0
50 38,000	63	42,0	33,00	26	10,0	52,0	M 5	M 5	15,0	24,75	35,50	3,0	1,5	1,0	5,0	12,0	18,4	15,50	2,5
63 48,000	80	55,0	42,50	34	16,0	66,0	M 6	M 6	17,9	30,35	42,50	3,5	1,5	1,0	6,0	16,0	23,9	20,00	3,0
80 60,000	100	68,0	52,80	42	16,0	82,0	M 8	M 8	24,3	40,25	57,30	4,0	2,0	1,5	8,0	16,0	32,9	24,80	3,5
100 75,000	125	88,0	66,00	53	20,0	106,0	M10	M10	34,4	54,45	76,00	4,5	1,5	2,0	10,0	16,0	42,4	31,40	4,5

Vorsatzflansche Art-Nr. 4582

für HSK/Code-Nr.	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	l ₅	l ₆	l ₇	l ₈	l ₉	l ₁₀
50 38,000	50	7,95	10	M10	20,55	20	15	11	1	27,44	19,22	33,5	20	25
63 48,000	63	14,00	10	M12	25,00	21	18	16	1	31,70	26,00	41,0	22	26



Stech- werkzeuge

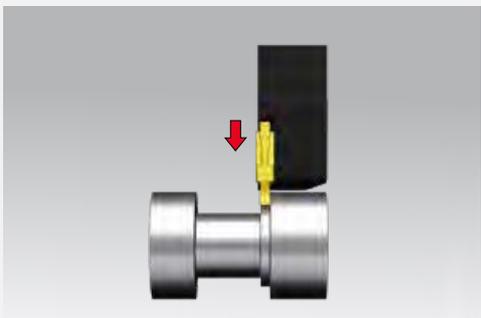
GÜHRING

Seite

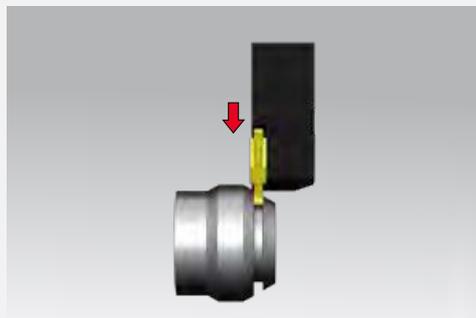
226	Grundlagen
228	Tipps zum Einsatz des Schneideinsatzes GJ104/106/108
229	System 104/106/108/110
230	System GG104/GG106/GG108
234	Tipps zum Einsatz des Halters GH305...EST
235	Umrechnungstabelle Inch-Millimeter
236	Umrechnungstabelle TPI-Millimeter
237	Anwendungsbeispiele



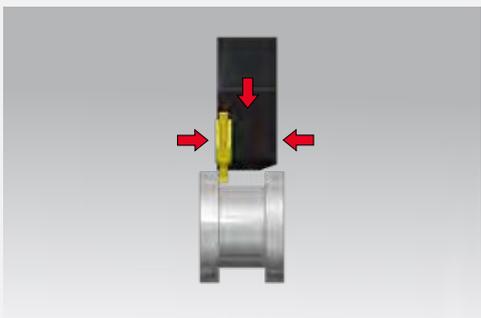
Allgemeine Bearbeitungstipps



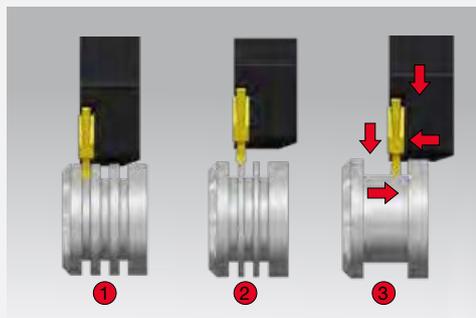
Die Bearbeitungsbreite sollte mind. 70% der Schneidenbreite b betragen.



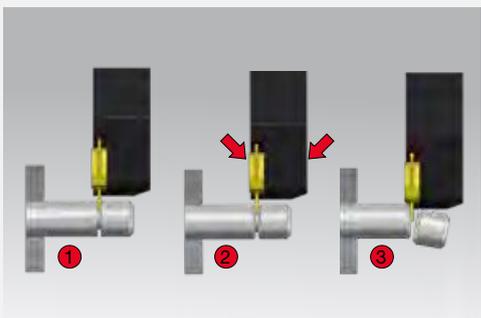
Der Vorschub sollte beim Einstechen an schräger Fläche um ca. 20 bis 50% reduziert werden.



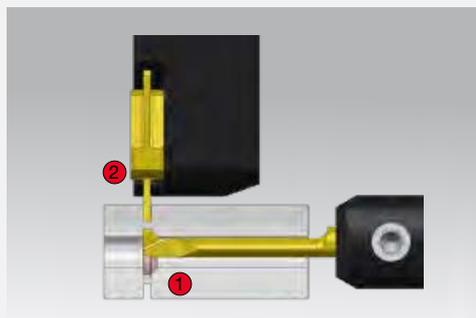
Freistechen
- radial zustellen
- axial drehen
- radial und axial Schlichtaufmaß vorsehen



Unser Tipp zum cleveren Freistechen:
1 - vorstechen „Kamm“
2 - Stege wegstechen,
Stegbreite max: Schneidenbreite $b - 2 \times r$
3 - fertigdrehen



Unser Tipp zum cleveren Abstechen:
1 - vorstechen
2 - fasen
3 - abstechen



Unser Tipp zum cleveren Abstechen auf Bohrung:
1 - vorstechen mit Werkzeugtyp GV104
2 - abstechen mit Werkzeugtyp GZ305



Allgemeine Anwendungshinweise

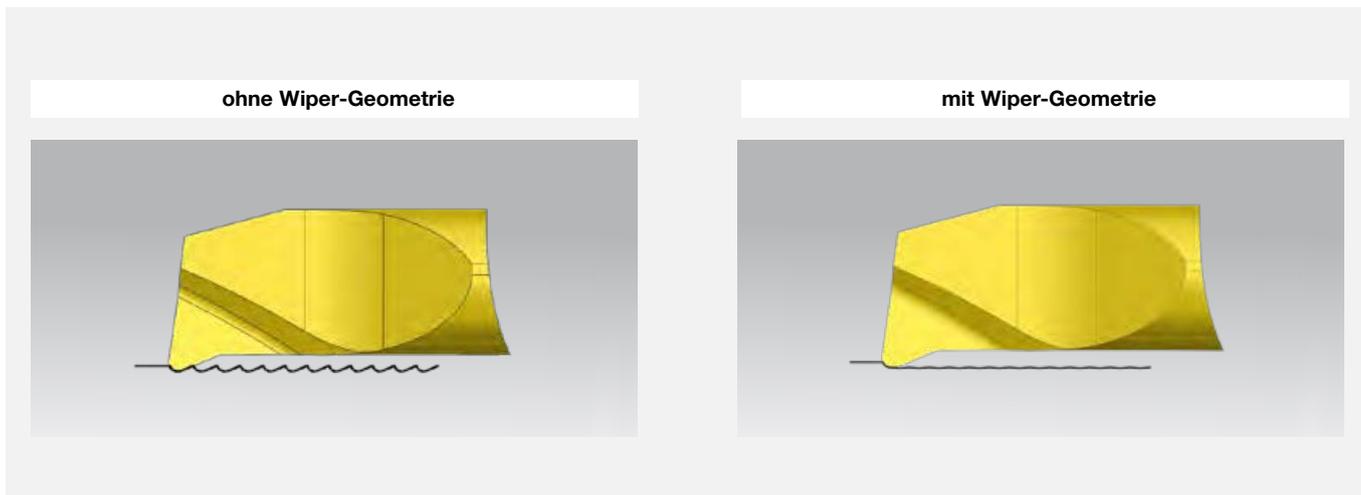
Lösung

Problemstellung

Problemstellung		Vorschub	Vorschub im Zentrum	Schnittgeschwindigkeit	R / L Schneidenlage	Eckenradius	Wiper	Stechbreite	Werkzeugspannung	Bauteilspannung	Auskragung	Spitzenhöhe/Schneidenlage	Kühlmittel
Werkzeugverschleiß	Ausbröckelung	↓	↓			↑			🔍	🔍	🔍	🔍	
	Aufbauschneiden			↑									👍
	Freiflächenverschleiß	🔍	↓	↓		↑						🔍	👍
	Plastische Verformung	↓	↑	↓		↑							👍
Bauteil	Vibration	↑		↓		↓		↓	🔍	🔍	↓	🔍	
	Butzen-/Gratbildung		↓		👍	↓						🔍	👍
	Oberfläche	↓	↓	↑		↑	👍	↑	🔍	🔍	↓	🔍	👍
	langer Span (Wirrspan, Spänewolle)	↑		↑									👍
	(zu) kurzer Span (Bruchspan, gestauchter Span)	↓											

- ↓ reduzieren (großer Einfluss)
- ↑ erhöhen (großer Einfluss)
- ↓ reduzieren (kleiner Einfluss)
- ↑ erhöhen (kleiner Einfluss)
- 🔍 prüfen
- 👍 anwenden

Tipps zum Einsatz des Schneideinsatzes GJ104/106/108 mit Wiper-Geometrie



Mit der Wiper-Geometrie haben Sie folgende Möglichkeiten:

- Sie behalten den Vorschub des Schneideinsatzes ohne Wiper-Geometrie bei und erzielen eine deutlich verbesserte Oberfläche.
- Sie erhöhen den Vorschub unter Berücksichtigung des Gesamtprozesses (u.a. Material, Spanbildung, Stabilität) und erzielen folgende Verbesserungen:
 - Reduzierung der Bearbeitungszeit
 - dadurch auch kürzere Eingriffszeit und somit besseres Verschleißverhalten
 - bessere Spanbildung bzw. Spanbruch
 - dickerer Span ermöglicht bessere Wärmeabfuhr

Bitte unbedingt beachten!

Der Schneideinsatz bzw. Halter muss bestmöglich achsparallel positioniert sein. Nur so erzielt die Wiper-Geometrie ihren gewünschten Effekt zur Glättung der Oberfläche.

Allgemeine Formeln zur Ermittlung der Oberflächengüte

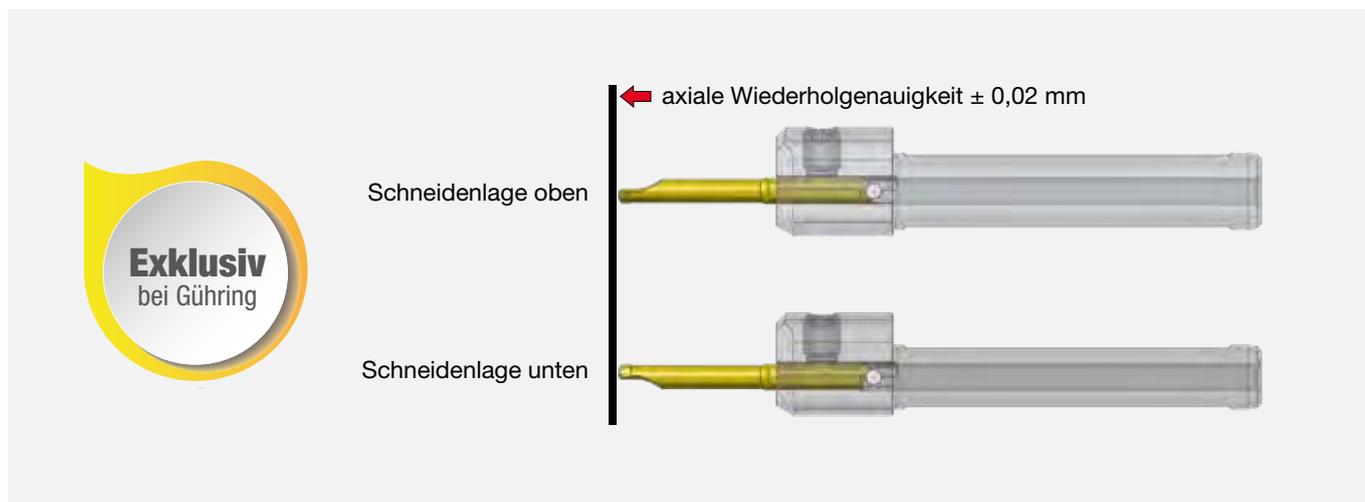
$R_{th} = f^2 / 8 \cdot r$	$r = f^2 / 8 \cdot R_{th}$	$f = \sqrt{8 \cdot r \cdot R_{th}}$
----------------------------	----------------------------	-------------------------------------

Anwendungsbeispiel

Bearbeitung: Ausdrehen Ø 4 mm	Werkzeugauswahl	Kundennutzen
Bauteil: Hülse	System: 104	Mit einem Schneideinsatz ohne Wiper wurden Rz 5-8 µm erreicht. Mit dem Wiper-Schneideinsatz konnten die Rz-Werte auf 2-4 µm verbessert werden. Im 2. Schritt wurde vc auf 130 m/min erhöht. Dies führte zu einer weiteren Verbesserung der Oberfläche.
Material: 42CrMo4	Halter: GB104.0016.075.00.15.N.IK	
1.7225	Schneide: GJ104.2337.020.17.40.R	
Maschine: Spinner	TiAlN nanoA	
IK: 20 bar		
Arbeitsgang: Schlichten		
vc: 90 m/min		
f: 0,08 mm		
ap: 0,15		
Nuttiefe: -		

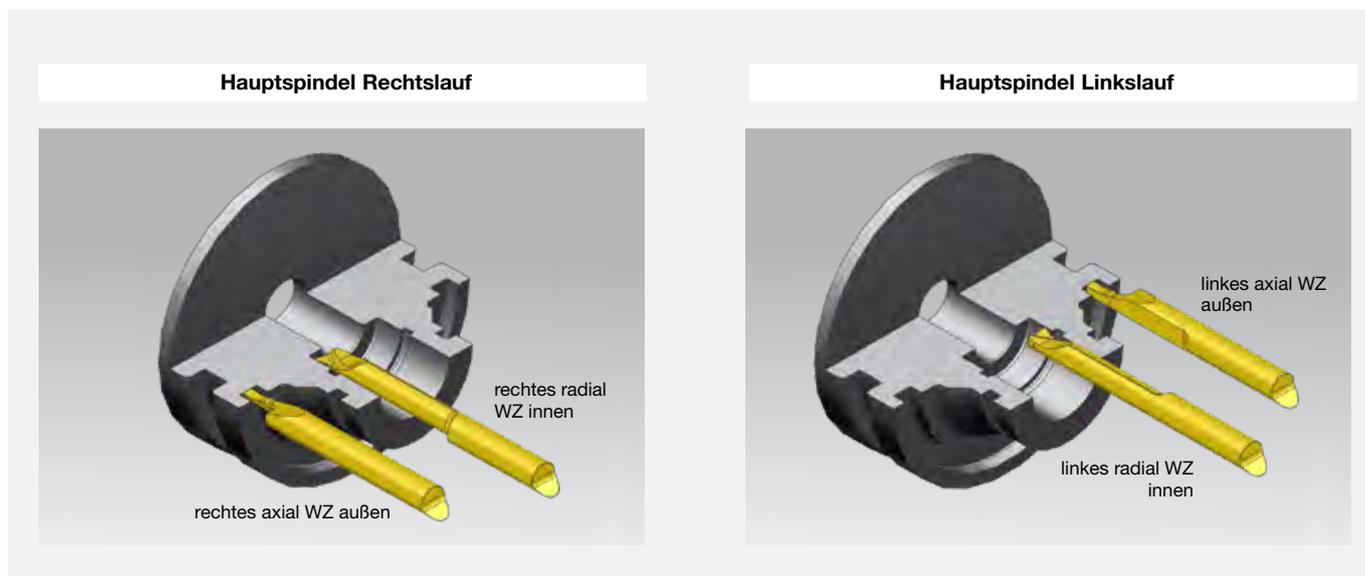


System 104/106/108/110 Positionieren und Einspannen



Als einziges System für Schneideinsätze lässt das Gühring System 104/106/108/110 eine Positionierung sowohl mit obenliegender als auch mit untenliegender Schneide bei gleicher Längenposition zu. Der Halter muss dazu nicht ausgebaut werden.

Definition der Schneidenlage





Innengewindedrehen

System GG104/GG106/GG108

Steigung / P		Empfohlene Anzahl der Schnitte beim Innengewindedrehen						
		Stahlwerkstoffe (Festigkeit in N/mm ²)			Rostfreier Stahl	Guss	Wärmefeste Legierungen	Aluminium
mm	Gg/“	400-700	700-1150	> 1150				
0,3		3	4	5	5	3	5	3
0,5	48	5	6	8	8	5	8	5
0,8	32	7	8	9	9	7	9	7
1	24	8	9	10	10	8	10	8
1,25	19	10	11	12	12	10	12	10
1,5	16	12	13	15	15	12	15	12
1,75	14	14	15	18	18	14	18	14
2	11	16	17	20	20	16	20	16
3	8	22	24	30	30	22	30	22

Vorschubrichtung Innengewindedrehen

Rechtsgewinde



Schneideinsatz: rechte Ausführung
Drehrichtung: Rechtslauf M3
drehen von außen nach innen

Schneideinsatz: linke Ausführung
Drehrichtung: Linkslauf M4
drehen von innen nach außen

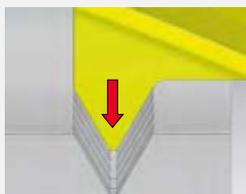
Linksgewinde



Schneideinsatz: linke Ausführung
Drehrichtung: Linkslauf M4
drehen von außen nach innen

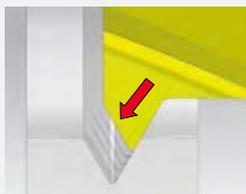
Schneideinsatz: rechte Ausführung
Drehrichtung: Rechtslauf M3
drehen von innen nach außen

Zustellverfahren



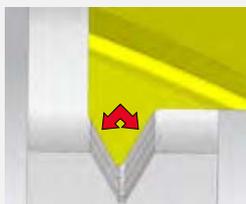
Radiale Zustellung

- beide Schneidkanten sind gleichzeitig im Eingriff
- hoher Schnittdruck und Wärmebelastung
- besonders geeignet bei der Bearbeitung kurzspanender Werkstoffe
- für die Fertigung von Gewinden mit kleiner Steigung und geringer Gewindetiefe sowie bei mehrgängigen Gewinden, um Teilungsfehler zu vermeiden



Einseitige Flankenzustellung

- nur eine Schneidkante im Einsatz
- geringerer Schnittdruck und Wärmebelastung
- besonders geeignet bei der Bearbeitung langspanender Werkstoffe
- Erzielen einer höheren Oberflächengüte an der entsprechenden Gewindeflanke



Wechselseitige Flankenzustellung

- beide Schneidkanten sind abwechselnd im Einsatz
- geringerer Schnittdruck und Wärmebelastung
- besonders geeignet bei der Bearbeitung langspanender Werkstoffe
- Erzielen einer höheren Oberflächengüte an den Gewindeflanken



Innengewindedrehen

System GG104/GG106/GG108

Kernlochdurchmesser für metrische Gewinde						
Regelgewinde				Feingewinde		
Nenn-Ø	Steigung mm	Kernloch-Ø* Vollprofil mm	Kernloch-Ø Teilprofil mm	Nenn-Ø	Steigung mm	Kernloch-Ø Teilprofil mm
M 2	0,40	1,50	1,60	M 2	0,20	1,80
M 2,5	0,45	1,85	2,05	M 2,5	0,35	2,15
M 3	0,50	2,40	2,50	M 3	0,35	2,65
M 4	0,7	3,10	3,30	M 3,5	0,35	3,15
M 4,5	0,75		3,75	M 4	0,50	3,50
M 5	0,80	4,00	4,20	M 4,5	0,50	4,00
M 6	1,00		5,00	M 5	0,50	4,50
M 8	1,25		6,80	M 5,5	0,50	5,00
M 10	1,5		8,5	M 6	0,75	5,25
M 12	1,75		10,25			

*max. Aufmaß (ap) im Kerndurchmesser = 0,2 mm

Anwendungsbeispiel

Bearbeitung: Innengewinde	Werkzeugauswahl	Kundennutzen
Bauteil: Gewindehülse	System: 106	Der Schneideinsatz von Gühring verursacht deutlich weniger manuelle Nacharbeit. Dadurch spart der Kunde Zeit und Geld.
Material: TiAl 6 V 4	Halter: GB106.0016.090.00.22.N.IK	
	Schneide: GG106.TM08.125.22.68.R	
Maschine: Mazak Nexus 200		
IK: 12 bar		
Arbeitsgang: Gewindedrehen		
vc: 25 m/min		
f: Steigung		
ap:		
Nuttiefe:		



Nutstoßen

System GG104/GG106/GG108

Allgemeine Hinweise:

Bitte richten Sie das Werkzeug exakt aus. Die Ausrichtfläche auf den Werkzeughalter GB104/106 ist hierbei eine große Hilfe.

Anwendungshinweise

- Bei Sacklochbohrungen muss am Nutende eine Auslaufnut bzw. ein Freistich oder eine Querbohrung zur Spanabfuhr vorhanden sein.
- Die Zufuhr von Kühlmittel (Emulsion oder Öl) beeinflusst den Stoßprozess in aller Regel positiv. Dadurch können Späne aus der Bohrung gespült sowie die Oberflächenbeschaffenheit der Nut und die Standzeit des Stoßwerkzeuges erhöht werden.
- Beim Rückhub muss das Werkzeug vollständig aus der Nut ausgefahren sein.
- Beachten Sie den Anstelldurchmesser beim Programmieren des ersten Hubes (Belastung der Schneidecken).

Berechnung des Anstelldurchmessers $\varnothing d1$ für den ersten Hub

Beispiel: Bohrungs- \varnothing : 8 mm
 Nutbreite: 5 mm
 Sicherheitsabstand der Schneidecken vom Werkstück- \varnothing : 0,15 mm

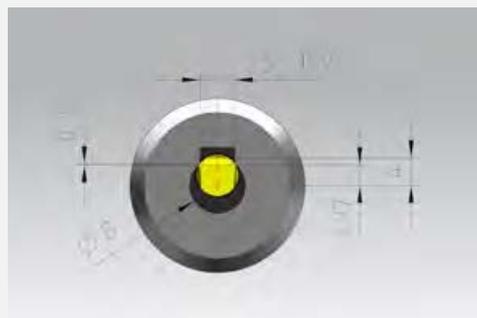
r = Radius Werkstück (Bohrungs- \varnothing 8/2) = 4
 b = Schneidbreite / 2 (5/2) = 2,5

Anstellradius = $\sqrt{r^2 - b^2}$ - Sicherheitsabstand

Anstellradius = $\sqrt{4^2 - 2,5^2}$ - 0,15 = 2,97

Anstelldurchmesser $\varnothing d1 = 2,97 \times 2 = \varnothing 5,94$

Der Anstelldurchmesser für den ersten Hub im obigen Bearbeitungsbeispiel beträgt $\varnothing 5,94$



Zustellung und Vorschubgeschwindigkeit

- Die Zustellung pro Hub ist abhängig von der Zugfestigkeit des zu bearbeitenden Werkstoffes.
- Die Vorschubgeschwindigkeit beim Nutstoßen entspricht der Schnittgeschwindigkeit und wird durch die Z-Achse der Maschine gesteuert.
- Die erzielbaren Geschwindigkeiten werden teilweise durch die Maschinengegebenheiten limitiert.

	Zugfestigkeit (N/mm ²)					
	300	400	600	800	1000	1200
Vorschub (mm/min)	10000	8000	7000	6000	5000	4000
Zustellung pro Hub (mm)	0,1	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04

* Die Werte sind als Richtwerte zu verstehen. Die physikalischen Eigenschaften der Maschine, des Bauteils, die Stabilität der Spannung sowie der Werkstückwerkstoff beeinflussen die Schnittparameter.



Nutstoßen

System GG104/GG106/GG108

Vorgehensweise

Stoßen 4-Kant:

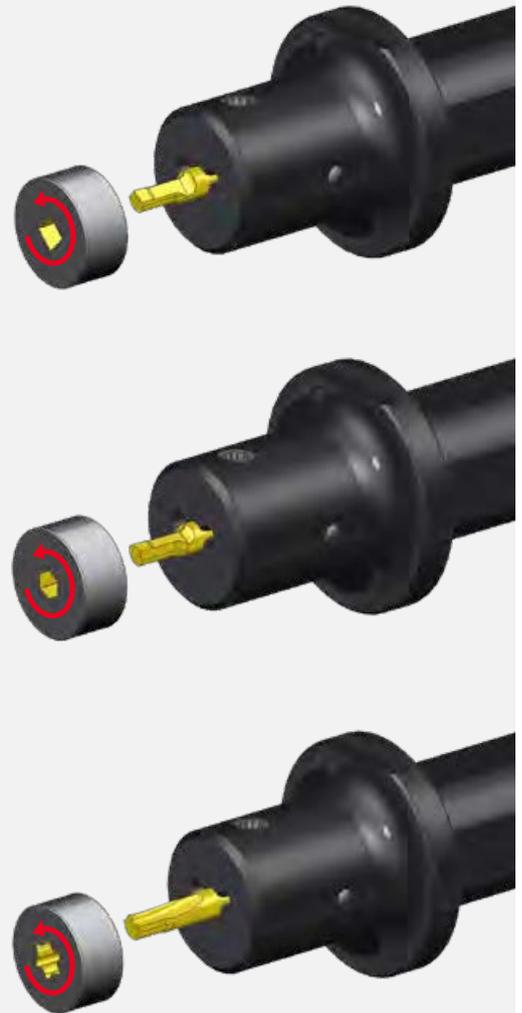
- Die Schneideinsätze generieren eine 90° Ecke.
- Das Bauteil muss insgesamt 4 Mal alle 90° positioniert werden, um den 4-Kant fertigzustellen.

Stoßen 6-Kant:

- Die Schneideinsätze generieren eine 60° Ecke.
- Das Bauteil muss insgesamt 6 Mal alle 60° positioniert werden, um den 6-Kant fertigzustellen.

Stoßen Torx:

- Die Schneideinsätze generieren einen Teilabschnitt des Torxprofils.
- Das Bauteil muss insgesamt 6 Mal alle 60° positioniert werden, um das komplette Torxprofil fertigzustellen.



Anwendungsbeispiel

Bearbeitung: 6-kant Nut stoßen		Werkzeugauswahl	Kundennutzen
Bauteil:	Buchse	System:	106 Sonderwerkzeug
Material:	X 10 CrNiS 18 9	Halter:	GB106.0025.075.00.22.S.IK
	1.4305	Schneide:	Sonder-Schneideinsatz
Maschine:	Spinner TC 65		TiAlN nanoA
IK:	20 bar		
Arbeitsgang:	Vor- und Fertigstoßen		
vc:	-		
f:	3200 mm		
ap:	0,06		
Nuttiefe:	SW 9.3 (Sonder)		

Bisher hat der Kunde mit einem 6-Kant-Stempel gefertigt. Der Aufwand manueller Nacharbeit war hoch, Oberfläche und Standzeit waren nicht zufriedenstellend. Mit dem Werkzeug von Gühring wird eine gute Oberfläche bei hoher Standzeit erreicht. Die manuelle Nacharbeit entfällt.



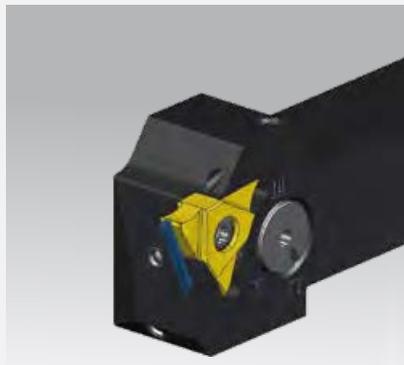
Tipps zum Einsatz des Halters GH305...EST mit verstellbarer Kühlmittelzuführung



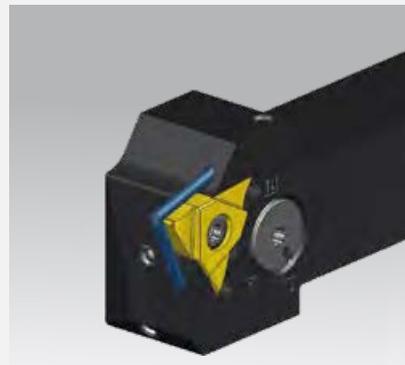
Mit einstellbarem Ventil ergeben sich die folgenden Möglichkeiten, das Kühlmittel der Schneide zuzuführen.



Kühlmittelzufuhr auf die Spanfläche



Kühlmittelzufuhr auf die Freifläche



Kühlmittelzufuhr auf Span- und Freifläche

Mit dem GH305 . . . EST bietet Gühring einen einzigartigen Halter für Stechplatten an, der sich durch die variablen Kühlmöglichkeiten auszeichnet und patentrechtlich geschützt ist.

Warum dieser Aufwand?

- Bei geringem Kühlmitteldruck können Sie Ihren Prozess optimal mit Kühlmittel versorgen:
 - Erste Wahl ist die Kühlung auf die Spanfläche.
 - Falls die Spänebildung die Zuführung des Kühlmittels stört bzw. verhindert, kann über die Freiflächenkühlung eine effektive Temperaturkontrolle erfolgen.
- Bei hohem Kühlmitteldruck empfehlen wir die Kühlung über beide Bohrungen.
 - Die Kühlung über die Spanfläche kann den Spanbruch positiv beeinflussen.
 - Die Kühlung auf die Freifläche sorgt für eine zusätzliche Temperaturkontrolle der Schneide.

Anwendungsbeispiel

Bearbeitung: Außenstechen radial	Werkzeugauswahl	Kundennutzen
Bauteil: Kolben	System: 305	Die Standzeit der geschliffenen Gühringplatte ist höher als bei der rein gesinterten Platte des Wettbewerbers. Außerdem punktet die Gühringplatte mit besserer Spanbildung und guter Oberfläche. Die optimale Kühlmittelzufuhr sorgt für guten Spanbruch.
Material: 17 CrNiMo 6	Halter: GH305.2020.125.00.04.R.IK.EST	
1.6587	Schneide: GE305.0200.020.BA.04.N	
Maschine: Mazak Quick Turn Smart 200		
IK: 20 bar		
Arbeitsgang: Stechen 58 HRC, EHT 0,8 mm		
vc: 40 m/min		
f: 0,06 mm		
ap:		
Nuttiefe: 3 mm		



Umrechnungstabelle Inch-Millimeter

Von 1/64 bis 11 63/64

Größe (Inch)	mm	Teile des Inch (Dezimal)	Größe (Inch)	mm	Teile des Inch (Dezimal)	Größe (Inch)	mm	Teile des Inch (Dezimal)	Größe (Inch)	mm	Teile des Inch (Dezimal)
-	0,10	0,0039	51	1,70	0,0670	4	5,31	0,2090	-	14,00	0,5512
97	0,15	0,0059		1,75	0,0689	3	5,41	0,213	9/16	14,29	0,5625
96	0,16	0,0063	50	1,78	0,0700		5,50	0,2165		14,50	0,5709
95	0,17	0,0067		1,80	0,0709	7/32	5,56	0,2188	37/64	14,68	0,5781
94	0,18	0,0071	49	1,85	0,0730	2	5,61	0,221	-	15,00	0,5906
93	0,19	0,0075		1,90	0,0748	1	5,79	0,228	19/32	15,08	0,5938
92	0,20	0,0079	48	1,93	0,0760	A	5,94	0,234	39/64	15,48	0,6094
91	0,21	0,0083		1,95	0,0768	15/64	5,95	0,2344		15,50	0,6102
90	0,22	0,0087	5/64	1,98	0,0781	-	6,00	0,2362	5/8	15,88	0,625
89	0,23	0,0091	47	1,99	0,0785	B	6,05	0,238	-	16,00	0,6299
88	0,24	0,0095	-	2,00	0,0787	C	6,15	0,242	41/64	16,27	0,6406
-	0,25	0,0098		2,05	0,0807	D	6,25	0,246		16,50	0,6496
87	0,25	0,0100	46	2,06	0,0810	1/4	6,35	0,25	21/32	16,67	0,6562
	0,26	0,0102	45	2,08	0,0820	E	6,35	0,25	-	17,00	0,6693
86	0,27	0,0105		2,15	0,0846		6,50	0,2559	43/64	17,07	0,6719
	0,27	0,0106	44	2,18	0,0860	F	6,53	0,257	11/16	17,46	0,6875
85	0,28	0,0110	43	2,26	0,0890	G	6,63	0,261		17,50	0,689
	0,29	0,0114	42	2,37	0,0935	17/64	6,75	0,2656	45/64	17,86	0,7031
84	0,29	0,0115	3/32	2,38	0,0938		6,75	0,2657	-	18,00	0,7087
-	0,30	0,0118	41	2,44	0,0960	H	6,76	0,266	23/32	18,26	0,7188
83	0,30	0,0120	40	2,50	0,0980	I	6,91	0,272		18,50	0,7283
82	0,32	0,0125	39	2,53	0,0995	-	7,00	0,2756	47/64	18,65	0,7344
	0,32	0,0126	38	2,58	0,1015	J	7,04	0,2772	-	19,00	0,748
81	0,33	0,0130	37	2,64	0,1040	K	7,14	0,281	3/4	19,05	0,75
80	0,34	0,0135	36	2,71	0,1065	9/32	7,14	0,2812	49/64	19,45	0,7656
79	0,37	0,0145	7/64	2,78	0,1094	L	7,37	0,29		19,50	0,7677
1/64	0,40	0,0156	35	2,79	0,11	M	7,49	0,2949	25/32	19,84	0,7812
78	0,41	0,0160	34	2,82	0,111		7,50	0,2953	-	20,00	0,7874
77	0,46	0,0180	33	2,87	0,113	19/64	7,54	0,2969	51/64	20,24	0,7969
-	0,50	0,0197		2,90	0,1142	N	7,67	0,3020		20,50	0,8071
76	0,51	0,0200	32	2,95	0,116		7,75	0,3051	13/16	20,64	0,8125
75	0,53	0,0210	-	3,00	0,1181	5/16	7,94	0,3125	-	21,00	0,8268
74	0,57	0,0225	31	3,05	0,12	-	8,00	0,315	53/64	21,03	0,8281
-	0,60	0,0236	1/8	3,18	0,125	O	8,03	0,316	27/32	21,43	0,8438
73	0,61	0,0240	30	3,26	0,1285	P	8,20	0,323		21,50	0,8465
72	0,64	0,0250		3,30	0,1299	21/64	8,33	0,3281	55/64	21,84	0,8594
71	0,66	0,0260	29	3,45	0,136	Q	8,43	0,332	-	22,00	0,8661
-	0,70	0,0276		3,50	0,1378		8,50	0,3346	7/8	22,23	0,875
70	0,71	0,0280	28	3,57	0,1405	R	8,61	0,339		22,50	0,8858
69	0,74	0,0292	9/64	3,57	0,1406	11/32	8,73	0,3438	57/64	22,62	0,8906
-	0,75	0,0295	27	3,66	0,144		8,75	0,3445	-	23,00	0,9055
68	0,79	0,0310	26	3,73	0,147	S	8,84	0,348	29/32	23,02	0,9062
1/32	0,79	0,0313		3,75	0,1476	-	9,00	0,3543	59/64	23,42	0,9219
-	0,80	0,0315	25	3,80	0,1495	T	9,09	0,358		23,50	0,9252
67	0,81	0,0320	24	3,86	0,152	23/64	9,13	0,3594	15/16	23,81	0,9375
66	0,84	0,0330	23	3,91	0,154	U	9,35	0,368	-	24,00	0,9449
65	0,89	0,0350	5/32	3,97	0,1562		9,50	0,374	61/64	24,21	0,9531
-	0,90	0,0354	22	3,99	0,157	3/8	9,53	0,375		24,50	0,9646
64	0,91	0,0360	-	4,00	0,1575	V	9,56	0,377	31/32	24,61	0,9688
63	0,94	0,0370	21	4,04	0,159	W	9,80	0,386	-	25,00	0,9843
62	0,97	0,0380	20	4,09	0,161	25/64	9,92	0,3906	63/64	25,00	0,9844
61	0,99	0,0390		4,20	0,1654	-	10,00	0,3937	1	25,40	1,00
-	1,00	0,0394	19	4,22	0,166	X	10,08	0,397			
60	1,02	0,0400	18	4,31	0,1695	Y	10,26	0,4040			
59	1,04	0,0410	11/64	4,37	0,1719	13/32	10,32	0,4062			
58	1,07	0,0420	17	4,39	0,173	Z	10,49	0,413			
57	1,09	0,0430	16	4,50	0,177		10,50	0,4134			
56	1,18	0,0465	15	4,57	0,18	27/64	10,72	0,4219			
3/64	1,19	0,0469	14	4,62	0,182	-	11,00	0,4331			
	1,20	0,0472	13	4,70	0,185	7/16	11,11	0,4375			
	1,25	0,0492	3/16	4,76	0,1875		11,50	0,4528			
	1,30	0,0512	12	4,80	0,189	29/64	11,51	0,4531			
55	1,32	0,0520	11	4,85	0,191	15/32	11,91	0,4688			
54	1,40	0,0550	10	4,91	0,1935	-	12,00	0,4724			
	1,45	0,0571	9	4,98	0,196	31/64	12,30	0,4844			
	1,50	0,0591	-	5,00	0,1968		12,50	0,4921			
53	1,51	0,0595	8	5,05	0,199	1/2	12,70	0,50			
	1,55	0,0610	7	5,11	0,2010	-	13,00	0,5118			
1/16	1,59	0,0625	13/64	5,16	0,2031	33/64	13,10	0,5156			
	1,60	0,0630	6	5,18	0,2040	17/32	13,49	0,5312			
52	1,61	0,0635	5	5,22	0,2055		13,50	0,5315			
	1,65	0,0650		5,25	0,2067	35/64	13,89	0,5469			

1 inch = 25,400000 mm, siehe DIN 4890 (Ausgabe 2/75)



Umrechnungstabelle TPI-Millimeter

Anzahl Steigungen pro inch	Steigung inch	Steigung mm	Anzahl Steigungen pro inch	Steigung inch	Steigung mm	Anzahl Steigungen pro inch	Steigung inch	Steigung mm	Anzahl Steigungen pro inch	Steigung inch	Steigung mm
127	0,00787	0,200	44	0,02273	0,577	20	0,05000	1,270	7	0,14286	3,629
120	0,00833	0,212	42,33	0,02362	0,600	19	0,05263	1,337	6,35	0,15748	4,000
112	0,00893	0,227	40	0,02500	0,635	18	0,05556	1,411	6	0,16667	4,233
101,6	0,00984	0,250	36,29	0,02756	0,700	16,93	0,05907	1,500	5,64	0,17730	4,504
100	0,01000	0,254	36	0,02778	0,706	16	0,06250	1,588	5,08	0,19685	5,000
96	0,01042	0,265	34	0,02941	0,747	14,51	0,06892	1,751	5	0,20000	5,080
90	0,01111	0,282	33,87	0,02952	0,750	14	0,07143	1,814	4,62	0,21645	5,498
84,67	0,01181	0,300	32	0,03125	0,794	13	0,07692	1,954	4,5	0,22222	5,644
80	0,01250	0,318	31,75	0,03150	0,800	12,7	0,07874	2,000	4,23	0,23641	6,005
72,57	0,01378	0,350	30	0,03333	0,847	12	0,08333	2,117	4	0,25000	6,350
72	0,01389	0,353	28,22	0,03544	0,900	11,50	0,08696	2,209	3	0,33333	8,467
64	0,01563	0,397	28	0,03571	0,907	11	0,09091	2,309	2	0,50000	12,700
63,5	0,01575	0,400	27	0,03704	0,941	10,16	0,09843	2,500			
60	0,01667	0,423	26	0,03846	0,977	10	0,10000	2,540			
56,44	0,01772	0,450	25,4	0,03937	1,000	9	0,11111	2,822			
56	0,01786	0,454	24	0,04167	1,058	8,47	0,11806	2,999			
50,8	0,01969	0,500	22	0,04545	1,155	8	0,12500	3,175			
48	0,02083	0,529	20,32	0,04921	1,250	7,26	0,13774	3,499			



Anwendungsbeispiele



Außenstechen radial

Bearbeitung: Außenstechen radial	Werkzeugauswahl	Kundennutzen
Bauteil: Welle	System: 305	Die dreischneidige Platte von Gühring punktet mit guter Spanabfuhr und höherer Standzeit.
Material: C60	Halter: GH305.2020.125.00.04.R	
1.0601	Schneide: GE305.0130.000.BA.04.N	
Maschine: Gildemeister CTX410		
IK: 10 bar, Kühlung extern		
Arbeitsgang: Nutstechen b 1,4 mm		
vc: 100 m/min		
f: 0,15 mm		
ap:		
Nutttiefe: 0,7 mm		



Außenstechen radial

Bearbeitung: Außenstechen radial	Werkzeugauswahl	Kundennutzen
Bauteil: Welle	System: 305	Der Wechsel von externer Kühlung auf einen Halter von Gühring mit IK brachte eine deutlich höhere Standzeit. Pro Schicht entfällt ein Werkzeugwechsel. Daraus resultiert pro Schicht ein Plus von 25 Bauteilen.
Material: Ck50	Halter: GH305.2020.125.00.04.R.IK	
1.1206	Schneide: Sonderstechplatte b 2,72 mm	
Maschine: Gildemeister CTX420		
IK: 10 bar		
Arbeitsgang: Nut einstecken b 2,72 mm		
vc: 10 m/min		
f: 0,08 mm		
ap:		
Nutttiefe: 1,3 mm		



Axialstechen

Bearbeitung: Axialstechen	Werkzeugauswahl	Kundennutzen
Bauteil: Adapterhülse	System: 106	Das Werkzeug von Gühring schafft unter gleichen Einsatzbedingungen auf Antrieb 50 % mehr Bauteile. Weitere Effizienzsteigerungen können durch Erhöhung der Schnittgeschwindigkeit und des Vorschubes realisiert werden.
Material: 16 MnCr 5	Halter: GB106.0020.040.00.22.N.IK.CIT	
1.7139	Schneide: GA106.0200.015.17.60.R	
Maschine: Citizen A20		
IK: 80 bar, Öl		
Arbeitsgang: Semi-schlichten		
vc: 100 m/min		
f: 0,02 mm		
ap: D1 7,5 mm/D2 12,6 mm		
Nutttiefe: 2,9 mm		

GÜHRING

Gühring KG | Herderstraße 50–54 | 72458 Albstadt | Deutschland
Telefon: +49 74 31 17-0 | info@guehring.de | www.guehring.com

Eventuelle Druckfehler oder zwischenzeitlich eingetretene Änderungen berechtigen nicht zu Ansprüchen.
Wir liefern ausschließlich zu unseren Liefer- und Zahlungsbedingungen. Diese können Sie bei uns anfordern.