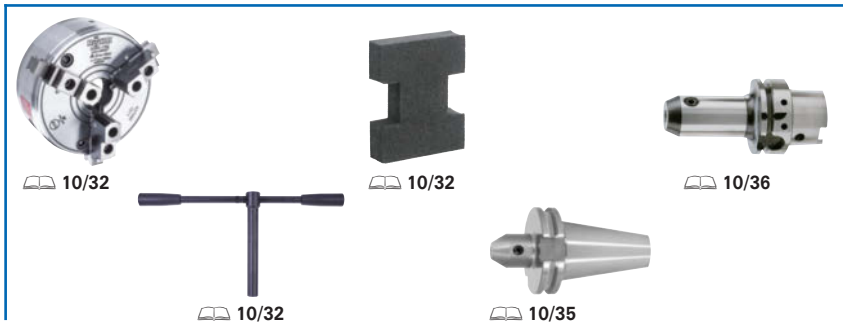




**Monozerspanung**

Oberflächenveredelung, Bohrwerkzeuge, Senkwerkzeuge, Gewindewerkzeuge, Fräswerkzeuge, Trennwerkzeuge, Zylinderschäfte, Werkstofftabelle, Schnittdaten, Toleranzen

10/2–  
10/31



**Spanntechnik**

Werkstoffspannung Werkzeugspannung

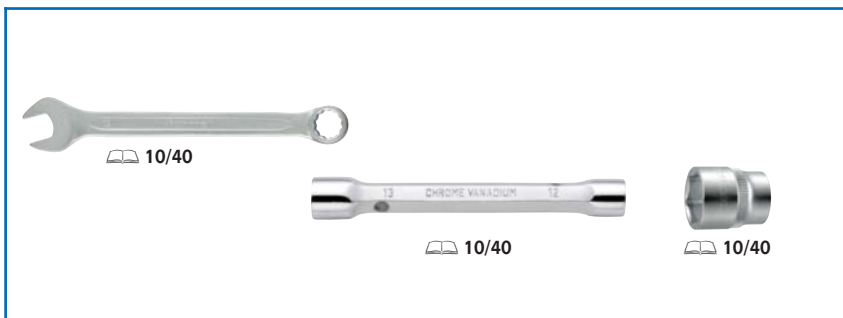
10/32–  
10/36



**Messtechnik**

Parallelendmaße

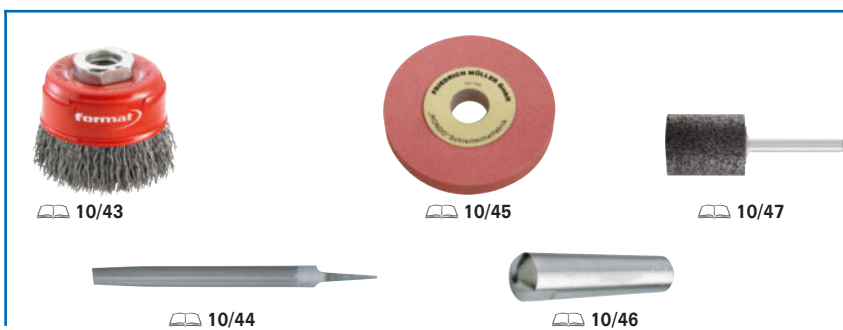
10/37



**Handwerkzeuge**

Schraubwerkzeuge

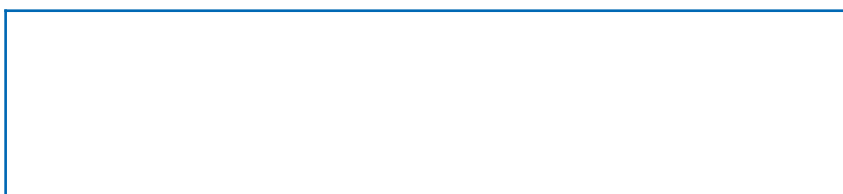
10/40–  
10/42



**Schleifmittel**

Bürsten  
Feilen  
Schleifscheiben  
Abrichter  
Schleifstifte

10/43–  
10/48



**Normverzeichnis**

10/49–  
10/53

## Oberflächenveredelung

Werkzeuge aus Schnellarbeitsstahl oder Hartmetall werden aufgrund ihrer allgemein guten Grundeigenschaften ohne zusätzliche Oberflächenbehandlung, d. h. in blanker Ausführung, geliefert. Für spezielle Einsatzfälle empfiehlt es sich jedoch, das Werkzeug für diverse Anforderungen durch Oberflächenveredelungs-Verfahren zu optimieren, um folgende Ziele zu erreichen:

- Verlängerung der Standzeit
- Verringerte Schnittkraft
- Höhere Schnitt- und Vorschubgeschwindigkeiten
- Verbesserte Oberflächenqualitäten
- Verbesserte Trockenbearbeitung
- Optimierte Hartbearbeitung

## Oberflächenveredelungs-Vorteile auf einen Blick

<b>TiN</b>	Kolk- und Diffusionsbeständigkeit	<b>nitriert</b>	Härte, Verschleißfestigkeit bei Guss
<b>TiCN</b>	Härte, Zähigkeit	<b>Signum</b>	Extreme Härte, extreme Warmverschleißfestigkeit
<b>TiAlN</b>	Warmhärte, Oxidationsstabilität	<b>Sirius*</b>	Verringerung des Gleitwiderstands, hohe Verschleißfestigkeit
<b>AITiN</b>	Warmhärte, Oxidationsstabilität	<b>ZrN</b>	Hohe Härte, niedriger Reibungskoeffizient
<b>Fire</b>	Härte, Zähigkeit, Verschleißfestigkeit		
<b>dampf.</b>	Verringerung des Gleitwiderstands		

### Titannitrid-Beschichtung

**TiN**

Titannitrid ist eine goldfarbene Verschleißschicht, die mittels PVD-Verfahren (PVD = Physikalische Abscheidung im Vakuum) aufgebracht wird. Höhere Härte kombiniert mit einem niedrigeren Reibwert erzielt eine deutlich erhöhte Standzeit sowie eine verbesserte Zerspanungsleistung. Die TiN-Beschichtung wird überwiegend bei Spiralbohrern und Gewindebohrern eingesetzt.

### Titancarbonitrid-Beschichtung

**TiCN**

Titancarbonitrid ist eine per PVD-Verfahren aufgetragene Verschleißschicht, welche härter als TiN ist und einen niedrigeren Reibungskoeffizienten aufweist. Die Leistung von Werkzeugen wird durch Härte, Zähigkeit in Verbindung mit verbesserter Verschleißfestigkeit erhöht.

Die TiCN-Beschichtung wird vorrangig bei NC-Anbohrern, Gewindebohrern und Schafffräsern eingesetzt.

### Titanaluminiumnitrid-Beschichtung

**TiAlN**

Titanaluminiumnitrid ist eine Mehrlagen-Verschleißschicht, die mithilfe des PVD-Verfahrens aufgebracht wird. Die hieraus resultierende hohe Zähigkeit sowie Oxidationsstabilität kennzeichnen diese Beschichtung als ideal für höhere Geschwindigkeiten und Vorschübe bei verlängerten Standzeiten der Werkzeuge.

Die TiAlN-Beschichtung wird schwerpunktmäßig im Bereich des Bohrens und FräSENS eingesetzt, wobei TiAlN auch bei Trockenbearbeitung empfohlen wird.

### Aluminiumtitannitrid-Beschichtung

**AlTiN**

Aluminiumtitannitrid hat im Vergleich zu Titanaluminiumnitrid einen höheren Al-Anteil. Dieser sorgt für eine noch höhere Oxidationsbeständigkeit und verfügt über eine größere Schichtstärke. Die AlTiN-Beschichtung wird ebenfalls im Bereich des Bohrens und FräSENS eingesetzt, die Trockenbearbeitung wird empfohlen.

### Zirkonnitrid-Beschichtung

**ZrN**

Zirkonnitrid ist für die Bearbeitung von nichteisenhaltigen Materialien und besonders für Aluminium-Legierungen geeignet. Diese Beschichtung neigt nicht zum Kaltverschweißen von Aluminium. Verbunden mit hoher Schichtstärke und Oxidationsbeständigkeit ergeben sich Vorteile in der Standzeiterhöhung sowie effektiveren Vorschub- und Schnittgeschwindigkeiten.

### Fire-Beschichtung (TiAlN/TiN)

**Fire**

Fire ist eine TiAlN/TiN-Mehrlagenbeschichtung mit gradientem Aufbau. Die vereinigten Vorteile von TiAlN- und TiN-Beschichtung kombinieren sehr gutes Verschleißverhalten mit hoher thermischer Stabilität sowie Härte und Zähigkeit. Neben der herkömmlichen Nassanwendung ist diese Schicht auch für die Minimalmengenschmierung und die Trockenbearbeitung einsetzbar.

Die Fire-Beschichtung wird vor allem bei Spiralbohrern, Gewindebohrern und Schafffräsern sowie Wechselplatten eingesetzt.

### Dampfanlassen

**dampf.**

Dampfanlassen ist eine Form der Oberflächenbehandlung, welche den Gleitwiderstand verringert und Aufbauschneidenbildung verhindert. Kaltverschweißungen können ebenso vermieden werden.

Dampfanlassen wird überwiegend bei Spiralbohrern und Gewindebohrern eingesetzt.

### Nitrieren

**nitriert**

Nitrieren ist ein Prozess der Oberflächenbehandlung, der die Härte und Verschleißfestigkeit erhöht. Insbesondere für die Bearbeitung von Materialien mit hohem Abrieb (abrasive Materialien) wie z. B. Guss ist Nitrieren sehr geeignet.

Nitrieren wird bei Spiralbohrern und Gewindebohrern eingesetzt.

### Signum-Beschichtung (TiAlN/SiN)

**Signum**

Durch die spezielle Nano-Composite-Struktur mit einem Schichtaufbau aus TiAlN und SiN ist diese Beschichtung mit 5500 HV eine der härtesten auf dem Markt. Besonders für schwer zerspanbare Werkstoffe geeignet. Hohe Warmverschleißfestigkeit bei gleichzeitig hohem Diffusionswiderstand.

### Sirius\*-Beschichtung (TiAlN/Zirkonnitrid)

**Sirius\***

Sirius\*-Beschichtung zum Schutz vor Schäden am Gewindebohrer: Kombination aus TiAlN und Zirkonnitrid schafft eine besonders widerstandsfähige Werkzeugoberfläche mit niedrigem Reibwert.

### Titanaluminiumnitrid-S-Beschichtung

**TiAlN-S**

Diese Beschichtung ist besonders für die Bearbeitung von gehärteten Werkstoffen (> 70 HRC) empfehlenswert. Sie wird überwiegend bei Schafffräsern eingesetzt und zeichnet sich durch hohe Verschleißfestigkeit aus. Trockenbearbeitung ist ebenso möglich, wie z.B. HSC-Bearbeitung

### Diamant-Beschichtung

**Diamant**

Diese Beschichtung ist besonders für die Bearbeitung von verstärkten Kunststoffen, Aluminium- und Kupferlegierungen geeignet. Der Reibungskoeffizient gegen Stahl ist sehr gering.

### LOTUS

**LOTUS**

Universelle High-End Multilayer-PVD-Beschichtung mit speziellem Finishing-Verfahren für die Hochleistungserschwingung. Ihre extreme Verschleißfestigkeit bei hohen Schnittwerten verleiht dem Werkzeug eine deutlich längere Standzeit. Die neue LOTUS-Beschichtung wurde für unsere High-End-Werkzeuge FORMAT EXCELLENT im Bereich der DTC-Fräser sowie der Synchro-Gewindewerkzeuge ausgewählt.

### SUPRA

**SUPRA**

Universelle Hochleistungs-PVD-Beschichtung mit speziellem Finishing-Verfahren für die HPC-Zerspanung. Die neue SUPRA-Hochleistungsbeschichtung kann als Mehrbereichs-Schichtwerkstoff bezeichnet werden, da ein breites Anwendungsfeld von der Stahlbearbeitung, über die Bearbeitung von rostfreien Stählen bis hin zur Gussbearbeitung abgedeckt wird. Die neue SUPRA-Beschichtung wurde für unsere HPC-Bohr- und Gewindewerkzeuge FORMAT GT ausgewählt.

### AITiN+

**AITiN+**

Universelle Hochleistungs-PVD-Beschichtung für die HPC-Zerspanung. Die neue AITiN+-Beschichtung ist eine universelle Beschichtung insbesondere für die Bearbeitung in Stahl- und Gusswerkstoffe. Sie wurde speziell für unsere Standard-VHM-Schafffräser FORTIS ausgewählt.

### CUPRIC

**CUPRIC**

Spezielle Hochleistungs-Multilayer-PVD-Beschichtung mit speziellem Finishing-Verfahren für die Bearbeitung von rostfreien und schwererspanbaren, hochlegierten Stahlwerkstoffen. Diese neue Hochleistungsbeschichtung wurde speziell für unsere Hochleistungsgewindewerkzeuge FORMAT GT, INOX und VG entwickelt.

### DUO+

**DUO+**

Universelle Hochleistungs-Multilayer-PVD-Beschichtung mit speziellem Finishing-Verfahren. Sie ist als Mehrbereichs-Schichtwerkstoff für ein breites Anwendungsfeld von der Stahlbearbeitung, über die Bearbeitung von rostfreien Stählen bis hin zur Gussbearbeitung geeignet. Die neue DUO+-Hochleistungsbeschichtung wurde speziell für unseren neuen FORMAT GT Präzisions-Kegelsenker UGT ausgewählt.

## Oberflächenveredelungs-Verfahren im Vergleich

Oberflächenveredelung	Farbe	Beschichtungsstruktur	Dicke µm	Härte HV	Reibungskoeffizient gegen Stahl	Anwendungstemperatur
<b>TiN</b>	goldgelb	einlagig	1 – 4	2300	0,50	max. 600°
<b>TiCN</b>	hellbraun	mehrlagig	1 – 4	3000	0,40	max. 400°
<b>TiAlN</b>   <b>AlTiN</b>	violett	mehrlagig	3	3200	0,55	max. 750°
<b>Fire</b>	rot	mehrlagig	2 – 6	3300	0,60	max. 850°
<b>dampf.</b>	grau	Oberflächenbehandlung	max. 5	400	–	max. 550°
<b>nitriert</b>	grausilber	Oberflächenbehandlung	20	1300	–	max. 550°
<b>Signum</b>	bronzefarben	mehrlagig	1 – 5	5500	0,55	max. 800°
<b>Sirius*</b>	blaugold	mehrlagig	1 – 5	3400	0,40	max. 800°
<b>ZrN</b>	hellgold	mehrlagig	0,1 – 3	3400	0,50	max. 900°
<b>TiAlN-S</b>	blau	mehrlagig	0,5 – 4	4500	0,45	max. 1200°
<b>Diamant</b>	schwarz	–	0,5 – 2	5000	0,15	max. 350°
<b>LOTUS</b>	dunkelgrau	mehrlagig	2 – 6	3300	0,15–0,20	max. 900°
<b>SUPRA</b>	violett-schwarz	mehrlagig	1 – 4	3200	0,60	max. 800°
<b>AITiN+</b>	violett-schwarz	mehrlagig	1 – 4	3200	0,55	max. 750°
<b>CUPRIC</b>	blaugold-kupferschimmernd	mehrlagig	1 – 5	3400	0,40	max. 800°
<b>DUO+</b>	hellgold	mehrlagig	1 – 3	3400	0,50	max. 900°

## Anwendung von FORMAT-Blechsälbohrern



FORMAT-Blechsälbohrer wurden konzipiert für das gratfreie Bohren bei Blechen, Rohren und Profilen. Das Werkzeug ist geeignet für Materialstärken ab 0,1 mm. Die robuste Konstruktion weist einen großen Spanwinkel, einen kleinen Freiwinkel und einen Spezialhinterschliff auf.

FORMAT-Sälbohrer können auf regelbaren Handbohrmaschinen oder auf Ständerbohrmaschinen eingesetzt werden. Es ist kein Ankören nötig – Bohrer verläuft nicht.

Beim Bohren ist unbedingt auf gute Schmierung zu achten.

### Drehzahlrichtwerte für FORMAT-Sälbohrer

Material	Bau- stahl	CrNi- Stahl	Ne- Metall	Kunststoffe duroplastisch thermo- plastisch	
<b>Material- stärke</b>	Ø	0,1–2 mm	0,1–1 mm	0,1–5 mm	bis 10 mm
<b>Größe</b>	mm	n = U/min	n = U/min	n = U/min	n = U/min
<b>1</b>	3–14	800–500	600–400	2000–1500	3000–2000
<b>2</b>	8–20	600–300	400–200	1500– 800	2000–1500
<b>3</b>	16–30	400–200	200– 10	1000– 500	1500–1000
<b>4</b>	26–40	300–150	100– 80	500– 300	1000– 500

Material	Bau- stahl	CrNi- Stahl	Ne- Metall	Kunststoffe duroplastisch thermo- plastisch	
<b>Material- stärke</b>	Ø	0,1–2 mm	0,1–1 mm	0,1–5 mm	bis 10 mm
<b>Größe</b>	mm	n = U/min	n = U/min	n = U/min	n = U/min
<b>5</b>	36–50	200–100	80– 50	30–200	500– 200
<b>6</b>	46–60	100– 50	50	200–100	400– 200
<b>A</b>	4–22,5	450–250	200–100	1000–700	2000–1200
<b>L</b>	4–30	400–200	200–100	1000–500	1500–1000

Blechsälbohrer ab 1/65.

## Anwendung von FORMAT-Stufenbohrern



Mit FORMAT-Stufenbohrern werden zylindrische Bohrungen erzeugt, die gleichzeitig von der nächsten Stufe entgratet werden. Ein FORMAT-Stufenbohrer kann einen ganzen Spiralbohrersatz ersetzen. Anbohren und Ankören entfallen, der FORMAT-Stufenbohrer körnt selbst an. Der gewünschte Lochdurchmesser lässt sich durch Zählen der einzelnen Stufen leicht bestimmen bzw. kann durch unsere Laserskalierung (DBGM) abgelesen werden. Durch verschiedene Baugrößen mit genau abgestimmten Durchmessern können z. B. exakte Löcher für PG-Ver-schraubungen hergestellt werden.

FORMAT-Stufenbohrer können auf regelbaren Handbohrmaschinen eingesetzt werden. Wir empfehlen aber auf stationären Bohrmaschinen zu bohren. Die Werkzeuge sind axial und radial hinterschliffen und können vor der Schneidbrust nachgeschliffen werden.

Beim Bohren ist unbedingt auf gute Schmierung zu achten.

### Drehzahlrichtwerte für FORMAT-Stufenbohrer

Ø mm	Bau- stahl	CrNi- Stahl	Ne- Metall	Kunststoffe
<b>4–12</b>	800–500	400–250	1500–1000	2000–1500
<b>14–20</b>	500–300	250–150	1000– 600	1500– 800
<b>21–30</b>	300–200	150–100	600– 400	800– 500

Ø mm	Bau- stahl	CrNi- Stahl	Ne- Metall	Kunststoffe
<b>30–40</b>	200–150	100–70	400–300	500–350
<b>40–50</b>	150–100	70–50	300–200	350–250
<b>50–60</b>	100– 50	50	200–100	250–150

Stufenbohrer ab 1/67.

## FORMAT-Kegelsenker/FORMAT-Kegelsenker-Bit



Weisen Span- und Freiwinkel auf, die nahezu bei allen in der Metallbearbeitung vorkommenden Werkstoffen saubere und glatte Senkungen erzeugen. Sollten in Extremfällen die Ergebnisse nicht ausreichend sein, so sind wir gerne bereit, durch Senkversuche verbesserte Lösungen

anzubieten. Beim Einsatz unserer FORMAT-Kegelsenker und FORMAT-Senk-Bits werden erfahrungsgemäß bessere Werte bei kleinen Drehzahlen und größeren Vorschüben erzeugt.

Werkstoff	Schnitt- geschwindigkeit V <sub>c</sub> m/min	Vorschub S (mm/U) für Senker						Kühl- u. Schmiermittel
		5	10	16	25	40	63	
<b>Stahl unlegiert bis 700 N/mm<sup>2</sup></b>	20– 28	0,05– 0,7	0,09–0,12	0,12–0,16	0,16–0,20	0,20–0,25	0,25–0,36	Emulsion
<b>Stahl unlegiert bis 900 N/mm<sup>2</sup></b>	18– 25	0,04–0,05	0,06–0,08	0,09–0,12	0,12–0,16	0,16–0,20	0,20–0,28	Emulsion
<b>Stahl unlegiert bis 1250 N/mm<sup>2</sup></b>	6– 10	manuell	0,04–0,06	0,07–0,09	0,09–0,11	0,11–0,14	0,14–0,18	Emulsion
<b>Stahl nicht rostend</b>	5– 12	manuell	0,04–0,06	0,07–0,09	0,09–0,11	0,11–0,14	0,14–0,18	Emulsion
<b>Grauguss bis 200 HB</b>	14– 25	0,07–0,10	0,12–0,16	0,16–0,20	0,20–0,25	0,25–0,32	0,25–0,32	trocken
<b>Grauguss bis 240 HB</b>	8– 14	0,06–0,09	0,10–0,12	0,12–0,16	0,16–0,20	0,20–0,25	0,25–0,36	trocken
<b>Kupfer- und Cu-Legierung</b>	36– 50	0,04–0,09	0,10–0,12	0,12–0,16	0,16–0,20	0,20–0,25	0,25–0,36	Emulsion od. Schneidöl
<b>Messing kurzspanend MS 58</b>	50– 80	0,08–0,11	0,12–0,16	0,16–0,20	0,20–0,25	0,25–0,32	0,32–0,40	Emulsion od. Schneidöl
<b>Messing langspanend MS 63</b>	30– 50	0,08–0,11	0,12–0,16	0,16–0,20	0,20–0,25	0,25–0,32	0,32–0,40	Emulsion od. Schneidöl
<b>Alu-Legierung, langspanend</b>	40– 80	0,08–0,11	0,12–0,16	0,16–0,20	0,20–0,25	0,25–0,32	0,32–0,40	Emulsion
<b>Alu-Leg., kurzspanend + Silumin</b>	25– 50	0,06–0,09	0,10–0,12	0,12–0,16	0,16–0,20	0,20–0,25	0,25–0,36	Emulsion
<b>Magnesium-Legierungen</b>	60–100	0,10–0,14	0,16–0,20	0,20–0,25	0,25–0,32	0,32–0,40	0,40–0,50	trocken (kein Wasser)
<b>Kunststoffe (Thermoplaste)</b>	20– 40	0,05–0,08	0,09–0,12	0,12–0,16	0,16–0,20	0,20–0,25	0,25–0,36	Pressluft
<b>Kunststoffe (Duroplaste)</b>	10– 20	0,04–0,06	0,07–0,09	0,10–0,12	0,12–0,16	0,16–0,20	0,20–0,25	Pressluft

Kegelsenker ab 5/191.

## Einsatzrichtwert für Zapfensenker-Kombinationssystem

Schnittdaten	Werkstoff	Schnittgeschwindigkeit $V_c$	Vorschub $f$
<b>HSS/E Senker</b>	Niedrig legierter Stahl z. B. C45	20–25 m/min	0,12–0,25 mm/U (kleine Durchmesser = niedriger Vorschub, große Durchmesser = hoher Vorschub)
	Hoch legierter Stahl z. B. 42CrMo4V	12–15 m/min	
	Rostfreie Stähle X10CrNiS189	6–10 m/min	
	Kupfer und Messing	20–30 m/min	
	Aluminium	20–40 m/min	
	<b>HM Senker</b>	Grauguss	
	Messing	50 m/min	

Bei Durchmessern unter 17 mm ist es ratsam, die Vorschubwerte niedriger als in der Tabelle zu wählen. Die obigen Werte sind generell als Richtwerte anzusehen, stabile Bearbeitungsverhältnisse und ordnungsgemäße Werkzeuge werden vorausgesetzt. Es wird empfohlen, mit einem mittleren Vorschubwert vorsichtig zu beginnen und diesen je nach Ergebnis anzupassen.

## GFS Zapfensenker-Kombinationssystem

Zugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Schnittgeschwindigkeit (m/min)		
	HSS	HM	WP
Stahl < 600	15–35	60–130	70–130
Stahl < 1000	12–22	40–110	60–100
Stahl > 1000	5–15	30–90	45–90
Stahlguss	10–20	30–90	45–90
Chromnickelstahl/Nirosta/V4a usw.	6–15	20–60	30–60
Grauguss	10–30	40–100	70–110
Alu und Alulegierungen	40–80	100–300	100–200
Messing	20–60	50–150	80–200

Die genannten Werte beziehen sich auf die Festigkeit von normalen Baustählen. Bei Sonderstählen, legierten Werkzeugstählen, hitzebeständigen Stählen usw. ist besonders der hohe Verschleißwert zu beachten und die Schnittgeschwindigkeit entsprechend herabzusetzen.

**Vorschub** Senker  $\leq \varnothing 16$  mm ca. 0,12 mm/U  
 Senker  $\varnothing 17$ –25 mm ca. 0,15 mm/U  
 Senker  $\varnothing 26$ –40 mm ca. 0,20 mm/U

Darüber je nach Festigkeit und Zusammensetzung des zu bearbeitenden Werkstoffes, jedoch in der Regel 0,15 bis 0,3 mm/U (Aluminium bis 0,5 mm/U). Außerordentlich wichtig ist gute Kühlung. Die Schnittgeschwindigkeit darf nicht zu niedrig gewählt werden, da sonst Bruchgefahr besteht. Es ist auch immer zu prüfen, ob die Bohrung dem Führungszapfen entspricht, d. h. der Führungszapfen muss sich leicht in der Bohrung bewegen lassen.

Bei Grauguss oder Messing empfehlen wir vorzugsweise die Verwendung von hartmetallbestückten Senkern. Bei Baustählen, Werkzeugstählen, Chromnickelstählen usw. sind die Senker aus HSS zu bevorzugen.

**Die Beschichtung mit Hartstoffschichten, wie TiN, TiCN oder TiAlN, kann in vielen Fällen sinnvoll sein und wird von uns angeboten. Hierdurch können sich bei gleichbleibenden Schnittwerten die Schneidleistungen erhöhen.**

### Allgemeines

Es ist ganz besonders darauf zu achten, dass die jeweils passende Größe für den Bearbeitungsvorgang gewählt wird. Günstig auf die Leistung wirkt sich aus, wenn der größtmögliche Spannschaft und der größtmögliche Führungszapfen eingesetzt werden kann. Für die Bearbeitung von schwer zerspanbaren Materialien ist es z. B. nicht ratsam, den Halter mit dem kleinsten Spannschaft mit dem größten Senker zu kombinieren (z. B. Halter OMK1/Senker  $\varnothing 16,5$  oder Halter 1MK2/Senker  $\varnothing 27,5$ ).

Die Befestigung des Werkstückes auf der Maschine muss beim Arbeiten mit dem GFS Zapfensenker stabil sein, eine mangelhafte Befestigung des Werkstückes wirkt sich negativ auf die Schneidleistung aus. Da es sich um eine Schrumpferspannung handelt, treten starke Schnittkräfte auf, die unter Umständen das Werkstück losreißen und zu einer Beschädigung sowohl des Werkzeuges als auch der Maschine führen können.

**Bei der Arbeit mit GFS Werkzeugen sind sämtliche Sicherheitsvorschriften zu beachten, die Werkzeuge dürfen nur von geschultem Fachpersonal eingesetzt werden.**

Zapfensenker-Kombinationssystem ab  1/151.



## Schnittgeschwindigkeit und Vorschub (Richtwert)



## Bearbeitungsrichtlinien für FORMAT HSS-E-Reibahlen

Werkstoff	Schnittg. = $V_c$ Vorschub = $f$ Drehzahl = $n$	Reibahlen-Durchmesser mm								
		5	8	10	15	20	25	30	40	50
Stahl bis 70 kp/mm <sup>2</sup>	$V_c = \text{m/min}$	8–12	8–12	8–12	8–12	8–12	8–12	8–12	8–12	8–12
	$f = \text{mm/U}$	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,30	0,35	0,40	0,50
	$n = \text{min}^{-1}$	700	500	400	250	200	160	125	90	80
Stahl 70–90 kp/mm <sup>2</sup>	$V_c = \text{m/min}$	6–8	6–8	6–8	6–8	6–8	6–8	6–8	6–8	6–8
	$f = \text{mm/U}$	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,30	0,35	0,40	0,50
	$n = \text{min}^{-1}$	500	400	350	220	160	125	90	80	65
Stahl über 90 kp/mm <sup>2</sup>	$V_c = \text{m/min}$	4–6	4–6	4–6	4–6	4–6	4–6	4–6	4–6	4–6
	$f = \text{mm/U}$	0,08	0,10	0,15	0,20	0,25	0,25	0,30	0,35	0,40
	$n = \text{min}^{-1}$	400	300	250	160	125	100	80	65	50
Stahlguss bis 90 kp/mm <sup>2</sup>	$V_c = \text{m/min}$	4–6	4–6	4–6	4–6	4–6	4–6	4–6	4–6	4–6
	$f = \text{mm/U}$	0,08	0,10	0,15	0,20	0,25	0,25	0,30	0,35	0,40
	$n = \text{min}^{-1}$	400	300	250	160	125	100	80	65	50
Stahlguss über 90 kp/mm <sup>2</sup>	$V_c = \text{m/min}$	2–4	2–4	2–4	2–4	2–4	2–4	2–4	2–4	2–4
	$f = \text{mm/U}$	0,06	0,10	0,15	0,20	0,25	0,25	0,30	0,32	0,40
	$n = \text{min}^{-1}$	250	180	125	80	65	50	40	32	25
Grauguss Temperguss bis 200 HB	$V_c = \text{m/min}$	6–10	6–10	6–10	6–10	6–10	6–10	6–10	6–10	6–10
	$f = \text{mm/U}$	0,15	0,20	0,25	0,30	0,32	0,40	0,50	0,60	0,70
	$n = \text{min}^{-1}$	600	450	375	230	180	140	100	80	65
Grauguss Temperguss über 200 HB	$V_c = \text{m/min}$	4–6	4–6	4–6	4–6	4–6	4–6	4–6	4–6	4–6
	$f = \text{mm/U}$	0,10	0,15	0,20	0,25	0,25	0,32	0,40	0,50	0,60
	$n = \text{min}^{-1}$	400	300	250	160	125	100	80	65	50
Kupfer	$V_c = \text{m/min}$	8–12	8–12	8–12	8–12	8–12	8–12	8–12	8–12	8–12
	$f = \text{mm/U}$	0,15	0,20	0,20	0,25	0,30	0,32	0,35	0,40	0,50
	$n = \text{min}^{-1}$	700	500	400	250	200	160	125	90	80
Messing spröde MS 58	$V_c = \text{m/min}$	14–20	14–20	14–20	14–20	14–20	14–20	14–20	14–20	14–20
	$f = \text{mm/U}$	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,40	0,45	0,50	0,60
	$n = \text{min}^{-1}$	1000	800	500	300	250	200	180	125	90
Messing zäh ab MS 63	$V_c = \text{m/min}$	8–12	8–12	8–12	8–12	8–12	8–12	8–12	8–12	8–12
	$f = \text{mm/U}$	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,35	0,40	0,45	0,50
	$n = \text{min}^{-1}$	700	500	400	250	200	160	125	90	80
Titan- Legierungen	$V_c = \text{m/min}$	4–6	4–6	4–6	4–6	4–6	4–6	4–6	4–6	4–6
	$f = \text{mm/U}$	0,06	0,10	0,15	0,18	0,20	0,25	0,30	0,32	0,40
	$n = \text{min}^{-1}$	400	300	250	160	125	100	80	65	50
Leichtmetalle	$V_c = \text{m/min}$	14–20	14–20	14–20	14–20	14–20	14–20	14–20	14–20	14–20
	$f = \text{mm/U}$	0,15	0,18	0,20	0,25	0,30	0,30	0,35	0,40	0,40
	$n = \text{min}^{-1}$	1000	800	500	300	250	200	180	125	90
Silumin	$V_c = \text{m/min}$	8–12	8–12	8–12	8–12	8–12	8–12	8–12	8–12	8–12
	$f = \text{mm/U}$	0,15	0,18	0,20	0,25	0,30	0,30	0,35	0,40	0,40
	$n = \text{min}^{-1}$	700	500	400	250	200	160	125	90	80
Kunststoffe hart	$V_c = \text{m/min}$	4–6	4–6	4–6	4–6	4–6	4–6	4–6	4–6	4–6
	$f = \text{mm/U}$	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,45	0,50	0,50
	$n = \text{min}^{-1}$	400	300	250	160	125	100	80	65	50
Kunststoffe weich	$V_c = \text{m/min}$	6–10	6–10	6–10	6–10	6–10	6–10	6–10	6–10	6–10
	$f = \text{mm/U}$	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,60
	$n = \text{min}^{-1}$	600	450	375	230	180	140	100	80	65

## Bearbeitungsrichtlinien für FORMAT Reibahlen in hartmetallbestückter Ausführung/Vollhartmetall

Stahl bis 70 kp/mm <sup>2</sup>	$V_c = \text{m/min}$	10–15	10–15	10–15	10–15	10–15	10–15	10–15	10–15	10–15
	$f = \text{mm/U}$	0,15	0,18	0,20	0,25	0,30	0,30	0,35	0,40	0,50
	$n = \text{min}^{-1}$	800	600	450	280	230	180	150	100	80
Stahl 70–90 kp/mm <sup>2</sup>	$V_c = \text{m/min}$	8–12	8–12	8–12	8–12	8–12	8–12	8–12	8–12	8–12
	$f = \text{mm/U}$	0,12	0,15	0,15	0,18	0,20	0,20	0,25	0,30	0,40
	$n = \text{min}^{-1}$	700	500	400	250	200	160	125	90	80
Stahl über 90 kp/mm <sup>2</sup>	$V_c = \text{m/min}$	6–10	6–10	6–10	6–10	6–10	6–10	6–10	6–10	6–10
	$f = \text{mm/U}$	0,08	0,10	0,12	0,15	0,18	0,20	0,25	0,30	0,40
	$n = \text{min}^{-1}$	600	450	375	230	180	140	100	80	65
Stahlguss bis 90 kp/mm <sup>2</sup>	$V_c = \text{m/min}$	8–15	8–15	8–15	8–15	8–15	8–15	8–15	8–15	8–15
	$f = \text{mm/U}$	0,12	0,15	0,18	0,20	0,25	0,25	0,30	0,35	0,40
	$n = \text{min}^{-1}$	800	600	450	280	230	180	150	100	80
Stahlguss über 90 kp/mm <sup>2</sup>	$V_c = \text{m/min}$	4–8	4–8	4–8	4–8	4–8	4–8	4–8	4–8	4–8
	$f = \text{mm/U}$	0,10	0,12	0,15	0,18	0,20	0,20	0,25	0,30	0,35
	$n = \text{min}^{-1}$	500	400	350	220	160	125	90	80	65

Reibahlen ab 1/113.

Fortsetzung nächste Seite

## Schnittgeschwindigkeit und Vorschub (Richtwert)

Fortsetzung



## Bearbeitungsrichtlinien für FORMAT Reibahlen in hartmetallbestückter Ausführung/Vollhartmetall

Werkstoff	Schnittg. = $V_c$ Vorschub = $f$ Drehzahl = $n$	Reibahlen-Durchmesser mm								
		5	8	10	15	20	25	30	40	50
Grauguss	$V_c = \text{m/min}$	12-15	12-15	12-15	12-15	12-15	12-15	12-15	12-15	12-15
Temperguss	$f = \text{mm/U}$	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,60	0,70
bis 200 HB	$n = \text{min}^{-1}$	800	600	450	280	230	180	150	100	80
Grauguss	$V_c = \text{m/min}$	8-12	8-12	8-12	8-12	8-12	8-12	8-12	8-12	8-12
Temperguss	$f = \text{mm/U}$	0,15	0,20	0,25	0,30	0,30	0,35	0,40	0,50	0,60
über 200 HB	$n = \text{min}^{-1}$	700	500	400	250	200	160	125	90	80
Kupfer	$V_c = \text{m/min}$	20-40	20-40	20-40	20-40	20-40	20-40	20-40	20-40	20-40
	$f = \text{mm/U}$	0,25	0,30	0,35	0,45	0,50	0,50	0,55	0,60	0,70
	$n = \text{min}^{-1}$	2500	1500	1200	800	600	450	400	300	230
Messing	$V_c = \text{m/min}$	20-40	20-40	20-40	20-40	20-40	20-40	20-40	20-40	20-40
Rotguss	$f = \text{mm/U}$	0,14	0,17	0,20	0,20	0,25	0,25	0,30	0,30	0,35
	$n = \text{min}^{-1}$	2500	1500	1200	800	600	450	400	300	230
Leichtmetalle	$V_c = \text{m/min}$	20-40	20-40	20-40	20-40	20-40	20-40	20-40	20-40	20-40
	$f = \text{mm/U}$	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55
	$n = \text{min}^{-1}$	2500	1500	1200	800	600	450	400	300	230
Kunststoffe	$V_c = \text{m/min}$	20-35	20-35	20-35	20-35	20-35	20-35	20-35	20-35	20-35
	$f = \text{mm/U}$	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,50	0,55	0,60	0,70
	$n = \text{min}^{-1}$	2200	1300	1100	700	500	400	350	250	200

## Untermaß zum Reiben

## (Richtwert bzw. Vorbohrwert)

Werkstoff	Bohrung $\varnothing$ mm				
	3-5	6-10	11-20	21-30	über 30
Stahl bis 70 kp/mm <sup>2</sup>	0,1-0,2	0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5
Stahl über 70 kp/mm <sup>2</sup>	0,1-0,2	0,2	0,2	0,3	0,3-0,4
Stahlguss	0,1-0,2	0,2	0,2	0,2-0,3	0,3-0,4
Grauguss	0,1-0,2	0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5
Temperguss	0,1-0,2	0,2	0,3	0,4	0,5
Kupfer	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5
Messing, Bronze	0,1-0,2	0,2	0,2-0,3	0,3	0,3-0,4
Leichtmetalle	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5
Kunststoffe hart	0,1-0,2	0,3	0,4	0,4-0,5	0,5
Kunststoffe weich	0,1-0,2	0,2	0,2	0,3	0,3-0,4

Bei Verwendung von Schälreibahlen empfehlen wir, obige Werte bis max. 50 % zu erhöhen. Dies ist auf die Arbeitsweise und den Schädrall dieser Reibahlenart zurückzuführen.

Bei nachstellbaren Reibahlen und Reibahlen mit eingesetzten Messern muss der Tabellenwert um ca. 30 % reduziert werden.

Werden besonders saubere Bohrungen verlangt oder sind besonders harte Werkstoffe zu reiben, so ist der Arbeitsgang in Vor- und Fertigreiben zu unterteilen. Die Reibzugaben werden dann gleichmäßig auf das Vor- und Fertigreiben verteilt. Bei zu geringer Reibzugabe besteht die Gefahr, dass sich das Werkzeug festklemmt und bricht oder dass es vorzeitig abstumpft.

## Kühl- und Schmiermittel beim Reiben

Zu bearbeitender Werkstoff	Zu bearbeitender Werkstoff
Werkzeugstähle	Bohrölemulsion
Legierte Stähle	Bohrölemulsion, Schneidöl
Sonderstähle, nichtrostend, warmfest	Bohröl, Schneidöl
Stahlguss	Bohrölemulsion
Grauguss	trocken
Hartguss	Bohrölemulsion
Temperguss	trocken, Bohrölemulsion
Messing	trocken, Bohrölemulsion
Bronze	trocken, Bohrölemulsion
Kupfer	Bohrölemulsion
Rotguss	trocken, Bohrölemulsion
Aluminium	Bohrölemulsion, Petroleum
Silumin	Bohrölemulsion, Petroleum
Kunststoffe	trocken

Reibahlen ab 1/113.

## Maschinen-Reibahlen mit Zylinderschaft

### Vollhartmetall-Reibahlen HNC mit innerer Kühlmittelzufuhr



#### Informationen

Zwischen dem Bereich der Hochleistungsbearbeitung in der Großserienfertigung und der Einzelfertigung, bzw. Reparaturbearbeitung in der Werkstatt liegt der breite Anwendungsbereich für die mehrschneidigen Hartmetall-Reibahlen.

Dieser wurde bisher durch DIN- bzw. DIN-ähnliche Werkzeuge abgedeckt. NC-Reibahlen, DIN 8093, DIN 8050 zeichnen sich zwar durch einfachen Aufbau und guten Gebrauchswert aus, werden aber den heutigen Forderungen nach hoher Produktivität zum Beispiel beim Einsatz auf Bearbeitungszentren nicht mehr gerecht.

Für dieses Anwendungsgebiet wurde die Reibahlen-Baureihe HNC entwickelt. Die Zusammenführung von Anwendungs-Know-how, hochwertigen Materialien und der vorhandenen Fertigungstechnologie hat zu einem Werkzeug geführt, das ein breites Werkstoff- und Bauteilspektrum abdecken kann.

#### Innere Kühlmittelzuführung

Durch einen eingesinterten zentralen Kühlkanal werden die Schneiden auch bei tiefen Bohrungen mit Kühlschmiermittel versorgt. Längere Werkzeugstandzeiten und gute Spanabfuhr sind die Folge. Ausführungen für Sackloch- und Durchgangslochbearbeitung stehen zur Verfügung.

#### Vollhartmetallkörper

Basis dieser Werkzeugtype bildet ein stabiles Hartmetall-Rohr aus einem hochwertigen, verschleißfesten Feinstkornhartmetall. Gute Biegefestigkeit bei hoher Härte zeichnen diesen Grundwerkstoff aus. Die massive Ausführung vermeidet Nachteile durch die Schwachstelle Lötverbindung.

#### Rundlauf

Der Rundlauf ist qualitäts- und standwegbestimmend. Durch den massiven Hartmetallkörper ist im Herstellungsprozess eine optimale Steifigkeit vorhanden. Dies ist Voraussetzung für gleichmäßige Rundheit des Werkzeuges über Schneide, Rundfase und Schaft. Auch bei nachgeschliffenen Werkzeugen ist dadurch kein Qualitätsverlust zu erwarten.

#### Beschichtung

Zur weiteren Erhöhung der Standwege oder Schnittwerte und zur Vermeidung von Aufbauschneiden beim Einsatz von Kühlschmieremulsion sind beschichtete Werkzeuge eine sinnvolle Variante. Hierbei sorgt eine hochwertige TiAlN-Schicht für eine bessere Ausnutzung des Werkzeuges. Weitere Schichten sind bei Bedarf verfügbar.

#### Optimierte Schneidengeometrie

Die Erfahrungen wurden aus dem Hochleistungsreiben genutzt und die Geometrie auf hohe Schnittwerte abgestimmt. In Kombination mit dem Grundkörpermaterial wird auch bei steigenden Schnittgeschwindigkeiten die Ratterneigung unterdrückt. Die EU-Teilung sorgt darüber hinaus für optimal runde Bohrungen. Für die Bearbeitung besonders schwierig zu zerspanender Materialien wie CrNi-Werkstoffe sind Werkzeuge mit modifizierter Geometrie und Beschichtung kurzfristig herstellbar.

#### Reduzierte Anzahl Schaftabmessungen

Gegenüber den DIN-Abmessungen für Reibahlen sind die Anzahl der Schaftdurchmesser erheblich reduziert worden. Eine sinnvolle Zuordnung der Schneidendurchmesser gewährleistet den Einsatz der Werkzeuge des gesamten Programms in wenigen Aufnahmen ohne Reduzierhülse. Die Schäfte haben keine Spannflächen und sind dadurch praktisch unwuchtfrei.

Wir empfehlen die Verwendung hochwertiger Futter nach dem Hydrodehn- bzw. Kraftspannprinzip (z. B. Schrumpffutter).

## Tabellen Hochleistungs-Reibahlen

### Vollhartmetall-Reibahlen HNC mit innerer Kühlmittelzufuhr

für Durchgangsloch (DL), drallgenutet für Sackloch (SL), geradegenutet mit zylindrischem NC-Schaft zur Aufnahme in Hydrodehn-, Schrumpf- und Hochgenauigkeitsfuttern rechtsschneidend.

**Herstellungstoleranzen:** Volle und halbe Durchmesser = Toleranzfeld H7 nach DIN 1420  
Hundertstel-Durchmesser = bis Nenn- $\varnothing$  5,50 = + 0,004/0  
= ab Nenn- $\varnothing$  5,51 = + 0,005/0

Nenn- $\varnothing$ d1 mm Toleranz bis 5,50 = + 0,004/0 ab 5,51 = + 0,005/0	Toleranz H 7	Gesamtlänge mm	Schneidenlänge mm	Auskraglänge mm	Schneidenzahl DL/SL	Schaft- $\varnothing$ mm h6	Schaftlänge mm
3,97		75	12	39	4/4	6	36
3,98		75	12	39	4/4	6	36
3,99		75	12	39	4/4	6	36
	4,0	75	12	39	4/4	6	36
4,01		75	12	39	4/4	6	36
4,02		75	12	39	4/4	6	36
4,03		75	12	39	4/4	6	36
	4,5	75	12	39	4/4	6	36
4,97		75	12	39	4/4	6	36
4,98		75	12	39	4/4	6	36
4,99		75	12	39	4/4	6	36
	5,0	75	12	39	4/4	6	36
5,01		75	12	39	4/4	6	36
5,02		75	12	39	4/4	6	36
5,03		75	12	39	4/4	6	36
	5,5	75	12	39	4/4	6	36
5,97		75	12	39	4/4	6	36
5,98		75	12	39	4/4	6	36
5,99		75	12	39	4/4	6	36
	6,0	75	12	39	4/4	6	36
6,01		75	12	39	4/4	6	36
6,02		75	12	39	4/4	6	36
6,03		75	12	39	4/4	6	36
	6,5	100	16	64	6/6	8	36
	7,0	100	16	64	6/6	8	36

Fortsetzung nächste Seite



Fortsetzung

Nenn- $\varnothing$ d1 mm Toleranz bis 5,50 = + 0,004/0 ab 5,51 = + 0,005/0	Toleranz H 7	Gesamtlänge mm	Schneidenlänge mm	Auskräglänge mm	Schneidenzahl DL/SL	Schaft- $\varnothing$ mm h6	Schaftlänge mm
	7,5	100	16	64	6/6	8	36
7,97		100	16	64	6/6	8	36
7,98		100	16	64	6/6	8	36
7,99		100	16	64	6/6	8	36
	8,0	100	16	64	6/6	8	36
8,01		100	16	64	6/6	8	36
8,02		100	16	64	6/6	8	36
8,03		100	16	64	6/6	8	36
	8,5	100	20	60	6/6	10	40
	9,0	100	20	60	6/6	10	40
	9,5	120	20	80	6/6	10	40
9,97		120	20	80	6/6	10	40
9,98		120	20	80	6/6	10	40
9,99		120	20	80	6/6	10	40
	10,0	120	20	80	6/6	10	40
10,01		120	20	80	6/6	10	40
10,02		120	20	80	6/6	10	40
10,03		120	20	80	6/6	10	40
	10,5	120	20	75	6/6	12	45
	11,0	120	20	75	6/6	12	45
	11,5	120	20	75	6/6	12	45
11,97		120	20	75	6/6	12	45
11,98		120	20	75	6/6	12	45
11,99		120	20	75	6/6	12	45
	12,0	120	20	75	6/6	12	45
12,01		120	20	75	6/6	12	45
12,02		120	20	75	6/6	12	45
12,03		120	20	75	6/6	12	45
	13,0	130	22	85	6/6	14	45
	14,0	130	22	85	6/6	14	45
	15,0	130	22	85	6/6	16	48
	16,0	150	25	102	6/6	16	48
	17,0	150	25	102	6/6	18	48
	18,0	150	25	102	6/6	18	48
	19,0	150	25	100	6/6	20	50
	20,0	150	25	100	6/6	20	50

Werkstoff- bezeichnung	Festigkeit (Nm/mm <sup>2</sup> )	V <sub>c</sub> (m/min)	$\varnothing$ 5			$\varnothing$ 8			$\varnothing$ 10			$\varnothing$ 15			$\varnothing$ 20				
			f	n	V <sub>f</sub>	f	n	V <sub>f</sub>	f	n	V <sub>f</sub>	f	n	V <sub>f</sub>	f	n	V <sub>f</sub>		
allg. Baustähle	< 500	15	25	40	0,2	1592	318	0,25	995	249	0,3	796	239	0,4	531	212	0,6	398	239
allg. Baustähle	500- 850	12	15	30	0,2	955	191	0,25	597	149	0,3	477	143	0,4	318	127	0,6	239	143
Automatenstähle	< 850	20	25	40	0,2	1592	318	0,25	995	249	0,3	796	239	0,4	531	212	0,6	398	239
Automatenstähle	850-1000	15	20	30	0,2	1273	255	0,25	796	199	0,3	637	191	0,4	424	170	0,6	318	191
unleg. Vergütungsst.	< 700	12	15	30	0,2	955	191	0,25	597	149	0,3	477	143	0,4	318	127	0,6	239	143
unleg. Vergütungsst.	700- 850	12	15	30	0,2	955	191	0,25	597	149	0,3	477	143	0,4	318	127	0,6	239	143
unleg. Vergütungsst.	850-1000	15	20	30	0,15	1273	191	0,2	796	159	0,25	637	159	0,3	424	127	0,5	318	159
leg. Vergütungsst.	850-1000	12	15	30	0,15	955	143	0,2	597	119	0,25	477	119	0,3	318	95	0,5	239	119
leg. Vergütungsst.	1000-1200	10	15	25	0,15	955	143	0,2	597	119	0,25	477	119	0,3	318	95	0,5	239	119
unleg. Einsatzst.	< 750	12	15	30	0,2	955	191	0,25	597	149	0,3	477	143	0,4	318	127	0,6	239	143
leg. Einsatzst.	<1000	12	15	30	0,2	955	191	0,25	597	149	0,3	477	143	0,4	318	127	0,6	239	143
leg. Einsatzst.	>1000	12	15	20	0,15	955	143	0,2	597	119	0,25	477	119	0,3	318	95	0,5	239	119
Nitrierstähle	<1000	15	20	30	0,2	1273	255	0,25	796	199	0,3	637	191	0,4	424	170	0,6	318	191
Nitrierstähle	>1000	12	15	20	0,15	955	143	0,2	597	119	0,25	477	119	0,3	318	95	0,5	239	119
Werkzeugstähle	< 850	15	20	25	0,2	1273	255	0,25	796	199	0,3	637	191	0,4	424	170	0,6	318	191
Werkzeugstähle	850-1100	10	15	20	0,15	955	143	0,2	597	119	0,25	477	119	0,3	318	95	0,5	239	119
Werkzeugstähle	1100-1400	8	10	15	0,15	637	95	0,2	398	80	0,25	318	80	0,3	212	64	0,5	159	80
Schnellarbeitsst.	830-1200	12	15	20	0,15	955	143	0,2	597	119	0,25	477	119	0,3	318	95	0,5	239	119
gehärtete Stähle	48- 55 HRC	nur in Verbindung mit Sondergeometrie																	
gehärtete Stähle	55- 60 HRC	nur in Verbindung mit Sondergeometrie																	
gehärtete Stähle	60- 67 HRC	nur in Verbindung mit Sondergeometrie																	
verschleißf. Konstr.-St.	1350	8	10	15	0,15	637	95	0,2	398	80	0,25	318	80	0,3	212	64	0,5	159	80
verschleißf. Konstr.-St.	1800	nur in Verbindung mit Sondergeometrie																	
Federstähle	<1500	8	10	15	0,15	637	95	0,2	398	80	0,25	318	80	0,3	212	64	0,5	159	80
rostfr. St.-geschwefelt	< 700	nur in Verbindung mit Sondergeometrie																	
rostfr. St.-austenitisch	< 700	nur in Verbindung mit Sondergeometrie																	
rostfr. St.-austenitisch	< 850	nur in Verbindung mit Sondergeometrie																	
rostfr. St.-martensitisch	<1100	nur in Verbindung mit Sondergeometrie																	
Sonderlegierungen	<1200	nur in Verbindung mit Sondergeometrie																	
Gusseisen (GG)	> 180 HB	20	30	50	0,2	1910	382	0,25	1194	298	0,3	955	286	0,4	637	255	0,6	477	286
Gusseisen (GG)	> 180 HB	20	30	50	0,2	1910	382	0,25	1194	298	0,3	955	286	0,4	637	255	0,6	477	286
Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	20	25	40	0,2	1592	318	0,25	995	249	0,3	796	239	0,4	531	212	0,6	398	239
Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	20	25	40	0,2	1592	318	0,25	995	249	0,3	796	239	0,4	531	212	0,6	398	239
Titan, Titanlegierungen	< 850	10	12	15	0,15	764	115	0,2	477	95	0,25	382	95	0,3	255	76	0,5	191	95
Titan, Titanlegierungen	850-1200	8	10	12	0,12	637	76	0,15	398	60	0,2	318	64	0,25	212	53	0,35	159	56
Aluminium, Alu.-Leg.	< 530	50	80	100	0,2	5093	1019	0,25	3183	796	0,3	2546	764	0,4	1698	679	0,6	1273	764
Alu.-Gussleg. < 10 % Si	< 600	50	80	100	0,2	5093	1019	0,25	3183	796	0,3	2546	764	0,4	1698	679	0,6	1273	764
Alu.-Gussleg. < 10 % Si	< 600	50	80	100	0,2	5093	1019	0,25	3183	796	0,3	2546	764	0,4	1698	679	0,6	1273	764
Magnesium, Mg.-Leg.	< 280	50	80	100	0,2	5093	1019	0,25	3183	796	0,3	2546	764	0,4	1698	679	0,6	1273	764
Kupfer, niedriglegiert	< 400	50	80	100	0,3	5093	1528	0,35	3183	1114	0,4	2546	1019	0,5	1698	849	0,6	1273	764
Messing, kurzspanend	< 600	50	80	100	0,2	5093	1019	0,25	3183	796	0,3	2546	764	0,4	1698	679	0,6	1273	764
Messing, langspanend	< 600	30	40	60	0,2	2546	509	0,25	1592	398	0,3	1273	382	0,4	849	340	0,6	637	382
Bronze, kurzspanend	< 600	50	80	100	0,2	5093	1019	0,25	3183	796	0,3	2546	764	0,4	1698	679	0,6	1273	764
Bronze, kurzspanend	650- 850	50	80	100	0,2	5093	1019	0,25	3183	796	0,3	2546	764	0,4	1698	679	0,6	1273	764
Bronze, langspanend	< 850	30	40	60	0,2	2546	509	0,25	1592	398	0,3	1273	382	0,4	849	340	0,6	637	382
Bronze, langspanend	850-1200	20	25	40	0,2	1592	318	0,25	995	249	0,3	796	239	0,4	531	212	0,6	398	239
Grafit		30	40	50	0,15	2546	382	0,2	1592	318	0,25	1273	318	0,3	849	255	0,5	637	318

Die hier aufgeführten Schnittwerte sind Richtwerte. Die tatsächlich erreichbaren Werte hängen ab von der Maschinensteifigkeit, der Qualität der Werkzeugaufnahme und vom tatsächlichen Rundlauf an der Schneide (Soll: < 0,01 mm). Bei Ölschmierung bzw. hohem Ölanteil in der Emulsion können auch höhere Schnittwerte gefahren werden. Bei der Aluminiumzerspannung wird eine Emulsion mit mindestens 12 % Fettgehalt empfohlen.



## Maschinengewindeformer



**Gewindeformer** sind Werkzeuge für die spanlose Herstellung von Innengewinden. Hierbei wird ähnlich wie beim Walzen von Außengewinden der Werkstoff im Gewindebereich verformt, ohne den Faserverlauf zu zerstören.

Gewindeformer bieten deshalb folgende Vorteile:

- Geringe Bruchgefahr durch stabile Konstruktion
- Großer Anwendungsbereich: Durchgangs- und Sackloch, breite Werkstoffpalette
- Kein Späneabfall
- Kein Verschneiden
- Höhere Festigkeit
- Bessere Oberfläche des Gewindes
- Höhere Standzeit
- Höhere Schnittgeschwindigkeit

Besonders gut geeignet sind Gewindeformer für die Bearbeitung von Stanz- und Pressteilen aus langspanenden und kaltfließenden Werkstoffen, z. B. Stähle mit mindestens 10 % Dehnbarkeit, Aluminium und Al-Legierungen mit max. 10 % Si-Gehalt, Zink- und Al-Druckgusslegierungen und langspanenden Buntmetall-Legierungen.

Die Kernlochdurchmesser sind größer als bei der zerspanenden Gewindeherstellung zu wählen.

Von ganz großer Bedeutung ist die Schmierung. Motto: Gut geschmiert ist halb geformt. Die Schmierung muss so gut sein, dass sich niemals Werkstoff auf den Gewindeflanken ansetzt und dass für die Verformungsarbeit notwendiger Drehmoment gewährleistet ist.

Auf keinen Fall darf die Schmierung ausfallen. Schmierfähige, grafithaltige Kühlschmiermittel oder Öle, wie sie auch beim Walzen Verwendung finden, sind zu bevorzugen.

### Konstruktive und fertigungstechnische Feinheiten:

Außenkontur und Anlauf bestimmen in hohem Maße die Arbeitsleistung des Formers. So hat sich in zahlreichen Versuchen gezeigt, dass Former mit optimaler Drückstollengeometrie und -anzahl hohe Standzeit und Maßgenauigkeit erzielen.

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

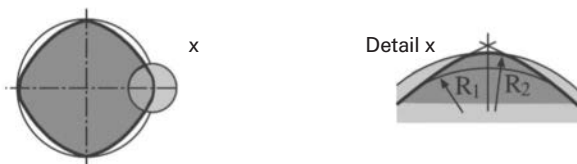
### Geeignet für alle formbaren Werkstoffe wie:

- Baustähle
- Vergütungsstähle
- Einsatzstähle
- Automatenstähle
- Kaltarbeitsstähle
- Warmarbeitsstähle
- Nitrierstähle
- Nicht rostende Stähle
- Aluminium
- Aluminium-Legierungen
- Kupfer
- Kupfer-Legierungen

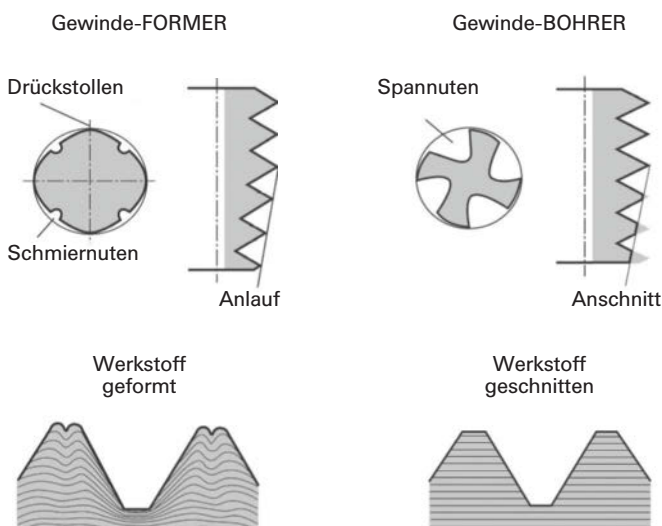
Maschinengewindeformer ab 1/226.

## Werkzeuggeometrie

### Der Former-Querschnitt



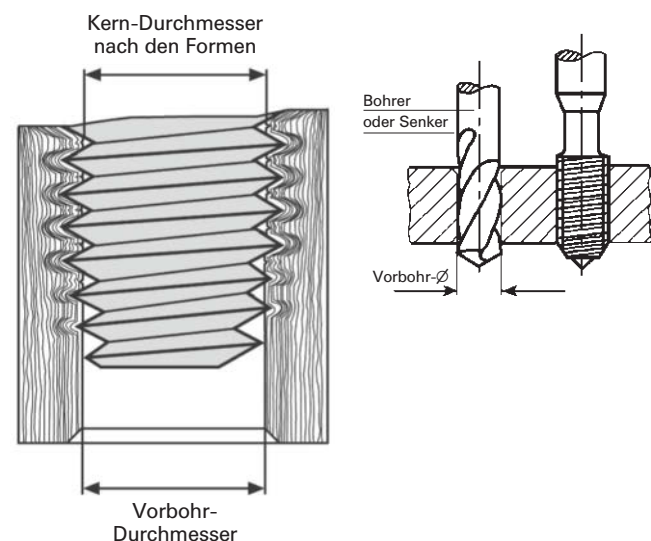
Die spanlose Innengewinde-Herstellung (Gewindeformen) im Vergleich zum Gewindeschneiden.



## Gewindeformen

Bei Einhaltung der empfohlenen Vorbohrdurchmesser wird ein Mutterkerndurchmesser erreicht, der innerhalb des Mutterkern-Toleranzfeldes nach DIN 13 Teil 50 liegt. Voraussetzung ist jedoch, dass in verformbare Werkstoffe geformt wird.

Der günstigste Vorbohrdurchmesser sollte jeweils durch Versuch ermittelt werden.



### Kernlochdurchmesser für das Gewindeschneiden

Metrische ISO-Regelgewinde DIN 336					Metrische ISO-Regelgewinde DIN 336					UNC-Gewinde DIN 336 (ISO 5864)						
Nenn- ∅	Steigung P mm	Kernloch ∅ mm	Kerndurchmesser Muttergewinde min. max. mm mm		Nenn- ∅	x	Steigung P mm	Kernloch ∅ mm	Kerndurchmesser Muttergewinde min. max. mm mm		Nenn- ∅	x	Steigung P mm	Kernloch ∅ mm	Kerndurchmesser Muttergewinde min. max. mm mm	
M1	0,25	<b>0,75</b>	0,729	-	M2,5	x	0,35	<b>2,15</b>	2,121	2,221	M24	x	1,50	<b>22,50</b>	22,376	22,676
M1,1	0,25	<b>0,85</b>	0,829	-	M3	x	0,35	<b>2,65</b>	2,621	2,721	M24	x	2,00	<b>22,00</b>	21,835	22,210
M1,2	0,25	<b>0,95</b>	0,929	-	M3,5	x	0,35	<b>3,15</b>	3,121	3,221	M25	x	1,00	<b>24,00</b>	23,917	24,153
M1,4	0,30	<b>1,10</b>	1,075	-	M4	x	0,50	<b>3,50</b>	3,459	3,599	M25	x	1,50	<b>23,50</b>	23,376	23,676
M1,6	0,35	<b>1,25</b>	1,221	1,321	M4,5	x	0,50	<b>4,00</b>	3,959	4,099	M25	x	2,00	<b>23,00</b>	23,835	23,210
M1,8	0,35	<b>1,45</b>	1,421	1,521	M5	x	0,50	<b>4,50</b>	4,459	4,599	M27	x	1,00	<b>26,00</b>	25,917	26,153
M2	0,40	<b>1,60</b>	1,567	1,679	M5,5	x	0,50	<b>5,00</b>	4,959	5,099	M27	x	1,50	<b>25,50</b>	25,376	25,676
M2,2	0,45	<b>1,75</b>	1,713	1,838	M6,0	x	0,75	<b>5,20</b>	5,188	5,378	M27	x	2,00	<b>25,00</b>	24,835	25,210
M2,5	0,45	<b>2,05</b>	2,013	2,138	M7,0	x	0,75	<b>6,20</b>	6,188	6,378	M28	x	1,00	<b>27,00</b>	26,917	27,153
M3	0,50	<b>2,50</b>	2,459	2,599	M8,0	x	0,75	<b>7,20</b>	7,188	7,378	M28	x	1,50	<b>26,50</b>	26,376	26,676
M3,5	0,60	<b>2,90</b>	2,850	3,010	M8,0	x	1,00	<b>7,00</b>	6,917	7,153	M28	x	2,00	<b>24,00</b>	23,853	24,150
M4	0,70	<b>3,30</b>	3,242	3,422	M9,0	x	0,75	<b>8,20</b>	8,188	8,378	M30	x	1,00	<b>29,00</b>	28,917	29,153
M4,5	0,75	<b>3,70</b>	3,688	3,878	M9,0	x	1,00	<b>8,00</b>	7,917	8,153	M30	x	1,50	<b>28,35</b>	28,376	28,676
M5	0,80	<b>4,20</b>	4,134	4,334	M10	x	0,75	<b>9,20</b>	9,188	9,378	M30	x	2,00	<b>28,00</b>	27,835	28,210
M6	1,00	<b>5,00</b>	4,917	5,153	M10	x	1,00	<b>9,00</b>	8,917	9,153	M30	x	3,00	<b>27,00</b>	26,752	27,252
M7	1,00	<b>6,00</b>	5,917	6,153	M10	x	1,25	<b>8,80</b>	8,647	8,912	M32	x	1,50	<b>30,50</b>	30,376	30,676
M8	1,25	<b>6,80</b>	6,647	6,912	M11	x	0,75	<b>10,20</b>	10,188	10,378	M32	x	2,00	<b>30,00</b>	29,835	30,210
M9	1,25	<b>7,80</b>	7,647	7,912	M11	x	1,00	<b>10,00</b>	9,917	10,153	M33	x	1,50	<b>31,50</b>	31,376	31,676
M10	1,50	<b>8,50</b>	8,376	8,676	M12	x	1,00	<b>11,00</b>	10,917	11,153	M33	x	2,00	<b>31,00</b>	30,835	31,210
M11	1,50	<b>9,50</b>	9,376	9,676	M12	x	1,25	<b>10,80</b>	10,647	10,912	M33	x	3,00	<b>30,00</b>	29,752	30,252
M12	1,75	<b>10,20</b>	10,106	10,441	M12	x	1,50	<b>10,50</b>	10,376	10,676	M35	x	1,50	<b>33,50</b>	33,376	33,676
M14	2,00	<b>12,00</b>	11,835	12,210	M14	x	1,00	<b>13,00</b>	12,917	13,153	M36	x	1,50	<b>34,50</b>	34,376	34,676
M16	2,00	<b>14,00</b>	13,835	14,210	M14	x	1,25	<b>12,80</b>	12,647	12,912						
M18	2,50	<b>15,50</b>	15,294	15,744	M14	x	1,50	<b>12,50</b>	12,376	12,676						
M20	2,50	<b>17,50</b>	17,294	17,744	M15	x	1,00	<b>14,00</b>	13,917	14,153						
M22	2,50	<b>19,50</b>	19,294	19,744	M15	x	1,50	<b>13,50</b>	13,376	13,676						
M24	3,00	<b>21,00</b>	20,752	21,252	M16	x	1,00	<b>15,00</b>	14,197	15,153						
M27	3,00	<b>24,00</b>	23,752	24,252	M16	x	1,50	<b>14,50</b>	14,376	14,676						
M30	3,50	<b>26,50</b>	26,211	26,771	M17	x	1,00	<b>16,00</b>	15,917	16,153						
M33	3,50	<b>29,50</b>	29,211	29,771	M17	x	1,50	<b>15,50</b>	15,376	15,676						
M36	4,00	<b>32,00</b>	31,670	32,270	M18	x	1,00	<b>17,00</b>	16,917	17,153						
M39	4,00	<b>35,00</b>	34,670	35,270	M18	x	1,50	<b>16,50</b>	16,376	16,676						
M42	4,50	<b>37,50</b>	37,129	37,799	M18	x	2,00	<b>16,00</b>	15,835	16,210						
M45	4,50	<b>40,50</b>	40,129	40,799	M20	x	1,00	<b>19,00</b>	18,917	19,153						
M48	5,00	<b>43,00</b>	42,587	43,297	M20	x	1,50	<b>18,50</b>	18,376	18,676						
M52	5,00	<b>47,00</b>	46,587	47,287	M20	x	2,00	<b>18,00</b>	17,835	18,210						
M56	5,50	<b>50,50</b>	50,046	50,796	M22	x	1,00	<b>21,00</b>	20,917	21,153						
					M22	x	1,50	<b>20,50</b>	20,376	20,676						
					M22	x	2,00	<b>20,00</b>	19,835	20,210						
					M24	x	1,00	<b>23,00</b>	22,917	23,153						

### Kernlochdurchmesser für das Gewindeschneiden

Beim Gewindeformen ist der Kerndurchmesser Toleranzfeld H7 zulässig (siehe DIN 13, Teil 50).

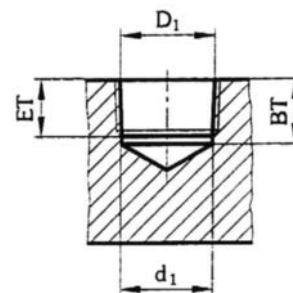
Metrische ISO-Regelgewinde			Metrische ISO-Regelgewinde			Metrische ISO-Regelgewinde			Metrische ISO-Regelgewinde				
Nenn- ∅	Steigung mm	Kernloch- ∅ mm	Nenn- ∅	Steigung mm	Kernloch- ∅ mm	Nenn- ∅	x	Steigung mm	Kernloch- ∅ mm	Nenn- ∅	x	Steigung mm	Kernloch- ∅ mm
M1	0,25	<b>0,88</b>	M4,5	0,75	<b>4,15</b>	M5	x	0,50	<b>4,75</b>	M12	x	1,50	<b>11,30</b>
M1,1	0,25	<b>0,98</b>	M5,0	0,80	<b>4,65</b>	M5,5	x	0,50	<b>5,25</b>	M14	x	1,00	<b>13,55</b>
M1,2	0,25	<b>1,08</b>	M6,0	1,00	<b>5,55</b>	M6	x	0,75	<b>5,65</b>	M14	x	1,25	<b>13,40</b>
M1,4	0,30	<b>1,25</b>	M7,0	1,00	<b>6,55</b>	M7	x	0,75	<b>6,65</b>	M14	x	1,50	<b>13,30</b>
M1,6	0,35	<b>1,45</b>	M8,0	1,25	<b>7,40</b>	M8	x	0,75	<b>7,65</b>	M15	x	1,00	<b>13,55</b>
M1,7	0,35	<b>1,55</b>	M9,0	1,25	<b>8,40</b>	M8	x	1,00	<b>7,55</b>	M15	x	1,50	<b>14,30</b>
M1,8	0,35	<b>1,65</b>	M10	1,50	<b>9,25</b>	M9	x	0,75	<b>8,65</b>	M16	x	1,00	<b>15,55</b>
M2,0	0,40	<b>1,80</b>	M11	1,50	<b>10,25</b>	M9	x	1,00	<b>8,55</b>	M16	x	1,50	<b>15,30</b>
M2,2	0,45	<b>2,00</b>	M12	1,75	<b>11,20</b>	M10	x	0,75	<b>9,65</b>	M17	x	1,00	<b>16,55</b>
M2,3	0,40	<b>2,10</b>	M14	2,00	<b>13,10</b>	M10	x	1,00	<b>9,55</b>	M17	x	1,50	<b>16,30</b>
M2,5	0,45	<b>2,30</b>	M16	2,00	<b>15,10</b>	M10	x	1,25	<b>9,40</b>	M18	x	1,00	<b>17,55</b>
M2,6	0,45	<b>2,40</b>	M18	2,50	<b>16,90</b>	M11	x	0,75	<b>10,65</b>	M18	x	1,50	<b>17,30</b>
M3,0	0,50	<b>2,80</b>	M20	2,50	<b>18,90</b>	M11	x	1,00	<b>10,55</b>	M18	x	2,00	<b>17,10</b>
M3,5	0,60	<b>3,25</b>				M12	x	1,00	<b>11,55</b>	M20	x	1,00	<b>19,55</b>
M4,0	0,70	<b>3,70</b>				M12	x	1,25	<b>11,40</b>				

**Kernlochdurchmesser für das Gewindeschneiden**

UNF-Gewinde DIN 336 (ISO 5864)					BSW-(Whitworth)- Gewinde					(Whitworth)-Rohrgewinde (nach DIN ISO 228) DIN 336					Stahlpanzerrohr-Gewinde nach DIN 40430				
Nenn- Ø	Gang pro inch	Kern- loch Ø mm	Kerndurchmesser Muttergewinde		Nenn- Ø	Gang pro inch	Kern- loch Ø mm	Kerndurchmesser Muttergewinde		Nenn- Ø	Gang pro inch	Kern- loch Ø mm	Kerndurchmesser Muttergewinde		Nenn- Ø	Gang pro inch	Kern- loch Ø mm	Kerndurchmesser Muttergewinde	
			min. mm	max. mm				min. mm	max. mm				min. mm	max. mm				min. mm	max. mm
Nr. 1	- 72	<b>1,55</b>	1,473	1,613	W 1/8	- 40	<b>2,50</b>	-	-	G 1/16	- 28	<b>6,80</b>	6,561	6,843	Pg 7,0	- 20	<b>11,40</b>	11,280	11,430
Nr. 2	- 64	<b>1,90</b>	1,755	1,913	W 5/32	- 32	<b>3,20</b>	-	-	G 1/8	- 28	<b>8,80</b>	8,566	8,848	Pg 9,0	- 18	<b>14,00</b>	13,860	14,010
Nr. 3	- 56	<b>2,15</b>	2,024	2,197	W 3/16	- 24	<b>3,60</b>	-	-	G 1/4	- 19	<b>11,80</b>	11,445	11,890	Pg 11,0	- 18	<b>17,30</b>	17,260	17,410
Nr. 4	- 48	<b>2,40</b>	2,271	2,459	W 1/4	- 20	<b>5,10</b>	4,744	5,224	G 3/8	- 19	<b>15,25</b>	15,395	14,950	Pg 13,5	- 18	<b>19,00</b>	19,060	19,210
Nr. 5	- 44	<b>2,70</b>	2,550	2,741	W 5/16	- 18	<b>6,50</b>	6,151	6,661	G 1/2	- 14	<b>19,00</b>	18,631	19,172	Pg 16,0	- 18	<b>21,30</b>	21,160	21,310
Nr. 6	- 40	<b>2,95</b>	2,819	3,023	W 3/8	- 16	<b>7,90</b>	7,512	8,052	G 5/8	- 14	<b>21,00</b>	20,587	21,128	Pg 21,0	- 16	<b>26,90</b>	26,780	27,030
Nr. 8	- 36	<b>3,50</b>	3,404	3,607	W 7/16	- 14	<b>9,20</b>	8,809	9,379	G 3/4	- 14	<b>24,50</b>	24,117	24,658	Pg 29,0	- 16	<b>35,50</b>	35,480	35,730
Nr. 10	- 32	<b>4,10</b>	3,962	4,166	W 1/2	- 12	<b>10,50</b>	10,015	10,610	G 7/8	- 14	<b>28,25</b>	27,877	28,418	Pg 36,0	- 16	<b>45,50</b>	45,480	45,730
Nr. 12	- 28	<b>4,70</b>	4,496	4,724	W 5/8	- 11	<b>13,50</b>	12,948	13,598	G 1	- 11	<b>30,75</b>	30,291	30,931	Pg 42,0	- 16	<b>52,50</b>	52,480	52,730
1/4	- 28	<b>5,50</b>	5,367	5,580	W 3/4	- 10	<b>16,25</b>	15,831	16,538	G 1 1/8	- 11	<b>35,50</b>	34,939	35,579	Pg 48,0	- 16	<b>57,80</b>	57,780	58,030
5/16	- 24	<b>6,90</b>	6,792	7,038	W 7/8	- 9	<b>19,25</b>	18,647	19,411										
3/8	- 24	<b>8,50</b>	8,379	8,626	W 1	- 8	<b>22,00</b>	21,375	22,185										
7/16	- 20	<b>9,90</b>	9,739	10,030	W 1 1/8	- 7	<b>24,50</b>	23,976	24,879										
1/2	- 20	<b>11,50</b>	11,326	11,618	W 1 1/4	- 7	<b>27,75</b>	27,151	28,054										
9/16	- 18	<b>12,90</b>	12,761	13,084	W 1 3/8	- 6	<b>30,50</b>	29,558	30,555										
5/8	- 18	<b>14,50</b>	14,348	14,671	W 1 1/2	- 6	<b>33,50</b>	32,733	33,730										
3/4	- 16	<b>17,50</b>	17,330	17,689	W 1 5/8	- 5	<b>35,50</b>	34,834	35,921										
7/8	- 14	<b>20,40</b>	20,262	20,663	W 1 3/4	- 5	<b>39,00</b>	38,009	39,096										
1	- 12	<b>23,25</b>	23,109	23,569	W 2	- 4,5	<b>44,50</b>	43,643	44,823										
1 1/8	- 12	<b>26,50</b>	26,284	26,744															
1 1/4	- 12	<b>29,50</b>	29,459	29,919															
1 3/8	- 12	<b>32,75</b>	32,634	33,094															
1 1/2	- 12	<b>36,00</b>	35,809	36,269															

**NPT  
Amerikanisches kegeliges Rohrgewinde Kegel 1:16**

Nenn- größe		Kernloch-Ø		Einschneid- tiefe ET mm	Bohrtiefe min. BT mm
		zylindrisch d <sub>1</sub> mm	konisch D <sub>1</sub> mm		
1/16	- 27	<b>6,15</b>	<b>6,39</b>	9,29	10,7
1/8	- 27	<b>8,40</b>	<b>8,74</b>	9,32	10,8
1/4	- 18	<b>11,10</b>	<b>11,36</b>	13,52	15,6
3/8	- 18	<b>14,30</b>	<b>14,80</b>	13,83	16,0
1/2	- 14	<b>17,90</b>	<b>18,32</b>	18,07	20,8
3/4	- 14	<b>23,30</b>	<b>23,67</b>	18,55	21,3
1	- 11,5	<b>29,00</b>	<b>29,69</b>	22,29	25,6
1 1/4	- 11,5	<b>37,70</b>	<b>38,45</b>	22,80	26,1
1 1/2	- 11,5	<b>43,70</b>	<b>44,52</b>	22,80	26,1
2	- 11,5	<b>55,60</b>	<b>56,56</b>	23,20	26,5
2 1/2	- 8,0	<b>66,30</b>	<b>67,62</b>	31,57	36,3
3	- 8,0	<b>82,30</b>	<b>83,52</b>	33,74	38,5



**Kernlochdurchmesser für das Gewindeschneiden**

UNC-Gewinde			UNF-Gewinde			BSW-(Whitworth)-Gewinde DIN 11			(Whitworth)-Rohrgewinde (nach DIN ISO 228)		
UNC- Kurzbezeichnung inch	Kernloch- Ø mm		UNF- Kurzbezeichnung inch	Kernloch- Ø mm		Nenn- Ø inch	Gangzahl je inch	Kernloch- Ø mm	Nenn- Ø inch	Gangzahl je inch	Kernloch- Ø mm
Nr. 5	- 40	<b>2,90</b>	Nr. 4	- 48	<b>2,60</b>	W 1/4	- 20	<b>5,65</b>	G 1/16	- 28	<b>7,30</b>
Nr. 6	- 32	<b>3,15</b>	Nr. 5	- 44	<b>2,90</b>	W 5/16	- 18	<b>7,15</b>	G 1/8	- 28	<b>9,20</b>
Nr. 8	- 32	<b>3,80</b>	Nr. 6	- 40	<b>3,20</b>	W 3/8	- 16	<b>8,65</b>	G 1/4	- 19	<b>12,40</b>
Nr. 10	- 24	<b>4,35</b>	Nr. 8	- 36	<b>3,85</b>	W 7/16	- 14	<b>10,10</b>	G 3/8	- 19	<b>15,90</b>
Nr. 12	- 24	<b>5,00</b>	Nr. 10	- 32	<b>4,45</b>	W 1/2	- 12	<b>11,50</b>	G 1/2	- 14	<b>19,90</b>
1/4	- 20	<b>5,75</b>	Nr. 12	- 28	<b>5,10</b>	W 5/8	- 11	<b>14,55</b>	G 5/8	- 14	<b>21,90</b>
5/16	- 18	<b>7,30</b>	1/4	- 28	<b>5,95</b>	W 3/4	- 10	<b>17,60</b>	G 3/4	- 14	<b>25,40</b>
3/8	- 16	<b>8,80</b>	3/16	- 24	<b>7,45</b>	W 7/8	- 9	<b>19,25</b>	G 1	- 11	<b>32,00</b>
7/16	- 14	<b>10,30</b>	3/8	- 24	<b>9,00</b>				G 1 1/4	- 11	<b>40,70</b>
1/2	- 13	<b>11,80</b>	7/16	- 20	<b>10,50</b>						
9/16	- 12	<b>13,30</b>	1/2	- 20	<b>12,10</b>						
5/8	- 11	<b>14,80</b>	3/16	- 18	<b>13,65</b>						
3/4	- 10	<b>17,90</b>	5/8	- 18	<b>15,25</b>						
7/8	- 9	<b>20,95</b>	3/4	- 16	<b>18,30</b>						
1	- 8	<b>24,00</b>	1	- 12	<b>24,45</b>						

## Aufnahme der Schneideisen

Das Schneideisen muss sorgfältig in die Aufnahme eingelegt werden. Es dürfen keine Späne am Schneideisen oder im Halter haften, da sonst die Stirnseite des Schneideisens nicht genau anliegt und die Gewinde verschnitten werden.

**Ohne Spannschrauben:** Arretierung des Schneideisens über die Nut mit einer verstellbaren Backe, ähnlich wie beim Windeisen. Durch die besondere Konstruktion der Backe und der geringen Toleranzen sitzen die Schneideisen absolut sicher und fest im Schneideisenhalter.

## Anschnitt

**Normaler Anschnitt:** Die HSS-Schneideisen für Stahlbearbeitung haben in der Normalausführung eine Anschnittlänge von ca. 1,75 x Steigung. VA-Schneideisen liefern wir mit einer Anschnittlänge von ca. 2 x Steigung. Schneideisen für Messing-Bearbeitung haben eine Anschnittlänge von ca. 1,25 x Steigung.

**Kurzer Anschnitt:** Sollen Gewinde dicht an einen Bund geschnitten werden, liefern wir Anschnitt kurz mit einer Anschnittlänge von ca. 1,25 x Steigung. Ein kurzer Anschnitt kann nicht durch Planschleifen erzielt werden, da der notwendige Anschnitt- $\varnothing$  dann zu klein ist und das Schneideisen nicht mehr richtig schneidet.

**Langer Anschnitt:** Wenn das Werkstück es zulässt, mit längerem Anschnitt zu arbeiten, erreicht man vor allem bei schwer zerspanbaren Werkstoffen bessere Schneidergebnisse. Wir liefern deshalb auch Schneideisen mit einer Anschnittlänge von ca. 3 x Steigung auf Anfrage.

## Schnittgeschwindigkeit

Die nachfolgend aufgeführten Schnittgeschwindigkeiten können nur als Richtwerte gelten. Bestwerte müssen in eigenen Schneidversuchen ermittelt werden, da sie nicht nur von dem zu bearbeitenden Werkstoff, sondern auch von der Qualität des Kühl- bzw. Schmiermittels und dem Zustand der Maschine abhängig sind. Eine zu hohe Schnittgeschwindigkeit bewirkt jedoch eine Verkürzung der Standzeit des Schneideisens und bei den zu schneidenden Gewinden eine herabgesetzte Maßhaltigkeit und Oberflächengüte.

## GH-Schneideisen

Gewindegeschliffene Schneideisen (mit Gewindehinterschliff) können ein Mehrfaches der Standzeit normaler Schneideisen erreichen. Das Schneidmoment ist kleiner und die Neigung zu Kaltschweißungen gering. Wir liefern diese Ausführung  $\geq$  Gewinde- $\varnothing$  ca. 16 mm auf Anfrage.

Schneideisen ab  1/234.

## Richtwerte für Schnittgeschwindigkeit, Kühl-Schmiermittel und Spanwinkel. Angaben über zu verwendende Schneideisen.

Zu bearbeitende Werkstoffe		Schnittgeschw. Richtwerte in m/min	Kühl-Schmiermittel	Spanwinkel	zu verwendende Schneideisen
Allgem. Baustähle	St 37-2, St 50-2 usw.	8–12	Schneidöl	17–22°	HSS
Automatenstähle	9 S Mn 28, 9 S MnPb 28 usw.	10–14	Schneidöl	17–22°	HSS
Einsatzstähle	C 15, Ck 15, 16 MnCr 5 usw.	6–10	Schneidöl, Spez. Schneidöl	17–22°	HSSE (HSS-nitr.)
Vergütungsstähle	C 35 Pb, C 45 usw.	5– 8	Schneidöl, Spez. Schneidöl	13–18°	HSSE
Rost- u. säurebest. Stähle	X12CrMoS17, X12CrNiS188 usw.	4– 6	Spezial-Schneidöl	13–18°	HSSE
Grauguss	GG 15, GG 25	5– 8	Schneidöl, Petroleum	8–12°	HSS-nitr.-GG
Messing kurzspan. Ms 58	CuZn 39 Pb 2, CuZn 40 Pb 2	20–30	Schneidöl	3– 7°	HSS-Ms
Messing langspan. Ms 60	CuZn 20, CuZn 37	12–18	Schneidöl	10–15°	HSS-Ms
Bronze	CuSn 8	5– 8	Schneidöl, Emulsion	8–12°	HSS-Bz
Rotguss	G-CuSn 5 Zn Pb	7–11	Schneidöl, Emulsion	8–12°	HSS-nitr.-Rg
Kupfer	E-Cu 57, SF-Cu	11–15	Schneidöl, Emulsion	23–28°	HSS-Cu
Alu-Leg. langspanend	AlCuMg 1, AlMg 3 Si	15–25	Spez. Schneidöl, Petroleum	23–28°	HSS-Alu
Alu-Leg. kurzspanend	GD-AISi 8 Cu 3, GD AISi 12	8–12	Spez. Schneidöl, Petroleum	13–18°	HSSE

## Spanwinkel

Um gute Schneidergebnisse zu erhalten, ist der Spanwinkel dem zu bearbeitenden Werkstoff anzupassen. Es gilt auch beim Gewindeschneiden die Regel: langspanende Werkstoffe erfordern größere Spanwinkel, kurzspanende Werkstoffe erfordern kleinere Spanwinkel.

Wenn in der Bestellung keine Werkstoffangaben enthalten sind, liefern wir unsere Schneideisen mit einem Spanwinkel für Stahl mittlerer Festigkeit.

## Schälansicht

Der Schälanschnitt bewirkt ein freies Abfließen der Späne nach vorne und eine Verringerung des Schnittmomentes. Spänestaunungen in den Spanlöchern werden dadurch vermieden.

Das Ergebnis ist eine verbesserte Oberflächengüte bei den geschnittenen Gewinden und höhere Standzeit des Werkzeuges. **Schneideisen, die auf Maschinen eingesetzt werden, müssen deshalb mit Schälanschnitt bestellt werden.** HSS-Schneideisen sind ab Gew.- $\varnothing$  3 mm mit Schälanschnitt lieferbar. Alle VA werden ab Gew.- $\varnothing$  2 mm mit Schälanschnitt geliefert.

## Kühl- und Schmiermittel

Um die Zerspanungswärme abzuleiten und die Reibung zu vermindern, ist ein möglichst großes Kühl- bzw. Schmiermittelvolumen auf die Zerspanungsstelle zu richten. Der Kühlmittelstrahl muss die Späne im Schneideisen bis zum Wiedereinleiten des Gewindeschneidvorganges ausspülen. Dadurch wird eine gute Oberflächengüte erzielt und das Werkzeug geschont. Unsere Kühl- und Schmiermittelempfehlungen entnehmen Sie bitte nachstehender Tabelle.

## HSSE-Schneideisen

HSSE-Schneiden sind aus hochlegiertem pulvermetallurgisch hergestelltem Schnellarbeitsstahl (ASP-Stahl) gefertigt. VA-Schneideisen sind zum Gewindeschneiden von Stählen bis 1200 N/mm<sup>2</sup> geeignet, besonders aber für rost- und säurebeständige Stähle, Vergütungsstähle, Einsatzstähle usw. Es können auch gut zerspanbare Stähle wie z. B. Automatenstähle bearbeitet werden. Man erreicht damit wesentlich höhere Standzeiten oder höhere Schnittgeschwindigkeiten als dies mit HSS-Schneideisen möglich ist. Für andere Werkstoffe liefern wir ebenfalls HSSE-Schneideisen mit der darauf abgestimmten Geometrie, z. B. für Rotguss (**HSSE-RG nitr.** bezeichnet), für Messing (**HSSE-Ms** bezeichnet) usw. auf Anfrage.

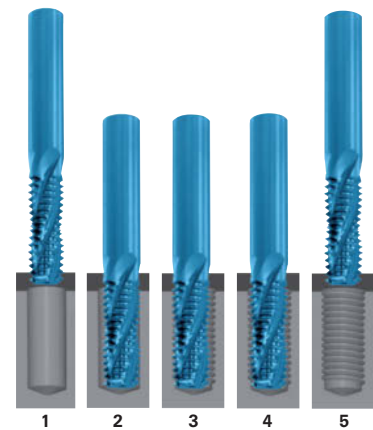


## Ablaufschritte

### Gewindefräser ohne Senkfräse

#### Programmbeispiel:

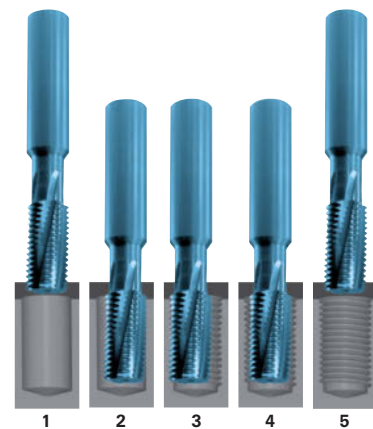
1. Verfahren auf Startposition zentrisch über Kernlochbohrung und Drehzahlaufzug
2. Einfahrschleife 180° auf Profiltiefe, Beginn des GewindefräSENS
3. GewindefräSzyklus 360° mit axialer Bewegung der Gewindesteigerung in Z-Richtung
4. Ausfahrschleife 180° auf Gewindemittelpunkt, Ende des GewindefräSENS
5. Verfahren aus der Bohrung heraus auf Startposition zentrisch über Kernlochbohrung



### Mehrbereichsgewindefräser Typ TM SP – 1 Fräsumlauf

#### Programmbeispiel:

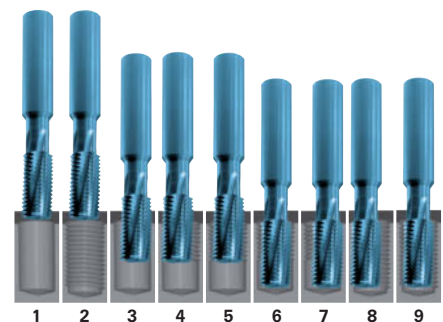
1. Verfahren auf Startposition zentrisch über Kernlochbohrung und Drehzahlaufzug
2. Einfahrschleife 180°, Beginn des GewindefräSENS
3. GewindefräSzyklus 360° mit axialer Bewegung der Gewindesteigerung in Z-Richtung
4. Ausfahrschleife 180° auf Gewindemittelpunkt, Ende des GewindefräSENS
5. Verfahren aus der Bohrung heraus auf Startposition zentrisch über Kernlochbohrung



### Mehrbereichsgewindefräser Typ TM SP – 2 Fräsumlauf

#### Programmbeispiel:

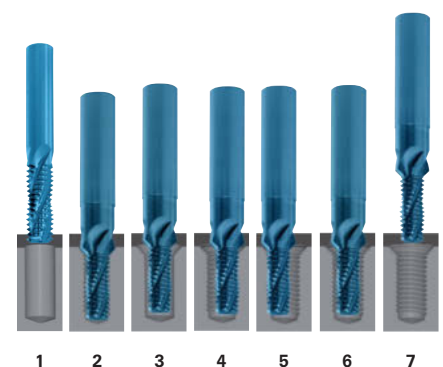
1. Verfahren auf Startposition zentrisch über Kernlochbohrung und Drehzahlaufzug
2. Einfahrschleife 180°, Beginn des 1. GewindefräSvorgangs
3. 1. GewindefräSvorgang, GewindefräSzyklus 360° mit axialer Bewegung der Gewindesteigerung in Z-Richtung
4. 1. GewindefräSvorgang, Ausfahrschleife 180° auf Gewindemittelpunkt
5. Verfahren im Eilgang auf Startposition zentrisch in Kernlochbohrung für 2. GewindefräSvorgang
6. Einfahrschleife 180°, Beginn des 2. GewindefräSvorgangs
7. 2. GewindefräSvorgang, GewindefräSzyklus 360° mit axialer Bewegung der Gewindesteigerung in Z-Richtung
8. 2. GewindefräSvorgang, Ausfahrschleife 180° auf Gewindemittelpunkt
9. Verfahren aus der Bohrung heraus auf Startposition zentrisch über Kernlochbohrung



### Gewindefräser mit Senkfase Typ TMC SP

#### Programmbeispiel:

1. Verfahren auf Startposition zentrisch über Kernlochbohrung und Drehzahlaufzug
2. Ansenken der 90° Fase
3. Verfahren im Eilgang auf GewindefräSstartposition zentrisch in Kernlochbohrung
4. Einfahrschleife 180°, Beginn des GewindefräSENS
5. GewindefräSzyklus 360° mit axialer Bewegung der Gewindesteigerung in Z-Richtung
6. Ausfahrschleife 180° auf Gewindemittelpunkt, Ende des GewindefräSENS
7. Verfahren aus der Bohrung heraus auf Startposition zentrisch über Kernlochbohrung



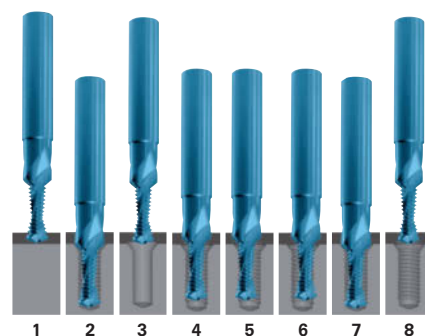


**Ablaufschritte**

**Bohrgewindefräser Typ DTMC SP**

**Programmbeispiel:**

1. Verfahren auf Startposition zentrisch über dem zu erzeugenden Kernloch und Drehzahlaufruf
2. Bohren des Kernlochs und Ansenken der 90° Fase
3. Rückzug des Werkzeugs aus der Bohrung zum Entspannen
4. Verfahren im Eilgang auf Gewindefräserstartposition zentrisch in Kernlochbohrung
5. Einfahrschleife 180°, Beginn des GewindefräSENS
6. GewindefräSzyklus 360° mit axialer Bewegung der Gewindesteigung in Z-Richtung
7. Ausfahrschleife 180° auf Gewindemittelpunkt, Ende des GewindefräSENS
8. Verfahren aus der Bohrung heraus auf Startposition zentrisch über Kernlochbohrung



VHM-Bohrgewindefräser ab 1/232.

**Schnittwerte**

Werkstoffgruppe	Zugfestigkeit MPa (N/mm <sup>2</sup> )	Härte HB	Schnittgeschwindigkeit V <sub>c</sub> (m/min)	Vorschub pro Zahn f <sub>z</sub> (mm)	Bohrvorschub pro Umdrehung f <sub>b</sub> (mm)
○ Allgemeine Baustähle	≤ 850	–	80–120	0,02–0,10	–
○ Automatenstähle	≤ 1000	–	80–120	0,02–0,10	–
○ Unlegierte Einsatzstähle	≤ 750	–	80–120	0,02–0,10	–
○ Unlegierte Vergütungsstähle	≤ 850	–	80–120	0,02–0,10	–
● Legierte Einsatzstähle	≥ 850...1200	–	60– 80	0,01–0,08	–
● Legierte Vergütungsstähle	≥ 850...1200	–	60– 80	0,01–0,08	–
● Legierte Werkzeugstähle	≤ 1000	–	60– 80	0,01–0,08	–
● Schnellarbeitsstähle	≥ 650...1000	–	60– 80	0,01–0,08	–
● Rost- und säurebeständige Stähle, geschwefelt	≤ 850	–	50– 70	0,02–0,10	–
● austenitisch	≤ 850	–	50– 70	0,02–0,10	–
● martensitisch	≤ 850	–	50– 70	0,02–0,10	–
● Allgemeine Baustähle	≤ 800	–	80–100	0,02–0,10	–
● Automatenstähle	≤ 1000	–	80–100	0,02–0,10	–
● Einsatzstähle	≤ 1000	–	80–100	0,02–0,10	–
● Vergütungsstähle	≤ 1200	–	80–100	0,02–0,10	–
● Nitrierstähle	≤ 1200	–	80–100	0,02–0,10	–
● Kugelgrafitguss	–	≤ 240	80–120	0,02–0,10	0,05–0,20
● Aluminium und Al-Legierung	≤ 400	–	150–300	0,05–0,20	0,05–0,25
● Al-Knetlegierungen	≤ 400	–	150–300	0,05–0,20	0,05–0,25
● Al-Gusslegierungen ≤ 10 % Si	≤ 600	–	150–300	0,05–0,20	0,05–0,40
● > 10 % Si	≤ 600	–	100–200	0,05–0,20	0,05–0,30
○ Gusseisen	–	≤ 240	100–150	0,05–0,15	0,05–0,25
○ Kugelgrafitguss	–	≤ 240	80–120	0,05–0,15	0,05–0,20
○ Temperguss	–	< 300	80–120	0,05–0,15	0,05–0,20
● Messing, kurzspanend	≤ 600	–	150–250	0,05–0,25	0,05–0,40
● langspanend	≤ 600	–	150–250	–	0,05–0,25
● Kunststoffe	–	–	100–200	0,05–0,25	0,05–0,40
● Magnesium-Legierungen	≤ 450	–	150–300	0,05–0,25	0,05–0,40
● Titan und Ti-Legierungen	≤ 1200	–	40– 60	0,01–0,08	–
● Ni-Legierungen	≤ 1200	–	40– 60	0,01–0,08	–

Die Oberfläche der Gewindefräser beeinflusst nicht die Schnittwerte.

Vielmehr bestimmt sie die Eignung eines GewindefräSers für die Bearbeitung eines Werkstoffs:

- = blank
- = Stähle und Nickellegierungen
- = TiCN

**Berechnungsformeln:**

$$V_c = \frac{d \cdot \pi \cdot n}{1000} \text{ [m/min]}$$

$$v = \frac{V_c \cdot 1000}{d \cdot \pi} \text{ [min}^{-1}\text{]}$$

$$V_f = n \cdot z \cdot f_z \text{ [mm/min]}$$

$$v_m = \frac{V_f \cdot (D - d)}{D} \text{ [mm/min]}$$

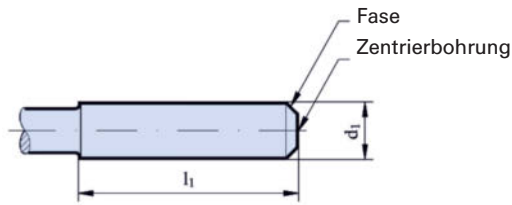
$$v_b = n \cdot f_b \text{ [mm/min]}$$

- V<sub>c</sub> = Schnittgeschwindigkeit
- V<sub>f</sub> = Konturvorschub
- v<sub>m</sub> = Mittelpunktsbahnvorschub
- n = Drehzahl
- z = Schneidenzahl
- f<sub>z</sub> = Vorschub pro Zahn
- f<sub>b</sub> = Bohrvorschub pro Umdrehung\*
- v<sub>b</sub> = Bohrvorschubgeschwindigkeit\*
- D = Gewinde-Nenndurchmesser [mm]
- d = FräSer-Außendurchmesser [mm]

\* Für das BohrgewindefräSEN.

glatt

Form A



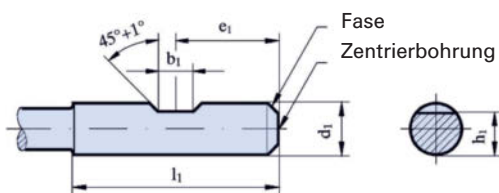
Maße in mm

$d_1$	$l_1$
<b>h8</b>	+2 0
3	28
4	28
5	28
6	36
8	36
10	40
12	45
16	48
20	50
25	56
32	60
40	70
50	80
63	90

mit seitlicher Mitnahmefläche

Form B

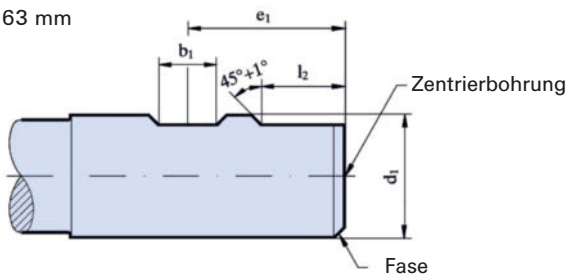
mit einer Mitnahmefläche  
für  
 $d_1 = 6 \dots 20$  mm



Maße in mm

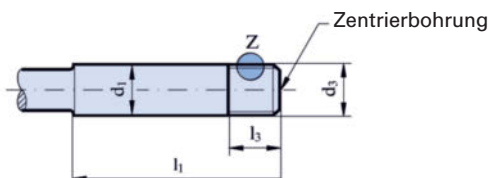
$d_1$	$b_1$	$e_1$	$h_1$	$l_1$	$l_2$	Zentrierbohrung
<b>h6</b>	+0,05	0	h13	+2	+1	Form R DIN 332 Teil 1
6	4,2	18	4,8	36	–	1,6 x 2,5
8	5,5	18	6,6	36	–	1,6 x 3,35
10	7	20	8,4	40	–	1,6 x 3,35
12	8	22,5	10,4	45	–	1,6 x 3,35
16	10	24	14,2	48	–	2,0 x 4,25
20	11	25	18,2	50	–	2,5 x 5,3
25	12	32	23	56	17	2,5 x 5,3
32	14	36	30	60	19	3,15 x 6,7
40	14	40	38	70	19	3,15 x 6,7
50	18	45	47,8	80	23	3,15 x 6,7
63	18	50	60,8	90	23	3,15 x 6,7

mit zwei Mitnahmeflächen  
für  
 $d_1 = 25 \dots 63$  mm



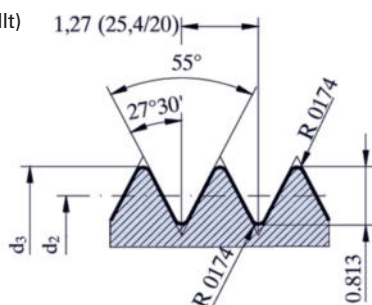
mit Anzugsgewinde

Form D



Einzelheit Z

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



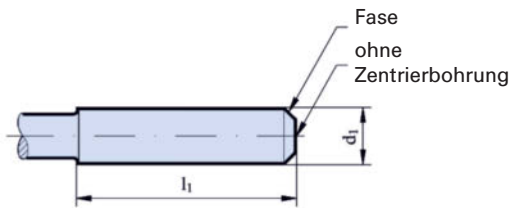
Maße in mm

$d_1$	$d_3$	$d_2$	$l_1$	$l_3$	Zentrierbohrung
<b>h8</b>	Grenz- abmaße	Grenz- abmaße	+2 0	+2 0	Form R DIN 332 Teil 1
6	5,9 –0,1	5,087 –0,1	36	10	1,6 x 2,5
10	9,9 –0,1	9,087 –0,1	40	10	1,6 x 3,35
12	11,9 –0,1	11,087 –0,1	45	10	1,6 x 3,35
16	15,9 –0,1	15,087 –0,1	48	10	2,0 x 4,25
20	19,9 –0,15	19,087 –0,15	50	15	2,5 x 5,3
25	24,9 –0,15	24,087 –0,15	56	15	2,5 x 5,3
32	31,9 –0,15	31,087 –0,15	60	15	3,15 x 6,7

glatt

Form HA

für Spiralbohrer  
und Schaftfräser



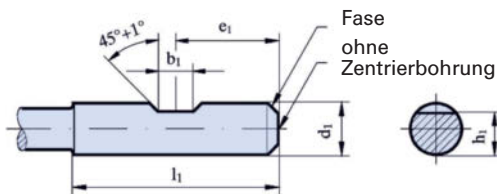
Maße in mm

$d_1$	$l_1$
<b>h6</b>	+2 0
2	28
3	28
4	28
5	28
6	36
8	36
10	40
12	45
14	45
16	48
18	48
20	50
25	56
32	60

mit seitlicher Mitnahmefläche

Form HB

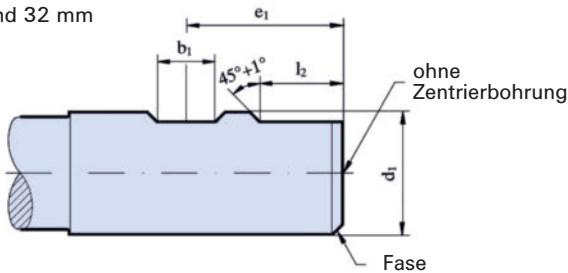
mit **einer** Mitnahmefläche  
für  
 $d_1 = 6$  und  $20$  mm



Maße in mm

$d_1$	$b_1$	$e_1$	$h_1$	$l_1$	$l_2$
<b>h6</b>	+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	23,0	56	17
32	14	36	30,0	60	19

mit **zwei** Mitnahmeflächen  
für  
 $d_1 = 25$  und  $32$  mm



mit geneigter Spannfläche ohne Kühlkanäle\*

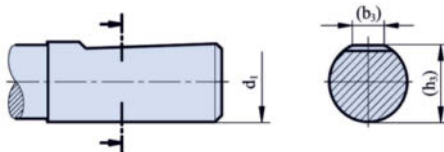
Form HE

für  $d_1 = 6$  bis  $20$  mm

Maße in mm

$d_1$	$(b_2)$	$(b_3)$	$h_2$	$(h_3)$	$l_1$	$l_4$	$l_5$	$r_2$
<b>h6</b>	≈		h11		+2 0	0 -1	Nenn- maß	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

für  $d_1 = 25$  und  $32$  mm



\* 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.

## Die neuen Werkstoff-Kurznamen nach DIN EN

Werkstoff Nr.	Kurzname alt	Kurzname NEU	Werkstoff Nr.	Kurzname alt	Kurzname NEU	Werkstoff Nr.	Kurzname alt	Kurzname NEU
-	St 45.8 (ersetzt)	P265	<b>1.0715</b>	9 SMn 28	11SMn30	<b>1.4435</b>	X2CrNiMo 18 14 3	X2CrNiMo18-14-3
-	St 42.8 (ersetzt)	P265	<b>1.0718</b>	9 SMnPb 28	11SMnPb30	<b>1.4436</b>	X5CrNiMo17 13 3	X3CrNiMo17-13-3
-	-	X10CrMoVNb9-1	<b>1.0721</b>	10 S 20	10S20	<b>1.4438</b>	X2CrNiMo18 16 4	X2CrNiMo18-15-4
-	-	X10Ni9	<b>1.0722</b>	10 S Pb 20	10SPb20	<b>1.4460</b>	X4CrNiMo 27 5 2	X3CrNiMoN27-5-2
-	-	X11CrMo5+1	<b>1.0726</b>	35 S 20	35S20	<b>1.4462</b>	X2CrNiMoN22 5 3	X2CrNiMoN22-5-3
-	-	X12Ni5	<b>1.0727</b>	45 S 20	46S20	<b>1.4509</b>	X6CrTiNb 18	X2CrTiNb18
-	-	X20CrMoNiV11-1	<b>1.0728</b>	60 S 20	-	<b>1.4510</b>	X6CrTi 17	X3CrTi17
-	-	8CrMo5-5	<b>1.0736</b>	9 SMn 36	11SMn37	<b>1.4511</b>	X6CrNb 17	X3CrNb17
-	-	8MoB5-4	<b>1.0737</b>	9 SMnPb 36	11SMnPb37	<b>1.4512</b>	X6CrTi 12	X2CrTi12
-	-	9NiCuMoNb5-6-4	<b>1.0756</b>	35 SPb 20	35SPb20	<b>1.4520</b>	X1CrTi 15	X2CrTi17
-	-	11CrMo9-10+NT	<b>1.0757</b>	45 SPb 20	46SPb20	<b>1.4521</b>	X2CrMoTi 18 2	X2CrMoTi18-2
-	-	11MnNi4-2	<b>1.0760</b>	-	38SMn26	<b>1.4522</b>	X2CrMoNb 18 2	X2CrMoNb18-2
-	-	12MoCrV6-2-2	<b>1.0761</b>	-	38SMnPb26	<b>1.4532</b>	X7CrNiMoAl 15 7	X8CrNiMoAl15-7-2
-	-	13CrMo4-5+N	<b>1.0762</b>	-	44SMn28	<b>1.4541</b>	X6CrNiTi 18 10	X6CrNiTi18-10
-	-	13CrMo5-5	<b>1.0763</b>	-	44SMnPb28	<b>1.4542</b>	X5CrNiCuNb 17 4	X5CrNiCuNb16-4
-	-	13MnNi5-2	<b>1.0873</b>	-	DC06 [Fe P06]	<b>1.4550</b>	X6CrNiNb 18 10	X6CrNiNb18-10
-	-	20CrMoV13-5-5	<b>1.1103</b>	ESStE 255	S255NL1	<b>1.4558</b>	X2NiCrAlTi 32 20	X2NiCrAlTi32-20
-	-	26CrMo4-2	<b>1.1105</b>	ESStE 315	S315NL1	<b>1.4567</b>	X3CrNiCu 18 9 X	X3CrNiCu18-9-4
<b>1.0022</b>	St 01Z	-	<b>1.1121</b>	Ck 10	C10E	<b>1.4568</b>	X7CrNiAl 17 7	X7CrNiAl17-7
<b>1.0035</b>	St 33	S185	<b>1.1141</b>	Ck 15	C15E	<b>1.4577</b>	X3CrNiMoTi 25 25	X3CrNiMoTi25-25
<b>1.0039</b>	St 37-2	S235JRH	<b>1.1151</b>	Ck 22	C22E	<b>1.4592</b>	X1CrMoTi 29 4	X2CrMoTi29-4
<b>1.0044</b>	St 44-2	S275JR	<b>1.1158</b>	Ck 25	C25E	<b>1.4713</b>	X10CrAl 7	X10CrAlSi7
<b>1.0050</b>	St 50-2	E295	<b>1.1170</b>	28 Mn 6	28Mn6	<b>1.4724</b>	X10CrAl 13	X10CrAlSi13
<b>1.0060</b>	St 60-2	E335	<b>1.1178</b>	Ck 30	C30E	<b>1.4742</b>	X10CrAl 18	X10CrAlSi18
<b>1.0070</b>	St 70-2	E360	<b>1.1181</b>	Ck 35	C35E	<b>1.4762</b>	X10CrAl 24	X10CrAlSi25
<b>1.0114</b>	St 37-3U	S235J0	<b>1.1186</b>	Ck 40	C40E	<b>1.4821</b>	X20CrNiSi 25 4	X20CrNiSi25-4
<b>1.0226</b>	St 02Z	DX51D	<b>1.1191</b>	Ck 45	C45E	<b>1.4828</b>	X15CrNiSi 20 12	X15CrNiSi20-12
<b>1.0242</b>	StE 250-2Z	S250GD	<b>1.1203</b>	Ck 55	C55E	<b>1.4833</b>	X7CrNi 23 14	X7CrNi23-12
<b>1.0244</b>	StE 280-2Z	S280GD	<b>1.1206</b>	Ck 50	C50E	<b>1.4841</b>	X15CrNiSi 25 20	X15CrNiSi25-21
<b>1.0250</b>	StE 320-3Z	S320GD	<b>1.1221</b>	Ck 60	C60E	<b>1.4845</b>	X12CrNi 25 21	X12CrNi25-21
<b>1.0301</b>	C 10	-	<b>1.1241</b>	Cm 50	C50R	<b>1.4864</b>	X12NiCrSi 36 16	X12NiCrSi35-16
<b>1.0302</b>	C 10 Pb	-	<b>1.1750</b>	C 75 W	C75W	<b>1.4878</b>	X12CrNiTi 18 9	X10CrNiTi18-10
<b>1.0306</b>	St 06 Z	DX54D	<b>1.2067</b>	102 Cr 6	102Cr6	<b>1.5026</b>	55 Si 7	55Si7
<b>1.0312</b>	St 15	DC05 [Fe P05]	<b>1.3243</b>	S6-5-2-5	S 6-5-2-5	<b>1.5131</b>	50 MnSi 4	50MnSi4
<b>1.0319</b>	RRStE 210.7	L210GA	<b>1.3343</b>	S6-5-2	S 6-5-2	<b>1.5415</b>	15 Mo 3	16Mo3
<b>1.0322</b>	-	DX56D	<b>1.3344</b>	S6-5-3	S 6-5-3	<b>1.5530</b>	21 MnB 5	20MnB5
<b>1.0330</b>	St 12 [St 2]	DC01 [Fe P01]	<b>1.4000</b>	X6Cr 13	X6Cr13	<b>1.5531</b>	30 MnB 5	30MnB5
<b>1.0333</b>	USt 13	-	<b>1.4002</b>	X6CrAl 13	X6CrAl13	<b>1.5532</b>	38 MnB 5	38MnB5
<b>1.0338</b>	St 14 [St 4]	DC04 [Fe P04]	<b>1.4003</b>	X2Cr 11	X2CrNi12	<b>1.5637</b>	10 Ni 14	12Ni14
<b>1.0345</b>	H I	P235GH	<b>1.4005</b>	-	X12CrS13	<b>1.5710</b>	36 NiCr 6	36NiCr6
<b>1.0347</b>	RRSt 13 [RRSt 3]	DC03 [Fe P03]	<b>1.4006</b>	X10Cr 13	X12Cr13	<b>1.5715</b>	-	16NiCrS4
<b>1.0348</b>	UH I	P195GH	<b>1.4016</b>	X6Cr 17	X6Cr17	<b>1.5752</b>	14 NiCr 14	15NiCr13
<b>1.0350</b>	St 03Z	DX52D	<b>1.4021</b>	X20Cr 13	X20Cr13	<b>1.6210</b>	15 MnNi 6 3	15MnNi6-3
<b>1.0355</b>	St 05Z	DX53D	<b>1.4028</b>	X30Cr 13	X30Cr13	<b>1.6211</b>	16 MnNi 6 3	16MnNi6-3
<b>1.0356</b>	TTSt 35 N	P215NL	<b>1.4031</b>	X38Cr 13	X38Cr13	<b>1.6310</b>	20 MnMoNi 5 5	20MnMoNi5-5
<b>1.0358</b>	St 05 Z	-	<b>1.4034</b>	X46Cr 13	X46Cr13	<b>1.6311</b>	20 MnMoNi 4 5	20MnMoNi4-5
<b>1.0401</b>	C 15	-	<b>1.4037</b>	X65Cr 13	X65Cr13	<b>1.6341</b>	11 NiMoV 5 3	11NiMoV5-3
<b>1.0402</b>	C 22	C22	<b>1.4057</b>	X20CrNi 17 2	X17CrNi16-2	<b>1.6368</b>	15 NiCuMoNb 5	15NiCuMoNb5
<b>1.0403</b>	C 15 Pb	-	<b>1.4104</b>	X12CrMoS 17	X14CrMoS17	<b>1.6511</b>	36 CrNiMo 4	36CrNiMo4
<b>1.0406</b>	C 25	C25	<b>1.4105</b>	X4CrMoS 18	X6CrMoS17	<b>1.6523</b>	21 NiCrMo 2	21NiCrMo2-2
<b>1.0419</b>	St 52.0	L355	<b>1.4109</b>	X65CrMo 14	X70CrMo15	<b>1.6526</b>	21 NiCrMoS 2	21NiCrMoS2-2
<b>1.0425</b>	H II	P265GH	<b>1.4110</b>	X55CrMo 14	X55CrMo14	<b>1.6580</b>	30 CrNiMo 8	30CrNiMo8
<b>1.0429</b>	StE 290.7 TM	L290MB	<b>1.4112</b>	X90CrMoV 18	X90CrMoV18	<b>1.6582</b>	34 CrNiMo 6	34CrNiMo6
<b>1.0457</b>	StE 240.7	L245NB	<b>1.4113</b>	X6CrMo 17 1	X6CrMo17-1	<b>1.6587</b>	17 CrNiMo 6	18CrNiMo7-6
<b>1.0459</b>	RRStE 240.7	L245GA	<b>1.4116</b>	X45CrMoV 15	X50CrMoV15	<b>1.7003</b>	38 Cr 2	38Cr2
<b>1.0461</b>	StE 255	S255N	<b>1.4120</b>	X20CrMo 13	X20CrMo13	<b>1.7006</b>	46 Cr 2	46Cr2
<b>1.0473</b>	19 Mn 6	P355GH	<b>1.4122</b>	X35CrMo 17	X39CrMo17-1	<b>1.7016</b>	17 Cr 3	17Cr3
<b>1.0481</b>	17 Mn 4	P295GH	<b>1.4125</b>	X105CrMo 17	X105CrMo17	<b>1.7023</b>	38 CrS 2	38CrS2
<b>1.0484</b>	StE 290.7	L290NB	<b>1.4301</b>	X5CrNi 18 10	X5CrNi18-10	<b>1.7025</b>	46 CrS 2	46CrS2
<b>1.0486</b>	StE 285	P275N	<b>1.4303</b>	X5CrNi 18 12	X4CrNi18-12	<b>1.7030</b>	28 Cr 4	28Cr4
<b>1.0501</b>	C 35	C35	<b>1.4305</b>	X10CrNiS 18 9	X8CrNiS18-9	<b>1.7033</b>	34 Cr 4	34Cr4
<b>1.0503</b>	C 45	C45	<b>1.4306</b>	X2CrNi 19 11	X2CrNi19-11	<b>1.7034</b>	37 Cr 4	37Cr4
<b>1.0505</b>	StE 315	P315N	<b>1.4310</b>	X12CrNi 17 7	X10CrNi18-8	<b>1.7035</b>	41 Cr 4	41Cr4
<b>1.0511</b>	C 40	C40	<b>1.4311</b>	X2CrNiN 18 10	X2CrNiN18-10	<b>1.7036</b>	28 CrS 4	28CrS4
<b>1.0528</b>	C 30	C30	<b>1.4313</b>	X4CrNi 13 4	X3CrNiMo13-4	<b>1.7037</b>	34 CrS 4	34CrS4
<b>1.0529</b>	StE 350-3Z	S350GD	<b>1.4318</b>	X2CrNiN 18 7	X2CrNiN18-7	<b>1.7038</b>	37 CrS 4	37CrS4
<b>1.0535</b>	C 55	C55	<b>1.4335</b>	X1CrNi 25 21	X1CrNi25-21	<b>1.7039</b>	41 CrS 4	41CrS4
<b>1.0539</b>	StE 355N	S355NH	<b>1.4361</b>	X1CrNiSi 18 15	X1CrNiSi18-15-4	<b>1.7131</b>	16 MnCr 5	16MnCr5
<b>1.0540</b>	C 50	C50	<b>1.4362</b>	X2CrNiN 23 4	X2CrNiN23-4	<b>1.7139</b>	16 MnCrS 5	16MnCrS5
<b>1.0547</b>	St 52-3U	S355J0H	<b>1.4401</b>	X5CrNiMo17 12 2	X5CrNiMo17-12-2	<b>1.7147</b>	20 MnCr 5	20MnCr5
<b>1.0582</b>	StE 360.7	L360NB	<b>1.4404</b>	X2CrNiMo17 13 2	X2CrNiMo17-12-2	<b>1.7149</b>	20 MnCrS 5	20MnCrS5
<b>1.0601</b>	C 60	C60	<b>1.4410</b>	X10CrNiMo 18 9	X2CrNiMoN25-7-4	<b>1.7176</b>	55 Cr 3	55Cr3
<b>1.0710</b>	15 S 10	-	<b>1.4418</b>	X4CrNiMo 16 5	X4CrNiMo16-5-1	<b>1.7182</b>	27 MnCrB 5 2	27MnCrB5-2

Fortsetzung nächste Seite

Die neuen Werkstoff-Kurznamen nach DIN EN

Fortsetzung

Werkstoff Nr.	Kurzname alt	Kurzname NEU	Werkstoff Nr.	Kurzname alt	Kurzname NEU	Werkstoff Nr.	Kurzname alt	Kurzname NEU
1.7185	33 MnCrB 5 2	33MnCrB5-2	1.8550	34 CrAlNi 7	34CrAlNi7	1.8903	TStE 460	S460NL
1.7189	39 MnCrB 6 2	39MnCrB6-2	1.8807	13 MnNiMoV 5 4	13MnNiMoV5-4	1.8905	StE 460	P460N
1.7213	25 CrMoS 4	25CrMoS4	1.8812	18 MnMoV 5 2	18MnMoV5-2	1.8907	StE 500	S500N
1.7218	25 CrMo 4	25CrMo4	1.8815	18 MnMoV 6 3	18MnMoV6-3	1.8910	TStE 380	S380NL
1.7220	34 CrMo 4	34CrMo4	1.8821	StE 355 TM	P355M	1.8911	ESStE 380	S380NL1
1.7225	42 CrMo 4	42CrMo 4	1.8824	StE 420 TM	P420M	1.8912	TStE 420	S420NL
1.7226	34 CrMoS 4	34CrMoS4	1.8826	StE 460 TM	P460M	1.8913	ESStE 420	S420NL1
1.7227	42 CrMoS 4	42CrMoS4	1.8828	ESStE 420 TM	P420ML2	1.8915	TStE 460	P460NL1
1.7228	50 CrMo 4	50CrMo4	1.8831	ESStE 460 TM	P460ML2	1.8917	WStE 500	S500NL
1.7264	20 CrMo 5	20CrMo5	1.8832	TStE 355 TM	P355ML1	1.8918	ESStE 460	P460NL2
1.7321	20 MoCr 4	20MoCr4	1.8835	TStE 420 TM	P420ML1	1.8919	ESStE 500	S500NL1
1.7323	20 MoCrS 4	20MoCrS4	1.8837	TStE 460 TM	P460ML1	1.8930	WStE 380	P380NH
1.7333	22 CrMoS 3 5	22CrMoS3-5	1.8879	StE ...	P690Q	1.8932	WStE 420	P420NH
1.7335	13 CrMo 4 4	13CrMo4-5	1.8880	WStE ...	P690QH	1.8935	WStE 460	P460NH
1.7362	12 CrMo 19 5	12CrMo19-5	1.8881	TStE ...	P690QL1	1.8937	TStE 500	P500NH
1.7380	10 CrMo 9 10	10CrMo9-10	1.8882	10 MnTi 3	10MnTi3	1.8972	StE 415.7	L415NB
1.7383	-	11CrMo9-10	1.8888	ESStE ...	P690QL2	1.8973	StE 415.7 TM	L415MB
1.8159	50 CrV 4	51CrV4	1.8900	StE 380	S380N	1.8975	StE 445.7 TM	L450MB
1.8504	34 CrAl 6	34CrAl6	1.8901	StE 460	S460N	1.8977	StE 480.7 TM	L485MB
1.8519	31 CrMoV 9	31CrMoV9	1.8902	StE 420	S420N	1.8978	StE 550.7 TM	L555MB

Härtevergleich

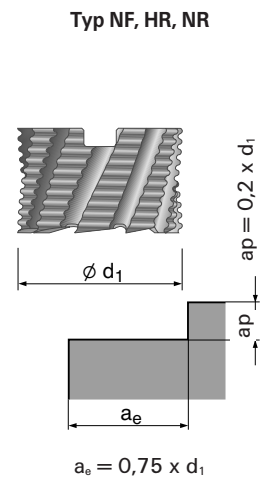
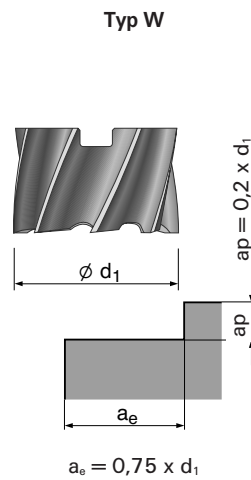
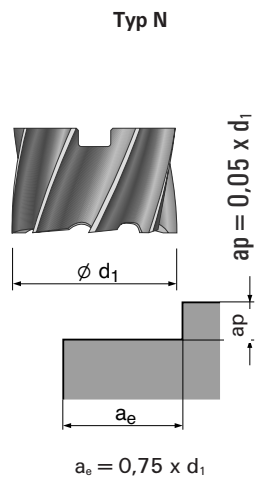
Rm (N/mm <sup>2</sup> )	HRC	HB30	HV10	Rm (N/mm <sup>2</sup> )	HRC	HB30	HV10
240		71	75	920	28	273	287
255		76	80	940	29	278	293
270		81	85	970	30	287	302
285		86	90	995	31	295	310
305		90	95	1020	32	301	317
320		95	100	1050	33	311	327
335		100	105	1080	34	319	336
350		105	110	1110	35	328	345
370		109	115	1040	36	337	355
385		114	120	1170	37	346	364
400		119	125	1200	38	354	373
415		124	130	1230	39	363	382
430		128	135	1260	40	372	392
450		133	140	1300	41	383	403
465		138	145	1330	42	393	413
480		143	150	1360	43	402	423
495		147	155	1400	44	413	434
510		152	160	1440	45	424	446
530		157	165	1480	46	435	458
545		162	170	1530	47	449	473
560		166	175	1570	48	460	484
575		171	180	1620	49	472	497
595		176	185	1680	50	488	514
610		181	190	1730	51	501	527
625		185	195	1790	52	517	544
640		190	200	1845	53	532	560
660		195	205	1910	54	549	578
675		199	210	1980	55	567	596
690		204	215	2050	56	584	615
705		209	220	2140	57	607	639
720		214	225	2180	58	622	655
740		219	230		59		675
755		223	235		60		698
770		228	240		61		720
785		233	245		62		745
800	22	238	250		63		773
820	23	242	255		64		800
835	24	247	260		65		829
860	25	255	268		66		864
870	26	258	272		67		900
900	27	266	280		68		940



## Formeln und Bezeichnungen

Symbol	Beschreibung	metrisch	Formeln
$V_c$	Schnittgeschwindigkeit	m/min	$V_c = \frac{\pi \cdot D_c \cdot n}{1000}$
$n$	Drehzahl pro min	U/min	$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot D_c}$
$f$	Vorschub pro Umdrehung	mm/a	$f = \frac{V_f}{n}$
$V_f$	Vorschub pro min	mm/min	$V_f = n \cdot Z_n \cdot f_z$
$f_z$	Vorschub pro Zahn	mm/Z	$f_z = \frac{V_f}{n \cdot Z_n}$
$Q$	Spanvolumen	cm <sup>3</sup> /min	$Q = \frac{ap \cdot a_e \cdot f}{1000}$
$T$	Bearbeitungszeit	min	$T = \frac{l_f}{V_f}$
$D_{(eff)}$	Effektiver Durchmesser	mm	$D_{(eff)} = 2 \cdot \sqrt{D \cdot ap - ap^2}$
$D_{(eff)}$	Effektiver Durchmesser bei Kippwinkel $\beta$	mm	$D_{(eff)} = D \cdot \sin \left[ \beta + \arccos \left( \frac{D - 2ap}{D} \right) \right]$
$l_f$	Fräslänge	mm	
$ap$	Schnitttiefe	mm	
$a_e$	Schnittbreite	mm	
$Z_n$	Zähnezahl		
$D_c$	Fräserdurchmesser	mm	

## Walzenstirfräser

Richtwerte für den Vorschub pro Zahn  $f_z$  in mm

$\varnothing d_1$	Typ N		Typ W		Typ NF, HR, NR	
	unbeschichtet	beschichtet	unbeschichtet	beschichtet	unbeschichtet	beschichtet
40	0,049	0,054	0,060	0,066	0,064	0,070
50	0,055	0,060	0,066	0,072	0,071	0,078
60	0,060	0,066	0,072	0,078	0,077	0,084
63	0,061	0,067	0,074	0,080	0,079	0,087
75	0,066	0,072	0,078	0,084	0,086	0,092
80	0,065	0,071	0,078	0,084	0,084	0,092
90	0,061	0,067	0,074	0,080	0,080	0,088
100	0,059	0,065	0,071	0,077	0,076	0,084

Bitte beachten Sie, dass der Wert  $f_z$  aus oben stehender Tabelle mit dem entsprechenden Korrektur-Faktor multipliziert werden muss. Die Korrektur-Faktoren finden Sie in der Tabelle auf [10/26-10/27](#).

## Generell gilt:

$$f_{z \text{ Fräsen}} = f_{z \text{ Tabelle}} \times \text{Korrektur-Faktor}$$

## Sonstige HSS-Bohrungs- und Schafffräser

Richtwerte für den Vorschub pro Zahn  $f_z$  in mm

## Scheibenfräser

$d_1 \times b$	$f_z$	$d_1 \times b$	$f_z$
50 x 4	0,020	100 x 10	0,028
50 x 5	0,020	100 x 12	0,036
50 x 6	0,020	100 x 14	0,036
50 x 8	0,025	100 x 16	0,036
50 x 10	0,025	100 x 18	0,039
63 x 1,6	0,006	100 x 20	0,039
63 x 2	0,010	125 x 1,6	0,008
63 x 2,5	0,012	125 x 2	0,012
63 x 3	0,015	125 x 2,5	0,016
63 x 4	0,020	125 x 3	0,018
63 x 5	0,022	125 x 4	0,022
63 x 6	0,022	125 x 5	0,025
63 x 8	0,022	125 x 6	0,027
63 x 10	0,026	125 x 8	0,029
80 x 1,6	0,006	125 x 10	0,029
80 x 2	0,012	125 x 12	0,037
80 x 2,5	0,015	125 x 14	0,037
80 x 3	0,020	125 x 16	0,037
80 x 4	0,024	125 x 18	0,042
80 x 5	0,024	125 x 20	0,042
80 x 6	0,024	160 x 2	0,012
80 x 8	0,027	160 x 2,5	0,014
80 x 10	0,027	160 x 3	0,016
80 x 12	0,034	160 x 4	0,020
80 x 16	0,034	160 x 5	0,022
100 x 1,6	0,006	160 x 6	0,024
100 x 2	0,012	160 x 8	0,028
100 x 2,5	0,014	160 x 10	0,030
100 x 3	0,016	160 x 12	0,038
100 x 4	0,020	160 x 14	0,038
100 x 5	0,024	160 x 16	0,045
100 x 6	0,024	160 x 18	0,045
100 x 8	0,028	160 x 20	0,045

## Halbrund-Profilfräser

$d_1 \times r$	$f_z$ konvex	$d_1 \times r$	$f_z$ konvex
50 x 1,0	0,012	50 x 1,0	0,020
50 x 1,5	0,014	50 x 2,0	0,025
50 x 2,0	0,018	63 x 3,0	0,032
63 x 2,5	0,024	63 x 4,0	0,036
63 x 3,0	0,025	63 x 5,0	0,042
63 x 3,5	0,028	80 x 6,0	0,050
63 x 4,0	0,030	80 x 8,0	0,066
63 x 4,5	0,032	100 x 10,0	0,080
63 x 5,0	0,034		
80 x 5,5	0,038		
80 x 6,0	0,042		
80 x 6,5	0,048		
80 x 7,0	0,052		
80 x 7,5	0,055		
80 x 8,0	0,060		
100 x 8,5	0,066		
100 x 9,0	0,074		
100 x 10,0	0,080		

## Prismenfräser

$d_1 \times$ Winkel $\alpha$	$f_z$
50 x 45°	0,026
63 x 45°	0,030
80 x 45°	0,034
100 x 45°	0,038
50 x 60°	0,026
63 x 60°	0,030
80 x 60°	0,034
100 x 60°	0,038
50 x 90°	0,038
63 x 90°	0,044
80 x 90°	0,048
100 x 90°	0,054

## T-Nutenfräser

$\varnothing \times$ Breite	$f_z$
12,5 x 6,0	0,012
16,0 x 8,0	0,015
18,0 x 8,0	0,020
21,0 x 9,0	0,030
25,0 x 11,0	0,030
28,0 x 12,0	0,030
32,0 x 14,0	0,030
36,0 x 16,0	0,031
40,0 x 18,0	0,032
45,0 x 20,0	0,035
50,0 x 22,0	0,038

## Aufsteck-Winkelfräser

$d_1 \times$ Winkel $\alpha$	$f_z$
40 x 45°	0,018
50 x 45°	0,024
63 x 45°	0,026
80 x 45°	0,033
50 x 60°	0,024
63 x 60°	0,026
80 x 60°	0,033
100 x 60°	0,037

## Winkelfräser

$d_1$	$f_z$
16,0	0,010
20,0	0,012
22,0	0,013
25,0	0,014
28,0	0,015
32,0	0,016
38,0	0,018
50,0	0,023

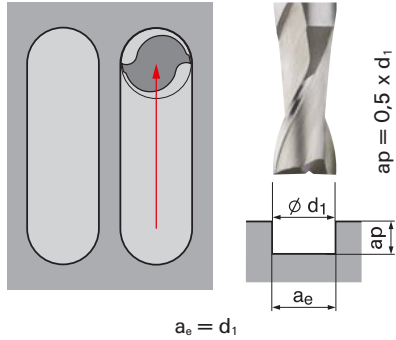
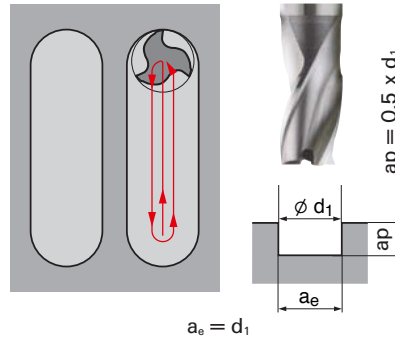
## Schlitzfräser

$\varnothing \times$ Breite	$f_z$
13,5 x 2,0	0,014
13,5 x 2,5	0,014
13,5 x 3,0	0,016
13,5 x 4,0	0,016
16,5 x 2,5	0,017
16,5 x 3,0	0,017
16,5 x 4,0	0,017
16,5 x 5,0	0,017
19,5 x 3,0	0,018
19,5 x 4,0	0,018
19,5 x 5,0	0,018
22,5 x 4,0	0,019
22,5 x 5,0	0,019
22,5 x 6,0	0,024
25,5 x 5,0	0,019
25,5 x 6,0	0,024
25,5 x 8,0	0,024
28,5 x 5,0	0,022
28,5 x 6,0	0,026
28,5 x 8,0	0,026
32,5 x 5,0	0,022
32,5 x 6,0	0,028
32,5 x 8,0	0,028

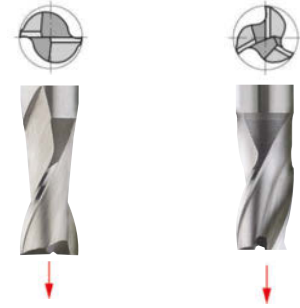
## Viertelrund-Profilfräser

Radius	$f_z$
1,0	0,014
1,5	0,015
2,0	0,016
2,5	0,017
3,0	0,018
4,0	0,020
5,0	0,022
6,0	0,027
8,0	0,040
10,0	0,052
12,0	0,058
16,0	0,073

## Fräsen von Passfedernuten mit kurzen HSS-E-Langlochfräsern

Richtwerte für den Vorschub pro Zahn  $f_z$  in mmVollmaßfräsen  
(in einem Schritt)Untermaßfräsen  
(im Rahmen fräsen)

Bohrfräsen



$\varnothing d_1$	Vollmaßfräsen		Untermaßfräsen				Bohrfräsen			
	unbeschichtet	beschichtet	Schruppschnitt		Schlichtschnitt		unbeschichtet	beschichtet	unbeschichtet	beschichtet
			unbeschichtet	beschichtet	unbeschichtet	beschichtet				
2	0,005	0,006	0,005	0,006	0,008	0,009	0,003	0,003	0,002	0,002
3	0,009	0,010	0,009	0,010	0,015	0,016	0,004	0,005	0,003	0,003
4	0,012	0,013	0,012	0,013	0,022	0,024	0,006	0,007	0,004	0,004
5	0,016	0,017	0,016	0,017	0,030	0,033	0,008	0,009	0,005	0,006
6	0,020	0,022	0,020	0,022	0,039	0,043	0,010	0,011	0,007	0,007
8	0,026	0,029	0,026	0,029	0,055	0,061	0,013	0,014	0,009	0,010
10	0,034	0,037	0,034	0,037	0,075	0,082	0,017	0,019	0,011	0,012
12	0,040	0,044	0,040	0,044	0,093	0,101	0,020	0,022	0,013	0,015
14	0,049	0,054	0,049	0,054	0,117	0,118	0,024	0,027	0,016	0,018
16	0,056	0,062	0,056	0,062	0,135	0,135	0,028	0,031	0,019	0,021
18	0,065	0,072	0,065	0,072	0,151	0,151	0,033	0,036	0,022	0,024
20	0,071	0,078	0,071	0,078	0,167	0,167	0,035	0,039	0,024	0,026
22	0,080	0,088	0,080	0,088	0,184	0,184	0,040	0,044	0,027	0,029
25	0,089	0,098	0,089	0,098	0,208	0,208	0,044	0,049	0,030	0,033
28	0,103		0,103		0,233		0,051		0,034	
32	0,118		0,118		0,265		0,059		0,039	
36	0,137		0,137		0,265		0,068		0,046	
40	0,133		0,133		0,265		0,067		0,044	
45	0,134		0,134		0,265		0,067		0,045	
50	0,131		0,131		0,265		0,065		0,044	

Bitte beachten Sie, dass der Wert  $f_z$  aus oben stehender Tabelle mit dem entsprechenden Korrektur-Faktor multipliziert werden muss.  
Die Korrektur-Faktoren finden Sie in der Tabelle auf [10/26-10/27](#).

## Generell gilt:

$$f_z \text{ Fräsen} = f_z \text{ Tabelle} \times \text{Korrektur-Faktor}$$

## HSS-E-Schaftfräser, extrakurze und kurze Ausführung

Richtwerte für den Vorschub pro Zahn  $f_z$  in mm

$\varnothing d_1$	unbeschichtet		beschichtet		unbeschichtet		beschichtet		unbeschichtet		beschichtet		unbeschichtet		beschichtet	
	unbeschichtet	beschichtet	unbeschichtet	beschichtet	unbeschichtet	beschichtet	unbeschichtet	beschichtet	unbeschichtet	beschichtet	unbeschichtet	beschichtet	unbeschichtet	beschichtet	unbeschichtet	beschichtet
2	0,008	0,009	0,008	0,009	0,008	0,009										
3	0,011	0,012	0,011	0,012	0,009	0,010										
4	0,017	0,018	0,014	0,015	0,013	0,014	0,015	0,016	0,013	0,014	0,011	0,012				
5	0,024	0,026	0,018	0,020	0,014	0,015	0,019	0,021	0,016	0,018	0,014	0,016				
6	0,032	0,035	0,022	0,024	0,015	0,017	0,024	0,027	0,020	0,022	0,018	0,019				
8	0,047	0,051	0,029	0,032	0,020	0,022	0,032	0,036	0,027	0,030	0,024	0,026				
10	0,065	0,072	0,037	0,041	0,026	0,028	0,042	0,047	0,035	0,039	0,031	0,034				
12	0,084	0,091	0,044	0,049	0,031	0,034	0,051	0,057	0,043	0,047	0,037	0,041				
14	0,100	0,106	0,054	0,059	0,037	0,041	0,063	0,069	0,053	0,058	0,045	0,050				
16	0,111	0,121	0,061	0,067	0,042	0,046	0,072	0,079	0,060	0,066	0,052	0,057				
18	0,126	0,136	0,070	0,077	0,048	0,053	0,084	0,093	0,071	0,078	0,061	0,067				
20	0,141	0,151	0,076	0,083	0,052	0,057	0,092	0,100	0,077	0,084	0,066	0,073				
22	0,160	0,166	0,085	0,094	0,059	0,065	0,117	0,114	0,087	0,096	0,075	0,082				
25	0,170	0,188	0,095	0,104	0,065	0,072	0,136	0,129	0,100	0,108	0,084	0,093				
28	0,196	0,210	0,109	0,120	0,075	0,083	0,157	0,150	0,114	0,125	0,098	0,108				
32	0,212	0,240	0,124	0,137	0,086	0,094	0,184	0,173	0,131	0,145	0,113	0,125				
36	0,224	0,240	0,144	0,159	0,099	0,109	0,170	0,187	0,142	0,162	0,126	0,140				
40	0,240	0,240	0,157	0,173	0,108	0,120	0,200	0,194	0,154	0,170	0,132	0,146				
45	0,240	0,240	0,157	0,173	0,108	0,120	0,200	0,220	0,170	0,180	0,140	0,160				
50	0,240	0,240	0,157	0,173	0,108	0,120	0,200	0,220	0,170	0,180	0,140	0,160				
56	0,240	0,240	0,157	0,173	0,108	0,120	0,200	0,220	0,170	0,180	0,140	0,160				
63	0,240	0,240	0,157	0,173	0,108	0,120	0,200	0,220	0,170	0,180	0,140	0,160				

Bitte beachten Sie, dass der Wert  $f_z$  aus oben stehender Tabelle mit dem entsprechenden Korrektur-Faktor multipliziert werden muss.  
Die Korrektur-Faktoren finden Sie in der Tabelle auf [10/26-10/27](#).

## Generell gilt:

$$f_{z \text{ Fräsen}} = f_{z \text{ Tabelle}} \times \text{Korrektur-Faktor}$$

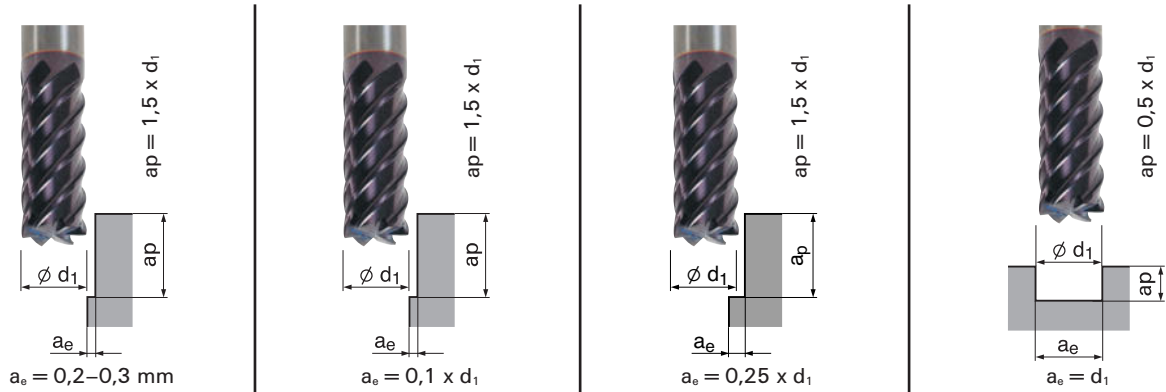
$$f_{z \text{ Bohren}} = \frac{f_{z \text{ Fräsen}}}{\text{Zähnezahl}}$$



## VHM-Schaft- und Langlochfräser, kurze und lange Ausführung

Richtwerte für den Vorschub pro Zahn  $f_z$  in mm

(Werte sind nicht für Hartfräsen geeignet!)



$\varnothing d_1$	unbeschichtet	beschichtet	unbeschichtet	beschichtet	unbeschichtet	beschichtet	unbeschichtet	beschichtet
2	0,006	0,008	0,006	0,008	0,004	0,005	0,003	0,004
3	0,010	0,012	0,010	0,012	0,007	0,008	0,005	0,007
4	0,013	0,016	0,011	0,014	0,009	0,010	0,007	0,009
5	0,017	0,020	0,013	0,017	0,011	0,013	0,008	0,011
6	0,020	0,024	0,015	0,020	0,013	0,015	0,010	0,013
8	0,027	0,032	0,020	0,027	0,018	0,020	0,013	0,018
10	0,033	0,040	0,025	0,033	0,022	0,025	0,017	0,022
12	0,040	0,048	0,030	0,040	0,027	0,030	0,020	0,027
14	0,047	0,056	0,035	0,047	0,031	0,035	0,023	0,031
16	0,053	0,064	0,040	0,053	0,036	0,040	0,027	0,036
18	0,060	0,072	0,045	0,060	0,040	0,045	0,030	0,040
20	0,067	0,080	0,050	0,067	0,044	0,050	0,033	0,044
25	0,083	0,100	0,083	0,083	0,056	0,063	0,042	0,056

Bitte beachten Sie, dass der Wert  $f_z$  aus oben stehender Tabelle mit dem entsprechenden Korrektur-Faktor multipliziert werden muss. Die Korrektur-Faktoren finden Sie in der Tabelle auf [10/26-10/27](#).

**Generell gilt:**

$$f_z \text{ Fräsen} = f_z \text{ Tabelle} \times \text{Korrektur-Faktor}$$

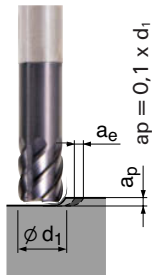
$$f_z \text{ Bohren} = \frac{f_z \text{ Fräsen}}{\text{Zähnezahl}}$$

## VHM-Torusfräser, kurze und lange Ausführung

Richtwerte für den Vorschub pro Zahn  $f_z$  in mm

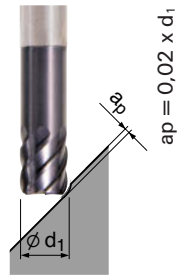
(Werte sind nicht für Hartfräsen geeignet!)

## Schruppen

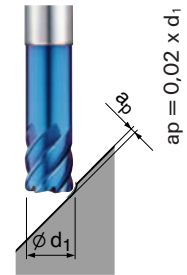


$$a_e = 0,2 \times d_1$$

## Schichten



## Hartfräsen



$\varnothing d_1$	unbeschichtet	beschichtet	unbeschichtet	beschichtet	beschichtet
2	0,010	0,015	0,009	0,010	0,005
3	0,018	0,020	0,010	0,015	0,010
4	0,025	0,030	0,018	0,020	0,015
5	0,035	0,040	0,025	0,030	0,020
6	0,055	0,060	0,045	0,050	0,030
8	0,075	0,080	0,065	0,070	0,050
10	0,090	0,100	0,075	0,080	0,070
12	0,110	0,120	0,090	0,100	0,090
16	0,135	0,150	0,110	0,120	0,100
18	0,145	0,160	0,125	0,140	0,110
20	0,165	0,180	0,135	0,150	0,120

Bitte beachten Sie, dass der Wert  $f_z$  aus oben stehender Tabelle mit dem entsprechenden Korrektur-Faktor multipliziert werden muss. Die Korrektur-Faktoren finden Sie in der Tabelle auf [10/26-10/27](#).

## Generell gilt:

$$f_{z \text{ Fräsen}} = f_{z \text{ Tabelle}} \times \text{Korrektur-Faktor}$$

Einsatzrichtwerte für die Schnittgeschwindigkeit  $V_c$  in m/min

1	Stahlwerkstoffe	Zugfestigkeit	Werkstoff-Bezeichnung	Werkst.-Nr.	Zugfestigkeit im Kern	Korrekturfaktor ( $x f_z$ )
1.1	Kaltfließpressstähle, Magneteisen	$\leq 400$ N/mm <sup>2</sup>	Q-St37-3 R-Fe80	1.0123 1.1014		1,2
1.2	Automatenstähle, allgemeine Baustähle	$\leq 600$ N/mm <sup>2</sup>	9SMnPb28 St37-2	1.0718 1.0037	500 – 700 N/mm <sup>2</sup> 340 – 470 N/mm <sup>2</sup>	1,2
1.3	Automatenstähle, Baustähle, legierte Stähle, Stahlguss	$\leq 850$ N/mm <sup>2</sup>	St70-2 GS-25CrMo4	1.0070 1.7218	700 – 900 N/mm <sup>2</sup> 650 – 950 N/mm <sup>2</sup>	1,1
1.4	Einsatzstähle, Vergütungsstähle, Nitrierstähle, Kaltarbeitsstähle	$\leq 1100$ N/mm <sup>2</sup>	16MnCr5 Ck45 100Cr6 X155CrVMo12-1	1.7131 1.1191 1.3505 1.2379	500 – 700 N/mm <sup>2</sup> 600 – 800 N/mm <sup>2</sup> 700 – 900 N/mm <sup>2</sup> 900 – 1100 N/mm <sup>2</sup>	1,0
1.5	Vergütungsstähle, Nitrierstähle, Warmarbeitsstähle, gehärtete Stähle bis 44 HRC	$\leq 1400$ N/mm <sup>2</sup>	42CrMo4V X30WCrV5-3 X38CrMoV5-3	1.7225 1.2567 1.2367	1200 – 1400 N/mm <sup>2</sup> 1100 N/mm <sup>2</sup> 900 – 1100 N/mm <sup>2</sup>	0,9
1.6	gehärtete Stähle > 44 – 55 HRC		55NiCrMoV6	1.2713	47 – 52 HRC	
1.7	gehärtete Stähle > 55 – 60 HRC		45WCrV7	1.2542	56 – 57 HRC	
1.8	gehärtete Stähle > 60 – 63 HRC		X155CrVMo12-1	1.2379	60 – 63 HRC	
1.9	gehärtete Stähle > 63 – 66 HRC		X210CrW12	1.2436	63 – 64 HRC	
1.10	rostbeständige Stähle, säurebeständige Stähle, hitzebeständige Stähle	$\leq 850$ N/mm <sup>2</sup>	X10NiCrAlTi32-20 [INCOLOY800] X12CrNiTi18-9 X6CrNiMoTi17-12-2	1.4876 1.4878 1.4571	610 – 850 N/mm <sup>2</sup> 500 – 700 N/mm <sup>2</sup> 500 – 730 N/mm <sup>2</sup>	1,0
1.11	rost-/säure-/hitzebeständige Stähle	$\leq 1100$ N/mm <sup>2</sup>	X45SiCr4	1.4704	900 – 1100 N/mm <sup>2</sup>	0,9
1.12	rost-/säure-/hitzebeständige Stähle	$\leq 1400$ N/mm <sup>2</sup>	X5NiCrTi26-15	1.4980	1200 N/mm <sup>2</sup>	0,8
1.13	Stahl-Sonderwerkstoffe		FerroTiC Hardox500		800 – 900 N/mm <sup>2</sup> 1300 – 1400 N/mm <sup>2</sup>	
<b>2</b>	<b>Gusswerkstoffe</b>					
2.1	Gusseisen		GG 20 GG 30	0.6020 0.6030	120 – 220 HB 220 – 270 HB	1,1
2.2	Gusseisen mit Kugelgraphit		GGG 40 GGG 70	0.7040 0.7070	400 N/mm <sup>2</sup> 700 – 1050 N/mm <sup>2</sup>	1,0
2.3	Gusseisen mit Vermikulargrafit		GGV (80 % Perlit) GGV (100 % Perlit)		220 HB 230 HB	1,0
2.4	Temperguss		GTW 40 GTS 65	0.8040 0.8165	360 – 420 N/mm <sup>2</sup> 580 – 650 N/mm <sup>2</sup>	1,0
2.5	Hartguss bis 400 HB				400 HB	
<b>3</b>	<b>Kupfer, Kupferleg., Bronze, Messing</b>					
3.1	Reinkupfer und niedriglegiertes Kupfer	$\leq 500$ N/mm <sup>2</sup>	E-Cu	2.0060	250 – 350 N/mm <sup>2</sup>	1,2
3.2	Kupfer-Zink-Legierungen (Messing) (langspanend)		CuZn40 [Ms60] CuZn37 [Ms63]	2.0360 2.0321	340 – 490 N/mm <sup>2</sup> 310 – 550 N/mm <sup>2</sup>	1,1
3.3	Kupfer-Zink-Leg. (Messing) (kurzspan.)		CuZn39Pb2 [Ms58]	2.0380	380 – 500 N/mm <sup>2</sup>	1,1
3.4	Kupfer-Alu.-Leg. (Alubronze) (langspan.) Kupfer-Zinn-Leg. (Bronze) (langspan.)		CuAl10Ni	2.0966	500 – 800 N/mm <sup>2</sup>	1,1
3.5	Kupfer-Zinn-Legierungen (Bronze) (kurzspanend)		GCuSn5ZnPb [Rg5] GCuSn7ZnPb [Rg7]	2.1096 2.1090	150 – 300 N/mm <sup>2</sup> 150 – 300 N/mm <sup>2</sup>	1,2
3.6	Kupfer-Sonderlegierungen bis Q18		Ampco16		630 N/mm <sup>2</sup>	1,0
3.7	Kupfer-Sonderlegierungen über Q18		Ampco20		600 N/mm <sup>2</sup>	
<b>4</b>	<b>Nickel-/Kobalt-Legierungen</b>					
4.1	Nickel-/Kobalt-Legierungen warmfest	$\leq 850$ N/mm <sup>2</sup>	NiCu30Fe [MONEL400]	2.4360	420 – 610 N/mm <sup>2</sup>	1,0
4.2	Nickel-/Kobalt-Leg. hochwarmfest	850 – 1400 N/mm <sup>2</sup>	NiCr19NbMo [INCONEL718]	2.4668	850 – 1190 N/mm <sup>2</sup>	0,9
4.3	Nickel-/Kobalt-Leg. hochwarmfest	> 1400 N/mm <sup>2</sup>	Haynes 25 (L605)		1550 – 2000 N/mm <sup>2</sup>	
<b>5</b>	<b>Aluminiumlegierungen</b>					
5.1	Alu-Knetlegierungen		Al 99,5 [F13] AlCuMg1 [F39]	3.0255 3.1325	100 – 250 N/mm <sup>2</sup> 300 – 500 N/mm <sup>2</sup>	1,5
5.2	Alu-Gusslegierungen $\leq 5$ % Si		G-AlMg3	3.3541	130 – 190 N/mm <sup>2</sup>	1,3
5.3	Alu-Gusslegierungen > 5 % – $\leq 12$ % Si		GD-AISI9Cu3 GD-AISI12	3.2163 3.2582	240 – 310 N/mm <sup>2</sup> 220 – 300 N/mm <sup>2</sup>	1,3
5.4	Alu-Gusslegierungen > 12 % Si		G-AISI17Cu4		180 – 250 N/mm <sup>2</sup>	1,3
<b>6</b>	<b>Magnesiumlegierungen</b>					
6.1	Magnesium-Knetlegierungen		MgAl6	3.5662	300 – 500 N/mm <sup>2</sup>	1,3
6.2	Magnesium-Gusslegierungen		GMgAl9Zn1	3.5912	300 – 500 N/mm <sup>2</sup>	1,5
<b>7</b>	<b>Titan, Titanlegierungen</b>					
7.1	Reintitan, Titanlegierungen	$\leq 900$ N/mm <sup>2</sup>	Ti3 [Ti99.4] TiAl6V4	3.7055 3.7164	700 N/mm <sup>2</sup> 700 – 900 N/mm <sup>2</sup>	1,0
7.2	Titanlegierungen	900 – 1250 N/mm <sup>2</sup>	TiAl4Mo4Sn2	3.7185	900 – 1250 N/mm <sup>2</sup>	0,8
<b>8</b>	<b>Kunststoffe</b>					
8.1	Duroplaste (kurzspanend)		BAKELIT		110 N/mm <sup>2</sup>	2,0
8.2	Thermoplaste (langspanend)		HOSTALEN		80 N/mm <sup>2</sup>	2,0
8.3	faserverstärkte Kunststoffe		CFK/GFK/AFK		800 – 1500 N/mm <sup>2</sup>	
<b>9</b>	<b>Werkstoffe für bes. Anwendungen</b>					
9.1	Grafit		C-8000		60 N/mm <sup>2</sup>	0,7
9.2	Wolfram-Kupfer-Legierungen		W-Cu 80/20		230 – 250 HV	1,0

Fräswerkzeuge ab  1/272.

Einsatzrichtwerte für die Schnittgeschwindigkeit  $V_c$  in m/min

Walzenstirnfräser/HSS-E		Langlochfräser/HSS-E		Schaft-/Formfräser HSS-E		Korrektur-Faktor
Unbesch. Ausführung	TiCN-besch. Ausführung	Unbesch. Ausführung	TiAlN-besch. Ausführung	Unbesch. Ausführung	TiCN/TiAlN-besch. Ausführung	
20 – 35	55 – 70	30 – 40	60 – 80	30 – 40	60 – 80	1,2
25 – 30	50 – 60	29 – 33	54 – 66	29 – 33	54 – 66	1,2
23 – 28	45 – 65	26 – 31	50 – 62	26 – 31	50 – 62	1,1
18 – 23	40 – 50	20 – 26	45 – 53	20 – 26	45 – 53	1,0
14 – 18	25 – 30	15 – 20	28 – 35	15 – 20	28 – 35	0,8
						0,7
						1,1
						1,0
						0,9
9 – 16	18 – 27	10 – 18	20 – 30	10 – 18	20 – 30	1,0
	13 – 18	9 – 14	14 – 20	9 – 14	14 – 20	0,9
	9 – 13	7 – 12	10 – 14	7 – 12	10 – 14	0,7
						0,7
20 – 25	30 – 40	23 – 28	35 – 47	23 – 28	35 – 47	1,1
19 – 23	30 – 35	21 – 26	32 – 40	21 – 26	32 – 40	1,1
16 – 20	25 – 30	18 – 22	28 – 32	18 – 22	28 – 32	1,0
27 – 36	40 – 55	30 – 40	45 – 60	30 – 40	45 – 60	1,1
						0,8
35 – 55	60 – 90	40 – 60	70 – 100	40 – 60	70 – 100	1,2
100 – 120	145 – 160	110 – 130	160 – 180	110 – 130	160 – 180	1,1
90 – 110	135 – 150	100 – 120	150 – 170	100 – 120	150 – 170	1,1
20 – 30	25 – 40	25 – 35	30 – 50	25 – 35	30 – 50	1,2
100 – 120	160 – 180	120 – 140	180 – 200	120 – 140	180 – 200	1,2
	16 – 21	12 – 18	18 – 23	12 – 18	18 – 23	1,0
						0,7
	9 – 16	6 – 9	10 – 18	6 – 9	10 – 18	1,1
	8 – 13	5 – 7	9 – 14	5 – 7	9 – 14	1,0
						0,7
130 – 120		150 – 250	250 – 350	150 – 250	250 – 350	1,9
90 – 130		100 – 150	150 – 200	100 – 150	150 – 200	1,8
55 – 65			130 – 160		130 – 160	1,6
			60 – 90		60 – 90	1,5
90 – 110		100 – 120	200 – 240	100 – 120	200 – 240	1,8
90 – 110		100 – 120	200 – 240	100 – 120	200 – 240	1,9
	18 – 23	15 – 18	20 – 25	15 – 18	20 – 25	1,0
	14 – 18	10 – 13	15 – 20	10 – 13	15 – 20	0,9
25 – 45		30 – 50	60 – 80	30 – 50	60 – 80	2,0
90 – 130		100 – 150	220 – 250	100 – 150	220 – 250	2,0
						1,0
			40 – 60		40 – 60	1,0
	18 – 27		20 – 30		20 – 30	1,1

## Toleranz DIN ISO 286

		Nennmessbereich in mm/Toleranzwerte in $\mu\text{m}$									
		von 1 bis 3	über 3 bis 6	über 6 bis 10	über 10 bis 18	über 18 bis 30	über 30 bis 50	über 50 bis 80	über 80 bis 120	über 120 bis 180	über 180 bis 250
Toleranz: Lage und Qualität Außenmaße	d 9	-20	-30	-40	-50	-65	-80	-100	-120	-145	-170
		-45	-60	-76	-93	-117	-142	-174	-207	-245	-285
	d 11	-20	-30	-40	-50	-65	-80	-100	-120	-145	-170
		-80	-105	-130	-160	-195	-240	-290	-340	-395	-460
	e 8*	-14	-20	-25	-32	-40	-50	-60	-72	-85	-100
		-28	-38	-47	-59	-73	-89	-106	-126	-148	-172
	f 8	-6	-10	-13	-16	-20	-25	-30	-36	-43	-50
		-20	-28	-35	-43	-53	-64	-76	-96	-106	-122
	f 9	-6	-10	-13	-16	-20	-25	-30	-36	-43	-50
		-31	-40	-49	-59	-72	-87	-104	-123	-143	-165
	h6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-6	-8	-9	-11	-13	-16	-19	-22	-25	-29
	h7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-10	-12	-15	-15	-21	-25	-30	-35	-40	-46
	h8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-14	-18	-22	-27	-33	-39	-46	-54	-63	-72
	h9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-25	-30	-36	-43	-52	-62	-74	-87	-100	-115
	h10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-40	-48	-58	-70	-84	-100	-120	-140	-160	-185
	h11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-60	-75	-90	-110	-130	-160	-190	-220	-250	-290
	h12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-100	-120	-150	-180	-210	-250	-300	-350	-400	-460
	js 11	+30	+38	+45	+55	+65	+80	+95	+110	+125	+145
		-30	-38	-45	-55	-65	-80	-95	-110	-125	-145
	js 14	+125	+150	+180	+215	+260	+310	+370	+435	+500	+575
		-125	-150	-180	-215	-260	-310	-370	-435	-500	-575
	js 16	+300	+375	+450	+550	+650	+800	+950	+1100	+1250	+1450
		-300	-375	-450	-550	-650	-800	-950	-1100	-1250	-1450
k 10	+40	+48	+58	+70	+84	+100	+120	+140	+160	+185	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
k 11	+60	+75	+90	+110	+130	+160	+190	+220	+250	+290	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
k 12	+90	+120	+150	+180	+210	+250	+300	+350	+400	+460	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
k 16	+600	+750	+900	+1100	+1300	+1600	+1900	+2200	+2500	+2900	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

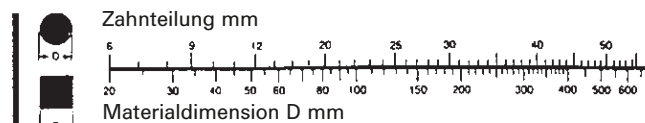
\* Fräser nach Toleranz e 8 erzeugen eine Passfedernute Toleranz P9 in einem Schnitt.



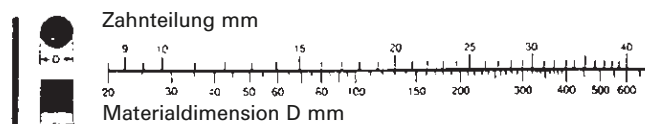
**Auswahltabelle für die Zahnteilung für HSS- und Segment-Kreissägeblätter**

**Werkstoff:**

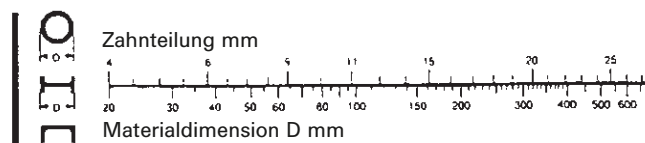
Nichtrostende Stähle,  
Leichtmetall, Kupfer, Stahlguss



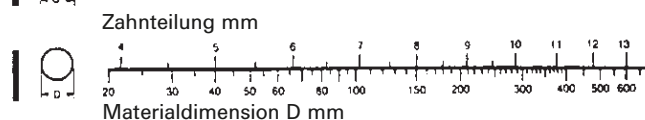
Schnellarbeitsstähle,  
legierte Werkzeugstähle,  
Messing, Bronze,  
Guss



Dickwandige Rohre und Profilstahl



Dünnwandige Rohre und Profilstahl



**Auswahltabelle für Span- und Freiwinkel, Schnittgeschwindigkeit**

Werkstoffe	Zugfestigkeit	Span- und Freiwinkel	Schnittgeschwindigkeit m/min
	N/mm <sup>2</sup>		
<b>Unlegierte Stähle</b>			
St 33, St 34, St 37	330– 450	18–20/8	24–60
St 42, St 50, St 52	450– 600	18/8	18–32
C 10 G, C 15 G, C 22 N, C 35 N	450– 600	18/8	18–32
St 60, St 70, C 45 N, C 60 N	600– 850	15/8	14–22
<b>Legierte Stähle</b>			
15 Cr 3	500– 700	15/8	
16 Mn Cr 5, 20 Mn Cr 5	600– 800	15/6	12–24
37 Mn St 5, 42 Mn V 7	750– 850	15/6	
50 CrV 4, 35 Ni Cr 18	800– 900		
14 Ni Cr 14	600– 700	15/6	10–16
34 Cr Ni Mo 6, 22 Ni Cr 14	700– 800		
<b>Spezialstähle</b>			
mit hoher Festigkeit	1000–1200		5–8
Schnellstähle SS	800– 900	12/6	8–12
Nichtrostende Stähle	500– 700		6–10
<b>Walzprofile</b>			
DIN 1024/25/26	340– 450	18/8	24–36
Stahlrohre	500– 600	15/8	18–36
<b>Stahlguss DIN 1681</b>			
GS 38, GS 45	380– 450	18/8	14–22
GS 52, GS 60	520– 600	15/8	8–16
<b>Gusseisen</b>			
GG 12, GG 30	120– 300	15/6	14–25
<b>NE-Metalle</b>			
Kupfer		20/10	200–400
Zinklegierungen		25/10	100–200
Bronze	bis 600	5–10/10	40–120
Messing		10–15/8	200–300
Alpaka-Neusilber		20/10	20–75
Alu-Legierungen			
Mg-Legierungen		25/10	500–2000

**Nebenlöcher zu diversen Sägemaschinen**

Sägenfabrikat	Sägeblatt-Ø	Bohrungs-Ø	erforderliche Nebenlöcher	
	mm			
Adige	200–250	32	2/9/50 + 2/8/45	
	300–315	32	2/9/50 + 2/11/63	
	315–350	40	2/8/55 + 4/12/64	
	400–425	50	4/15/80	
Baier	175–250	32	4 versetzte Keilnuten	
	Berg & Schmid	225–300	32	ohne
		250–350	32	2/12/64
	315–350	40	2/12/64	
	425	50	4/15/80	
	BEWO	225–300	32	2/8/45
315–370		40	2/8/55 + 4/12/64	
Eisele	210–275	32	2/8/45	
	210–275	40	2/8/55	
	300–350	40	2/8/55 + 4/12/64	
Häberle	400–425	40	2/15/80 + 4/12/64	
	225–350	40	2/8/55	
	I. B. P.	200–350	32	2/11/63
Kaltenbach	250	32	ohne	
	350–450	50	4/15/80	
MEP	200–350	32	2/11/63	
	Trennjäger	250	32	2/9/50
		250–275	40	4/11/63
	315–400	50	4/14/85 + 4/15/80	
	400–460	60	8/16/90 + 4/18/100	
	Ulmia	250	32	ohne
250–400		40	4/11/63	
Wagner	210–275	32	4/9/50	
	315	40	4/11/63	
Wahlen	250–350	40	2/8/55 + 4/11/63	
Weidmann	225–300	32	2/8/45	
	275–350	40	2/8/55 + 4/12/64	

Die vorstehenden Daten entsprechen den Mittelwerten, die in praktischen Erfahrungen beim Einsatz verschiedener Sägemaschinen-Fabrikate ermittelt wurden. Je nach Maschinen-Fabrikat können sich Zahnteilungen und Umfangsgeschwindigkeiten geringfügig verändern.

Metall-/Segment-Kreissägeblätter ab 1/268.

## Einsatzempfehlungen Bimetal-Sägeblätter

### Ausführung:

#### 1) Einfahren eines neuen Sägebandes

Das Einfahren beeinflusst ganz wesentlich die Standzeit. Folgende Einfahrbedingungen werden empfohlen:

- 100 % in der normalen Schnittgeschwindigkeit (m/min) in Abhängigkeit von der Materialqualität einstellen.
- Den Vorschub nur auf 50 % des richtigen Wertes einstellen.
- Nach dem Zerspanen einer Fläche von ca. 500 cm<sup>2</sup> langsam auf den vollen Wert steigern.

#### 2) Auswahl der Zahnzahl und Zahnform gemäß nebenstehender Tabellen

##### 2.1) Zahnform und Spanwinkel

**Kombizahnung:** Sehr gut geeignet für wechselnde Materialquerschnitte, da der Anwendungsbereich vergrößert wird. Reduziert Schwingungen.

##### 2.2) Spanwinkel

- Rohre, Profile und kleinere Materialquerschnitte sollten mit einer robusten Zahnschneidkante gesägt werden (= 0° Spanwinkel/Normalzahn).
- Größere Materialquerschnitte und langspannende, zähe Werkstoffe sollten mit einem positiven Spanwinkel gesägt werden (10° Klauenzahn).

##### 2.3) Schnittgeschwindigkeit und Vorschub

Die Schnittgeschwindigkeit und der Vorschub sind abhängig von der Festigkeit des zu sägenden Materials.

Bei dünnwandigen Rohren (bis ca. 8 mm Wandstärke) möglichst Zahnteilungen mit 0° Spanwinkel verwenden.

Werkstoff	Schnittgeschwindigkeit in m/min	Schnittleistung in cm <sup>2</sup> /min bei einer Fläche von (mm)					
		25 ∅	50 ∅	75 ∅	100 ∅	150 ∅	200 ∅
Baustahl/Automatenstahl	80–90	25–35	40–50	50–60	55–70	70–90	75–85
Einsatzstähle/Vergütungsstähle	45–75	20–25	25–35	30–40	35–50	40–60	40–50
Unlegierte Werkzeugstähle/Walzlagerstähle	40–60	20–25	25–35	30–35	30–40	40–50	40–50
Legierte Werkzeugstähle/Schnellarbeitsstähle	30–40	15–20	20–25	25–30	30–35	30–35	30–35
Nichtrostende Stähle	20–35	10–15	15–20	15–20	15–20	15–20	15–20
Hitzebeständige Stähle/Hochwärmefeste Legierungen	15–20	5–10	5–10	7–13	5–15	5–15	5–15



#### Einspannen des Schnittgutes:

Das Material ist so einzuspannen, dass

- keine Vibrationen entstehen können
- bei Profilen, T-Trägern etc. möglichst gleichbleibende Eingriffslängen erreicht werden.

Bei Einsatz einer Schwenkrahmenmaschine sollte das Material nach Skizze 4, 5 und 6 eingespannt werden.

Beim Sägen von Rohren und Stangen im Bündel Materialendstücke punktschweißen.

Bandsägeblätter ab 1/254.

### Zahnteilungsempfehlungen für Vollmaterial Kombiverzahnung

Materialquerschnitt mm	Zahnteilung ZpZ
bis 30	10/14
20– 50	8/12
25– 60	6/10
35– 80	5/8
50– 100	4/6
70– 120	4/5
80– 150	3/4
130– 350	2/3
250– 600	1,4/2
500–1200	0,75–1,25
1000–3000	0,55–0,75

### Zahnteilungsempfehlung für Rohre



Wandstärke s mm	Zahnteilung Z (ZpZ)	Rohr außen-∅ D mm										
		20	40	60	80	100	120	150	200	300	400	500
2	14	14	14	14	14	14	10–14	10–14	8–12	8–12	6–10	5–8
3	14	14	10–14	10–14	10–14	14–14	8–12	8–12	6–10	6–10	5–8	4–6
4	14	14	10–14	10–14	8–12	8–12	8–12	8–12	5–8	5–8	4–6	4–6
5	14	10–14	10–14	10–14	8–12	8–12	8–12	6–10	5–8	5–8	4–6	4–6
6	14	10–14	10–14	8–12	8–12	8–12	8–12	5–8	5–8	4–6	4–6	4–6
8	14	10–14	8–12	8–12	8–12	6–10	6–10	5–8	4–6	4–6	4–6	4–6
10	–	8–12	6–10	6–10	6–10	5–8	5–8	4–6	4–6	4–6	3–4	3–4
12	–	8–12	6–10	6–10	5–8	5–8	4–6	4–6	4–6	3–4	3–4	3–4
15	–	8–12	6–10	5–8	5–8	4–6	4–6	4–6	3–4	3–4	3–4	3–4
20	–	–	6–10	5–8	4–6	4–6	4–6	3–4	3–4	3–4	2–3	2–3
30	–	–	–	4–6	4–6	4–6	3–4	3–4	3–4	2–3	2–3	2–3
50	–	–	–	–	–	3–4	3–4	3–4	2–3	2–3	2–3	2–3
75	–	–	–	–	–	–	–	2–3	2–3	2–3	2–3	2–3
100	–	–	–	–	–	–	–	–	2–3	2–3	1,4–2	1,4–2
150	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2–3	1,4–2	1,4–2
> 200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,4–2

Sind zwei oder mehr Rohre nebeneinanderliegend zu trennen, benutzen Sie die Tabelle unter Berücksichtigung der doppelten Wanddicke s.

## Ausführung der Drehfutter

### Keilstangenfutter Duro-T

Dieses Futter wird dort erfolgreich eingesetzt, wo hohe Spannkraft, hohe Rundlaufgenauigkeit und verlässliche Dauer-Wiederholgenauigkeit gefordert werden.

#### Wirkungsweise

Durch die tangential angeordnete Gewindespindel (1) wird die Kraft über eine mit Innengewinde versehene Keilstange (2) übertragen.

Die Keilstange bewegt über einen Gleitstein (3) den Treibring (4). Zwei weitere Gleitsteine im Treibring (4) leiten die Kräfte auf die anderen beiden Keilstangen über. Die mit einem schräg verlaufenden Profil versehenen Keilstangen greifen in die Grundbacken (5) ein und garantieren dadurch eine genaue, zentrische Spannung.

Die Backen lassen sich schnell und einfach wenden, austauschen oder über den ganzen Spannbereich versetzen. Dazu müssen die Keilstangen durch Drehen des Schlüssels nach links außer Eingriff gebracht werden, der Anzeigestift (7).

In dieser Position sind die Backen gegen Herausschleudern bei unbeachtetem Anlaufen der Maschinenspindel gesichert. Deshalb muss der Sperrschieber (6) einer jeden Backe über den entsprechenden Druckbolzen (8) am Außendurchmesser des Futtertrags entriegelt werden.

Gerade und große Kraftübertragungsflächen zwischen Keilstangen- und Backenverzahnung erbringen bei langer Lebensdauer eine sehr hohe Spannkraft und eine Genauigkeit, die doppelt so groß ist wie in DIN 6386 vorgeschrieben. Die hohe Spannkraft wird durch manuelles Drehen mit dem Schlüssel, ohne besonderen Kraftaufwand, erreicht.

#### Schmierung

Zur Erhaltung der Spannkraft müssen Drehfutter regelmäßig geschmiert werden. Einen entsprechenden Hinweis finden Sie in der Betriebsanleitung, die jedem Futter beigegeben wird. Zur einfachen Wartung wurden die Duro-T Futter mit drei zusätzlichen Schmiernippeln an der Stirnseite ausgestattet.

#### Bestell-Nr. 3090-3094

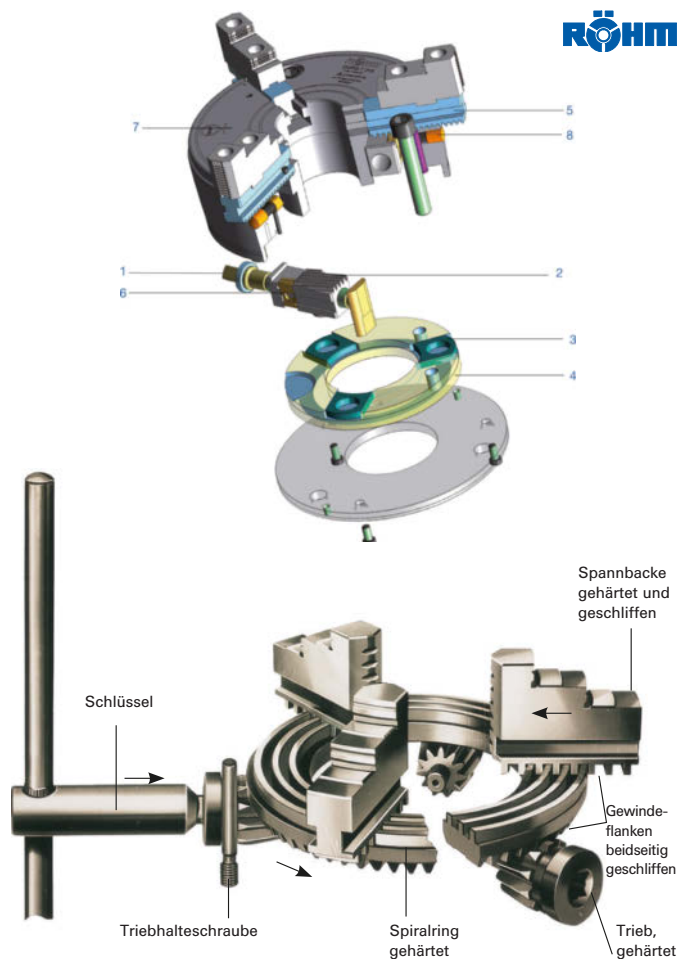
### Drehfutter mit Spiralling

Mithilfe des Spirallinges lassen sich die Backen stufenlos über den gesamten Spannbereich verstellen.

Richtdrehzahlen, Spannkraft, Genauigkeit, Unwucht usw. entsprechen DIN 6386 Teil 1, Klasse I.

Spiralling gesenkgeschmiedet, serienmäßig ausgewuchtet, gehärtet. Gewindeflanken beidseitig geschliffen. Schmierung über Nippel.

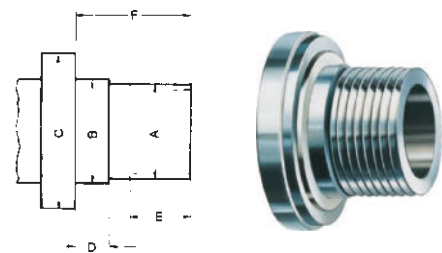
#### Bestell-Nr. 3000-3021



## Maschinen-Spindelkopf nach DIN

### DIN 800, mit Gewinde

A	B <sub>5</sub>	C	D	E	F
Tol. mittel	mm	Kleinstmaß mm	mm	mm	mm
M20	21	30	6,3	10	20
M24	25	36	8	12	24
M33	34	50	9	14	30
M39	40	56	10	16	35
M45	46	67	11	18	40
M52	55	80	12	20	45
M60	62	90	14	22	50
M76 x 6	78	112	16	30	63
M105 x 6	106	150	20	40	80

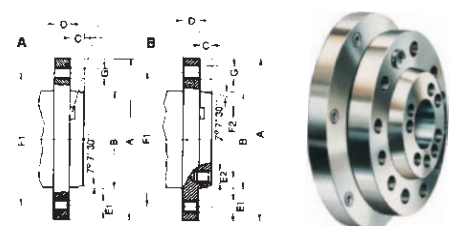


**Form A:** Gewinde und Durchgangslöcher im Flansch (ohne inneren Lochkreis).

**Form B:** Gewindelöcher und Durchgangslöcher im Flansch (äußerer Lochkreis) und Gewindelöcher im inneren Lochkreis.

### DIN 55021 ab Kegelgröße 4 mit Mitnehmer

Spindelkopfgröße	A	B	C	D	Lochzahl auf äußerem Lochkreis (F 1)		F 1 (äußerer Lochkreis) mm	Lochzahl innerer Lochkreis (F 2) E 2		F 2 (innerer Lochkreis) mm
	mm	mm	mm	mm	E 1	G				
3	102	53,985	11	16	3 x M10	3 x 10,5	75	-	-	
4	112	63,525	11	20	3 x M10	3 x 10,5	85	-	-	
5	135	82,575	13	22	7 x M10	4 x 10,5	104,8	8 x M10	61,9	
6	170	106,390	14	25	7 x M12	4 x 13	133,4	8 x M12	82,6	
8	220	139,735	16	28	7 x M16	4 x 17	171,4	8 x M16	111,1	
11	290	196,885	18	35	12 x M20	6 x 21	235	11 x M20	165,1	
15	380	285,800	20	42	12 x M24	6 x 25	330,2	11 x M24	247,6	
20	520	412,800	21	48	12 x M24	6 x 25	463,6	11 x M24	368,3	



Drehfutter ab 3/80.

### Maschinen-Spindelkopf nach DIN

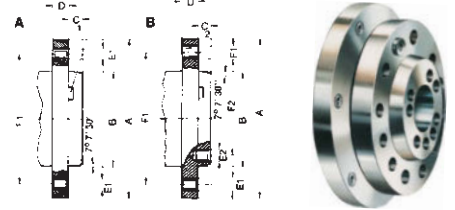
**Form A:** Gewindelöcher im Flansch (äußerer Lochkreis) **ohne** inneren Lochkreis.

**Form B:** Gewindelöcher im Flansch (äußerer Lochkreis) **und** im inneren Lochkreis.



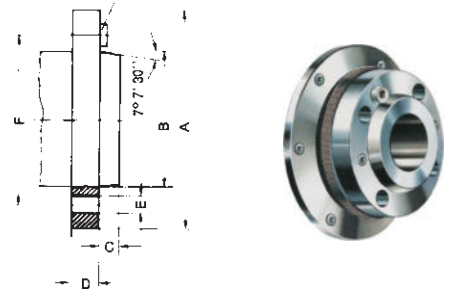
#### DIN 55026 ab Kegelgröße 4 mit Mitnehmer

Spindelkopfgröße	A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	D	Lochzahl auf auß. Lochkreis (F 1) E 1	F 1 (äußerer Lochkreis) mm	Lochzahl auf inn. Lochkreis (F 2) E 2	F 2 (innerer Lochkreis) mm
	mm	mm	mm	mm	mm				mm
3	92	53,983	11	–	16	3 x M10	70,6	–	–
4	108	63,521	11	–	20	11 x M10	82,6	–	–
5	133	82,573	13	14,289	22	11 x M10	104,8	8 x M10	61,9
6	165	106,385	14	15,875	25	11 x M12	133,4	8 x M12	82,6
8	210	139,731	16	17,462	28	11 x M16	171,4	8 x M16	111,1
11	280	196,883	18	19,05	35	11 x M20	235	8 x M20	165,1
15	380	285,791	19	20,638	42	12 x M24	330,2	11 x M24	247,6
20	520	412,795	21	22,225	48	12 x M24	463,6	11 x M24	368,3



#### DIN 55027 und 55022 ab Kegelgröße 4 mit Mitnehmer Bajonettenscheiben-Befestigung (ISO 702/II)

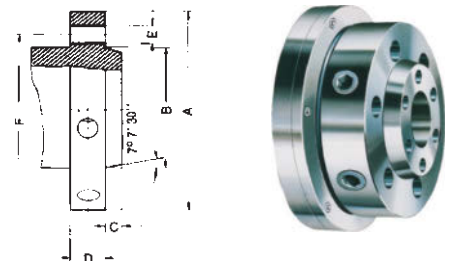
Spindelkopfgröße	A	B	C	D	E	F
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
3	102	53,985	11	16	3 x 21	75
4	112	63,525	11	20	3 x 21	85
5	135	82,575	13	22	4 x 21	104,8
6	170	106,390	14	25	4 x 23	133,4
8	220	139,735	16	28	4 x 29	171,4
11	290	196,885	18	35	6 x 36	235
15	400	285,800	19	42	6 x 43	330,2
20	540	412,800	21	48	6 x 43	463,6



### Maschinen-Spindelkopf nach DIN

#### DIN 55029 u. ASA B 5.9 D1, Camlock-Befestigung (ISO 702/II)

Spindelkopfgröße	A	B	C	D	E	F
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
3	92,1	53,985	11,1	31,8	3 x 15,1	70,66
4	117,5	63,525	11,1	33,3	3 x 16,7	82,55
5	146	82,575	12,7	38,1	6 x 19,8	104,8
6	181	106,390	14,3	44,5	6 x 23	133,4
8	225,4	139,735	15,9	50,8	6 x 26,2	171,4
11	298,5	196,885	17,5	60,3	6 x 31	235
15	403	285,8	19	69,9	6 x 35,7	330,2

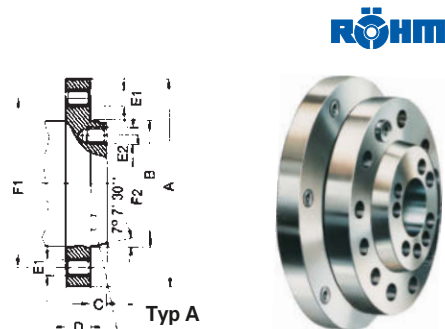


### Maschinen-Spindelkopf nach ASA B 5,9

#### Ab Kegelgröße 4 mit Mitnehmer

Spindelkopfgröße	A	B	C	D	Lochzahl auf äußerem Lochkreis (F 1) E 1	F 1 (äußerer Lochkreis) mm	Lochzahl auf inn. Lochkreis (F 2) E 2	F 2 (inn. Lochkr.) mm
	mm	mm	mm	mm		Typ A1/Typ B1		mm
5	133,4	82,575	14,288	22,2	11x7/16-14UNC	104,8	8x7/16-14UNC	61,9
6	165,1	106,390	15,875	25,4	11x1/2 -13UNC	133,4	8x1/2 -13UNC	82,6
8	209,5	139,735	17,462	28,6	11x5/8 -11UNC	171,4	8x5/8 -11UNC	111,1
11	279,4	196,885	19,05	34,9	11x3/4 -10UNC	235	8x3/4 -10UNC	165,1
15	381	285,8	20,638	41,3	12x7/8 - 9UNC	330,2	11x7/8 - 9UNC	247,6

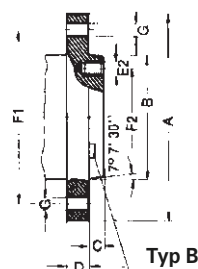
A1 Gewindelöcher im Flansch (äußerer Lochkreis) und im inneren Lochkreis  
 B1 Durchgangslöcher im Flansch (äußerer Lochkreis), Gewindelöcher im inneren Lochkreis



#### Ab Kegelgröße 4 mit Mitnehmer

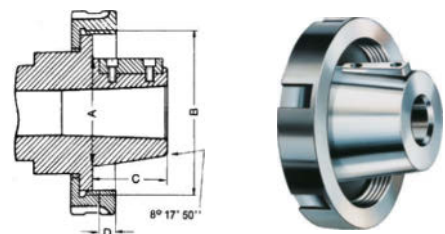
Spindelkopfgröße	A	B	C	D	Lochzahl auf äuß. Lochkreis (F 1) E 1	Lochzahl auf äuß. Lochkreis (F 1) G	F 2 (äußerer Lochkr.) mm
	mm	mm	mm	mm			Typ A2
3	92,1	53,985	11,1	15,9	3 x 7/16-14 UNC	3 x 11,9	70,66
4	108	63,525	11,1	19	11 x 7/16-14 UNC	11 x 11,9	82,55
5	133,4	82,575	12,7	22,2	11 x 7/16-14 UNC	11 x 11,9	104,8
6	165,1	106,390	14,3	25,4	11 x 1/2 -13 UNC	11 x 13,5	133,4
8	209,5	139,735	15,9	28,6	11 x 5/8 -11 UNC	11 x 16,7	171,4
11	279,4	196,885	17,5	34,9	11 x 3/4 -10 UNC	11 x 20,2	235
15	381	285,8	19	41,3	12 x 7/8 - 9 UNC	12 x 23,4	330,2

A2 Gewindelöcher im Flansch (äußerer Lochkreis) ohne inneren Lochkreis  
 B2 Durchgangslöcher im Flansch (äußerer Lochkreis)



#### Typ L, Langkegel

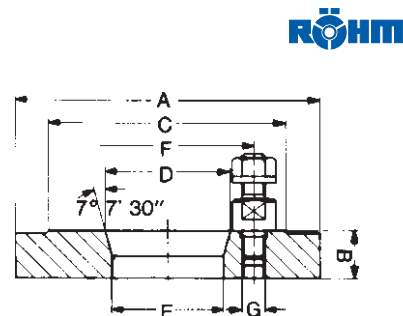
Spindelkopfgröße	A	B	C	D	Mitnehmerfeder
mm	mm	mm	mm	mm	
L00	69,850	3 3/4- 6 UNS	50,800	14,288	9,525 Ø x 38,1
L0	82,550	4 1/2- 6 UNS	60,325	15,875	9,525 Ø x 44,45
L1	104,775	6 - 6 UNS	73,025	19,050	15,875 Ø x 60,32
L2	133,350	7 3/4- 5 UNS	85,725	25,400	19,05 Ø x 73,2
L3	165,100	10 3/8-10 UNS	98,425	28,575	25,4 Ø x 82,55



#### Maß für Kurzkegel-Gussflansch

Kurzkegelgröße	3	4	5	6	8	11
C	98	117	146	181	225	298
D	53,985	63,525	82,575	106,390	139,735	196,885
E	51,2	60,6	79,4	103	135,7	192,5
F	75 (70,66)*	85 (82,55)*	104,8	133,4	171,4	235
G DIN 55027	M10	M10	M10	M12	M16	M20
G DIN 55029 UNF	7/16-20	7/16-20	1/2-20	5/8-18	3/4-16	7/8-14
Stiftschrauben	3	3	4	4	4	6
Stehbolzen	3	3	4	4	4	6
Camlockbolzen	3	3	6	6	6	6

\* Maße nach DIN 55029 Camlockbolzen.



Kraftbetätigte Drehfutter und Spanneinrichtungen, hydraulisch oder pneumatisch betätigt mit vollständigem Zubehör auf Anfrage lieferbar.

Maße A + B siehe hierzu Artikel 3080 und 3082.



## Kegelschaft für Fräsmaschinen und Bearbeitungszentren Anschlussmaße und Konstruktionsmerkmale

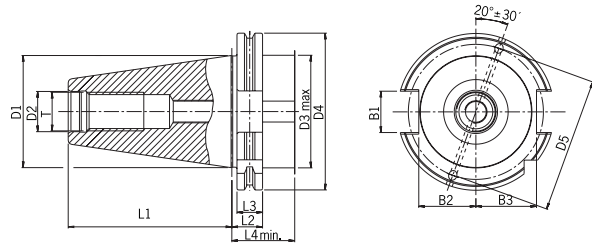
**Genauigkeit:** Kegel nach DIN 234. Kegelwinkel:  
Toleranz AT 3 DIN 7178 Teil 1 und nach DIN 2080 Teil 1/DIN 69871,  
andere Toleranzen nach DIN 7160 und DIN 7168.  
Oberflächenrauigkeit des Kegels  $RA < 0,001$  mm.

### DIN 69871 Teil 1

**Form A**  
ohne Durchgangsbohrung.

**Form AD**  
mit Durchgangsbohrung für zentrale Kühlmittelzufuhr.

**Form B**  
mit seitlichen Kühlmittelbohrungen, Anzugbolzen nach DIN 69872,  
ISO 7388/II-B oder mit Ringnut.

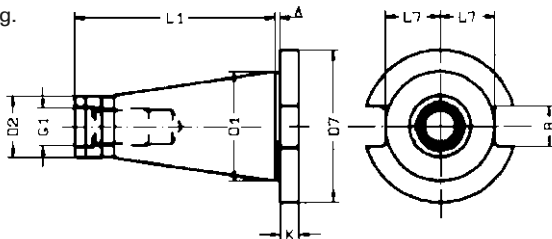


Größe	SK 40	SK 50
D1	44,45	69,85
D2	17	25
D3 max.	48	78
D4	63,55	97,5
D5	54	84
L1	68,4	101,75
L2	19,1	19,1

Größe	SK 40	SK 50
L3	15,9	15,9
L4 min.	35	35,1
T	M16	M24
B1	16,1	25,7
B2	22,8	35,5
B3	25	37,7

### DIN 2080

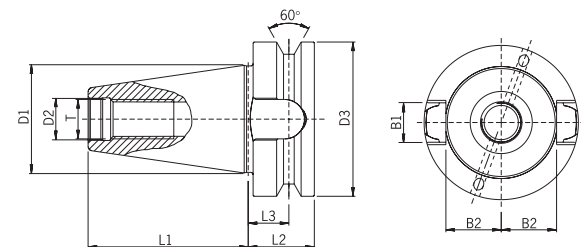
Mit Ringnut für automatische Spannung und Innengewinde für manuelle Spannung.



Größe	SK 40	SK 50
D1	44,45	69,85
D2	25,30	39,60
D7	63,00	97,50
A	1,60	3,20
B	16,10	25,70
K	10	12
L1	93,40	126,80
L7	22,50	35,30
G1	M16	M24

### JIS B 6339 (früher MAS BT)

Anzugbolzen nach JIS-Norm.



Größe	BT 40	BT 50
D1	44,45	69,85
D2	17	25
D3	63	100
D4	59	42
L1	65,40	101,80
L2	27	38
L3	25	35
L4	45	51
T	M16	M24
B1	16,1	25,7
B2	22,6	35,4

### Ausführungen der Werkzeugschäfte nach DIN 1835 bzw. DIN 6535

	Form A bzw. HA	Form B bzw. HB	Form E bzw. HE
Schaft- $\varnothing$ 6 bis 20 mm			
Schaft- $\varnothing$ 25 bis 32 mm			
	Glatter Schaft	Weldon Schaft	Whistle-Notch Schaft

### Übersicht HSK-Formen A, C + F nach DIN 69893

**Anschlussmaße und Konstruktionsmerkmale**

Für höchste Ansprüche hinsichtlich Genauigkeit und Steifigkeit bietet die neue Schnittstelle HSK deutliche Vorteile gegenüber dem herkömmlichen Steilkegel.

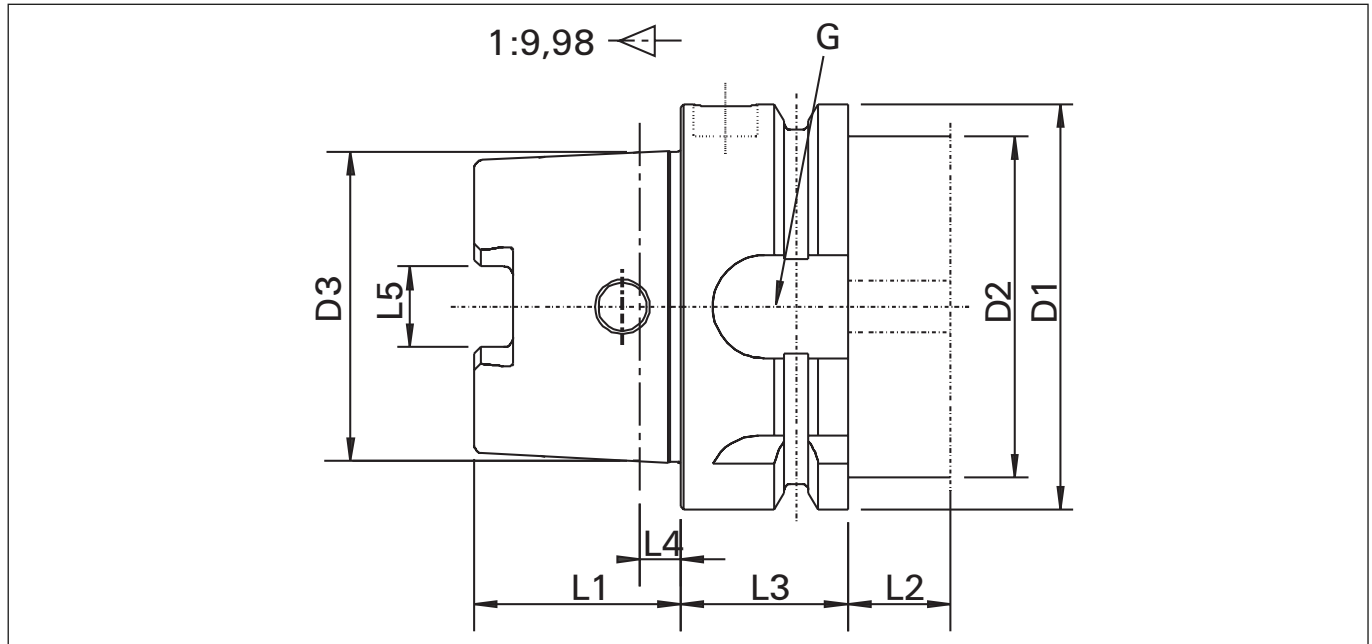
Von den sechs verschiedenen Ausführungen des Schaftes (Form A – Form F) werden die Ausführungen Form A und Form C für den automatischen Werkzeugwechsel vorzugsweise angewendet.

**Werkstoff:** Legierter Einsatzstahl mit einer Zugfestigkeit im Kern von mindestens 1000 N/mm<sup>2</sup>.

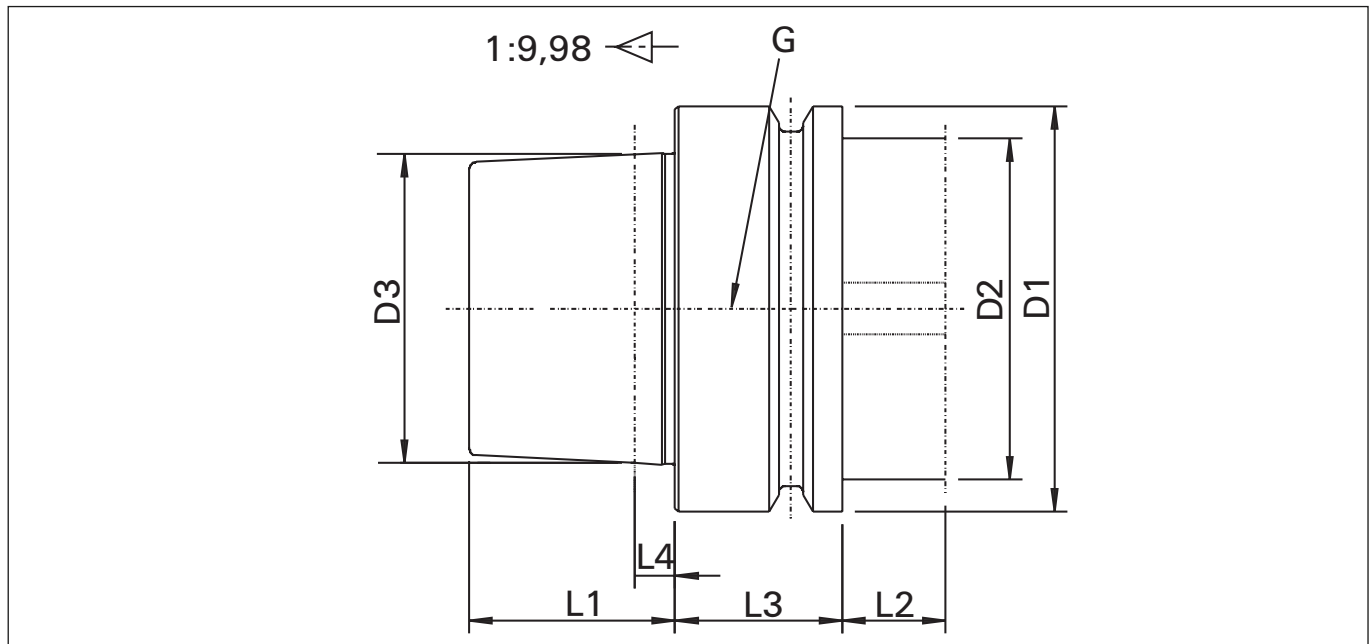
**Ausführung:** Einsatzgehärtet HRC 58 – 2.

- Vorteile:**
- Hohe Wiederholgenauigkeit beim Einwechseln von Werkzeugen
  - Eignung für hohe Drehzahlen
  - Feste axiale Positionierung durch Plananlage
  - Kein Anzugbolzen notwendig

DIN 69893 A



DIN 69893 E



DIN 69893 Form A + E

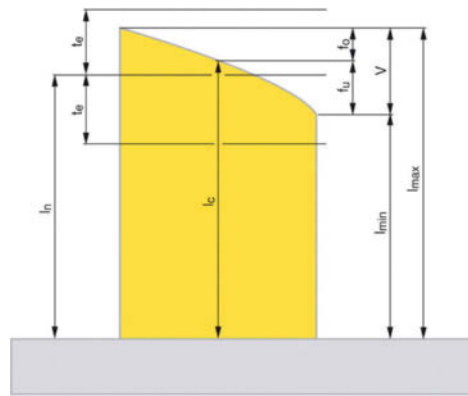
	D1	D2 max.	D3	L1	L2 min.	L3	L4	L5	G
HSK 63	63	53	48,010	32	16	26	6,3	12,54	M18 x 1
HSK 100	100	88	75,013	50	16	29	10	20,02	M24 x 1,5

**Grenzabmaße und Toleranzen nach ISO 3650**

Grenzabmaße  $t_e$

Toleranzen  $t_v$

Ebenheitstoleranzen  $t_f$



Nennmaß  $l_n$ ; Mittenmaß  $l_e$ ; Abweichungsspanne  $V$  mit  $f_o$  und  $f_u$ ; Grenzabmaße  $t_e$  für die Länge an beliebiger Stelle, ausgehend vom Nennmaß.

Nennmaßbereich mm	Kalibrier- bzw. Toleranzklasse			
	K	0	1	2
$0,5 \leq l_n \leq 150$	0,05	0,1	0,15	0,25
$150 < l_n \leq 500$	0,1	0,15	0,18	0,25
$500 < l_n \leq 1000$	0,15	0,18	0,2	0,25

Nennmaßbereich mm	Kalibrierklasse K		Toleranzklasse 0		Toleranzklasse 1		Toleranzklasse 2	
	Grenzabmaße der Länge an beliebiger Stelle des Nennmaßes	Toleranz für die Abweichungsspanne	Grenzabmaße der Länge an beliebiger Stelle des Nennmaßes	Toleranz für die Abweichungsspanne	Grenzabmaße der Länge an beliebiger Stelle des Nennmaßes	Toleranz für die Abweichungsspanne	Grenzabmaße der Länge an beliebiger Stelle des Nennmaßes	Toleranz für die Abweichungsspanne
	$\pm t_e$ $\mu\text{m}$	$t_v$ $\mu\text{m}$	$\pm t_e$ $\mu\text{m}$	$t_v$ $\mu\text{m}$	$\pm t_e$ $\mu\text{m}$	$t_v$ $\mu\text{m}$	$\pm t_e$ $\mu\text{m}$	$t_v$ $\mu\text{m}$
$0,5 \geq l_n \leq 10$	0,2	0,05	0,12	0,1	0,2	0,16	0,45	0,3
$10 < l_n \leq 25$	0,3	0,05	0,14	0,1	0,3	0,16	0,6	0,3
$25 < l_n \leq 50$	0,4	0,06	0,2	0,1	0,4	0,18	0,8	0,3
$50 < l_n \leq 75$	0,5	0,06	0,25	0,12	0,5	0,18	1	0,35
$75 < l_n \leq 100$	0,6	0,07	0,3	0,12	0,6	0,2	1,2	0,35
$100 < l_n \leq 150$	0,8	0,08	0,4	0,14	0,8	0,2	1,6	0,4
$150 < l_n \leq 200$	1	0,09	0,5	0,16	1	0,25	2	0,4
$200 < l_n \leq 250$	1,2	0,1	0,6	0,16	1,2	0,25	2,4	0,45
$250 < l_n \leq 300$	1,4	0,1	0,7	0,18	1,4	0,25	2,8	0,5
$300 < l_n \leq 400$	1,8	0,12	0,9	0,2	1,8	0,3	3,6	0,5
$400 < l_n \leq 500$	2,2	0,14	1,1	0,25	2,2	0,35	4,4	0,6
$500 < l_n \leq 600$	2,6	0,16	1,3	0,25	2,6	0,4	5,0	0,7
$600 < l_n \leq 700$	3	0,18	1,5	0,3	3	0,45	6,0	0,7
$700 < l_n \leq 800$	3,4	0,2	1,7	0,3	3,4	0,5	6,5	0,8
$800 < l_n \leq 900$	3,8	0,2	1,9	0,35	3,8	0,5	7,5	0,9
$900 < l_n \leq 1000$	4,2	0,25	2,0	0,4	4,2	0,6	8	1

**Grenzabmaße und Toleranzen nach BS 4311, Part 1:1993**

Nennmaßbereich mm	Kalibrierklasse K		Toleranzklasse 0		Toleranzklasse 1		Toleranzklasse 2	
	Grenzabmaße der Länge an beliebiger Stelle des Nennmaßes	Toleranz für die Abweichungsspanne	Grenzabmaße der Länge an beliebiger Stelle des Nennmaßes	Toleranz für die Abweichungsspanne	Grenzabmaße der Länge an beliebiger Stelle des Nennmaßes	Toleranz für die Abweichungsspanne	Grenzabmaße der Länge an beliebiger Stelle des Nennmaßes	Toleranz für die Abweichungsspanne
	$\pm t_e$ $\mu\text{m}$	$t_v$ $\mu\text{m}$	$\pm t_e$ $\mu\text{m}$	$t_v$ $\mu\text{m}$	$\pm t_e$ $\mu\text{m}$	$t_v$ $\mu\text{m}$	$\pm t_e$ $\mu\text{m}$	$t_v$ $\mu\text{m}$
$l_n \leq 0,4$	5	2	5	4	10	6	20	12
$0,4 < l_n \leq 1$	6	2	6	4	12	6	25	12
$1 < l_n \leq 2$	8	3	8	4	15	7	30	12
$2 < l_n \leq 3$	10	3	10	5	20	7	40	14
$3 < l_n \leq 4$	12	3	12	5	25	8	50	14

## Passungstabelle für 1/100 Maschinenreibahlen ähnlich DIN 212

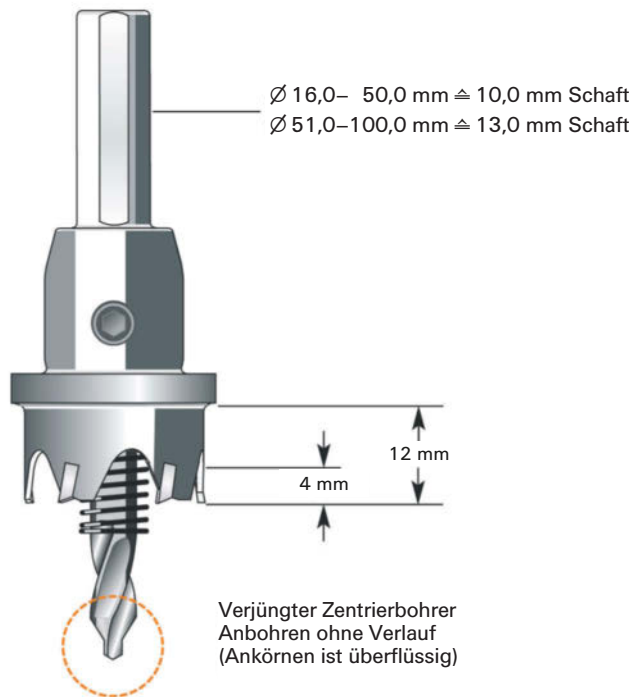
Bohrungs- $\varnothing$ in mm	C 8	C 9	C 10	C 11	CD 7	D 7	D 8	D 9	D 10	D 11	D 12	E 7	E 8	E 9	EF 8	F 7	F 8	F 9
1,0	1,07	1,07	1,08	1,10	1,04	1,02	1,03	-	1,04	1,06	1,08	1,02	1,02	1,03	1,02	1,01	1,01	1,02
2,0	2,07	2,07	2,08	2,10	2,04	2,02	2,03	-	2,04	2,06	2,08	2,02	2,02	2,03	2,02	2,01	2,01	2,02
3,0	3,07	3,07	3,08	3,10	3,04	3,02	3,03	-	3,04	3,06	3,08	3,02	3,02	3,03	3,02	3,01	3,01	3,02
4,0	4,08	4,09	-	-	4,05	4,04	4,04	4,05	4,06	4,08	4,10	-	4,03	4,04	4,03	-	4,02	4,03
5,0	5,08	5,09	-	-	5,05	5,04	5,04	5,05	5,06	5,08	5,10	-	5,03	5,04	5,03	-	5,02	5,03
6,0	6,08	6,09	-	-	6,05	6,04	6,04	6,05	6,06	6,08	6,10	-	6,03	6,04	6,03	-	6,02	6,03
7,0	7,09	7,10	-	-	7,06	7,05	7,05	7,06	7,08	7,10	-	7,03	7,04	7,05	7,03	7,02	7,03	-
8,0	8,09	8,10	-	-	8,06	8,05	8,05	8,06	8,08	8,10	-	8,03	8,04	8,05	8,03	8,02	8,03	-
9,0	9,09	9,10	-	-	9,06	9,05	9,05	9,06	9,08	9,10	-	9,03	9,04	9,05	9,03	9,02	9,03	-
10,0	10,09	10,10	-	-	10,06	10,05	10,05	10,06	10,08	10,10	-	10,03	10,04	10,05	10,03	10,02	10,03	-
11,0	-	-	-	-	-	11,06	-	11,08	11,10	-	-	11,04	11,05	11,06	-	-	11,03	11,04
12,0	-	-	-	-	-	12,06	-	12,08	12,10	-	-	12,04	12,05	12,06	-	-	12,03	12,04

Bohrungs- $\varnothing$ in mm	F 10	G 6	G 7	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	J 6	J 7	J 8	JS 7	JS 8	JS 9
1,0	-	-	1,01	1,00	1,00	-	1,01	-	1,02	1,04	1,06	1,09	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2,0	-	-	2,01	2,00	2,00	-	2,01	-	2,02	2,04	2,06	2,09	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
3,0	-	-	3,01	3,00	3,00	-	3,01	-	3,02	3,04	3,06	3,09	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
4,0	4,04	4,01	4,01	4,00	4,00	-	4,01	4,02	4,03	4,05	4,08	-	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
5,0	5,04	5,01	5,01	5,00	5,00	-	5,01	5,02	5,03	5,05	5,08	-	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
6,0	6,04	6,01	6,01	6,00	6,00	-	6,01	6,02	6,03	6,05	6,08	-	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
7,0	7,05	7,01	7,01	7,00	7,00	7,01	7,01	7,02	7,04	7,06	7,10	-	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	-
8,0	8,05	8,01	8,01	8,00	8,00	8,01	8,01	8,02	8,04	8,06	8,10	-	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	-
9,0	9,05	9,01	9,01	9,00	9,00	9,01	9,01	9,02	9,04	9,06	9,10	-	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	-
10,0	10,05	10,01	10,01	10,00	10,00	10,01	10,01	10,02	10,04	10,06	10,10	-	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	-
11,0	11,06	11,01	-	11,00	-	11,01	11,02	11,03	11,05	11,07	-	-	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	-
12,0	12,06	12,01	-	12,00	-	12,01	12,02	12,03	12,05	12,07	-	-	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	-

Bohrungs- $\varnothing$ in mm	K 6	K 7	K 8	M 6	M 7	M 8	N 6	N 7	N 8	P 6	P 7	P 8	R 6	R 7	S 6	S 7	U 6	U 7
1,0	-	-	0,99	-	-	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	-	-	0,98	0,98	0,98	0,98
2,0	-	-	1,99	-	-	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	-	-	1,98	1,98	1,98	1,98
3,0	-	-	2,99	-	-	2,99	2,99	2,99	2,99	2,99	2,99	2,99	-	-	2,98	2,98	2,98	2,98
4,0	4,00	4,00	4,00	3,99	-	3,99	3,99	3,99	3,99	-	-	3,98	-	-	3,98	3,98	-	-
5,0	5,00	5,00	5,00	4,99	-	4,99	4,99	4,99	4,99	-	-	4,98	-	-	4,98	4,98	-	-
6,0	6,00	6,00	6,00	5,99	-	5,99	5,99	5,99	5,99	-	-	5,98	-	-	5,98	5,98	-	-
7,0	-	7,00	7,00	6,99	6,99	6,99	-	6,99	6,99	-	-	-	6,98	6,98	-	-	6,97	6,97
8,0	-	8,00	8,00	7,99	7,99	7,99	-	7,99	7,99	-	-	-	7,98	7,98	-	-	7,97	7,97
9,0	-	9,00	9,00	8,99	8,99	8,99	-	8,99	8,99	-	-	-	8,98	8,98	-	-	8,97	8,97
10,0	-	10,00	10,00	9,99	9,99	9,99	-	9,99	9,99	-	-	-	9,98	9,98	-	-	9,97	9,97
11,0	-	11,00	11,00	10,99	10,99	10,99	-	10,99	10,99	10,98	10,98	10,97	-	-	10,97	10,97	-	-
12,0	-	12,00	12,00	11,99	11,99	11,99	-	11,99	11,99	11,98	11,98	11,97	-	-	11,97	11,97	-	-

Bohrungs- $\varnothing$ in mm	X 7	X 8	X 9	Z 7	Z 8	Z 9	Z 10	ZA 7	ZA 8	ZA 9	ZB 8	ZB 9
1,0	-	0,97	0,97	0,97	0,97	-	0,96	0,96	-	-	0,95	0,95
2,0	-	1,97	1,97	1,97	1,97	-	1,96	1,96	-	-	1,95	1,95
3,0	-	2,97	2,97	2,97	2,97	-	2,96	2,96	-	-	2,95	2,95
4,0	3,97	-	3,96	3,96	3,96	3,95	3,95	3,96	-	-	3,94	3,94
5,0	4,97	-	4,96	4,96	4,96	4,95	4,95	4,96	-	-	4,94	4,94
6,0	5,97	-	5,96	5,96	5,96	5,95	5,95	5,96	-	-	5,94	5,94
7,0	-	6,96	6,95	6,96	6,95	-	6,94	6,94	6,94	-	-	6,92
8,0	-	7,96	7,95	7,96	7,95	-	7,94	7,94	7,94	-	-	7,92
9,0	-	8,96	8,95	8,96	8,95	-	8,94	8,94	8,94	-	-	8,92
10,0	-	9,96	9,95	9,96	9,95	-	9,94	9,94	9,94	-	-	9,92
11,0	10,96	10,95	-	10,95	10,94	-	10,93	-	10,93	-	10,90	10,90
12,0	11,96	11,95	-	11,95	11,94	-	11,93	-	11,93	-	11,90	11,90

HM-Lochsägen Flachschnitt



Drehzahl-Tabelle für HM-Werkzeuge

m/min $\varnothing$	Drehzahl in U/min					
	25 1	30	40	50 2	60	70 3
16	498	597	796	995	1194	1393
17	468	562	749	937	1124	1311
18	442	531	708	885	1062	1238
19	419	503	670	838	1006	1173
20	398	478	637	796	955	1115
25	318	382	510	637	764	892
30	265	318	425	531	637	743
35	227	273	364	455	546	637
40	199	239	318	398	478	557
45	177	212	283	354	425	495
50	159	191	255	318	382	446
55	145	174	232	290	347	405
60	133	159	212	265	318	372
65	122	147	196	245	294	343
70	114	136	182	227	273	318
80	100	119	159	199	239	279
90	88	106	142	177	212	248
100	80	96	127	159	191	223
110	72	87	116	145	174	203
120	66	80	106	133	159	186
130	61	73	98	122	147	171
140	57	68	91	114	136	159
150	53	64	85	106	127	149

- 1 Empfohlene Schnittgeschwindigkeit bei Edelstahl
- 2 Empfohlene Schnittgeschwindigkeit bei Baustahl ST 37
- 3 Empfohlene Schnittgeschwindigkeit bei ALU

Alle HM-Lochsägen bis  $\varnothing 100\text{ mm}$  sind mit einer Auswerferfeder ausgestattet. Das ausgebohrte Material wird dadurch von selbst ausgeworfen.

Flachschnittausführung für Materialstärke bis 4 mm

Format-hartmetallbestückte Lochsägen für Hand- und Säulenbohrmaschinen sind Alleschneider, verwendbar für **Edelstahl bis 2 mm**, unlegierte Stähle bis 4 mm, Asbest, Glasfaser und Kunststoffe, PVC, Alu, Zink, Gips- und Leichtbauplatten.

- Große Rundlaufgenauigkeit durch stabile Konstruktion.
- CAD-optimierte Spanwinkel mit Spezialschliff sorgen für hohe Schnittleistung und Standzeit.
- Schnelle Bohrkernentfernung durch Auswerferfeder.
- Hartmetallbestückung erlaubt mehrmaliges Nachschleifen.
- Format-Lochsägen sind reparaturfähig. Bei Zahnausbruch ist Zahnersatz möglich.
- Auswechselbare Zentrierbohrer.

Noch eine Besonderheit:

Ab 16,0 bis 30,0 mm  $\varnothing$  ist die Lochsäge aus einem Stück gefertigt. Ab 31,0 mm  $\varnothing$  verwenden wir spezialgehärtete Aufnahmetalte, um die Torsionskräfte bei starker Beanspruchung aufzufangen und damit ein vorzeitiges Abscheren des Aufnahmeschaftes zu vermeiden.



### Vorspannkraft und Anziehdrehmomente bei verschiedenen Reibungszahlen

#### Richtwerte für Gewindereibungszahl $\mu$

Zur genauen Bestimmung der Vorspannkraft und des Anziehdrehmomentes ist die Kenntnis der Reibungszahl Voraussetzung. Es scheint allerdings unmöglich zu sein, für die Vielzahl der Oberflächen- und Schmierzustände gesicherte Werte für die Reibungszahlen und vor allem deren Streuungen anzugeben. Folgende Zustände beeinflussen die Reibungszahl: Die Oberflächen sowie die Beschaffenheit der zu verschraubenden Werkstoffe, die Art und Weise der Schmierung, der Gleitweg infolge der Nachgiebigkeit sowie die Anziehmethode, also Anzahl und die Geschwindigkeit der Anziehvorgänge und

schließlich der Anzugsweg – sogenannter harter oder weicher Schraubfall. Die Summe dieser Punkte stellt einen mehr oder weniger großen Unsicherheitsfaktor dar. Selbst DIN-gleiche Schrauben können sich, von unterschiedlichen Lieferanten geliefert, je nach Schraubenlos sowie durch Lagerhaltung und besonders durch Ölen oder Fetten bei der Montage erheblich in ihren Reibungszahlen unterscheiden. Bitte beachten Sie, dass ~ 80 bis 90 % des Anziehdrehmomentes bei den meisten Anziehverfahren zur Überwindung der Reibung in der Schraube aufgewendet werden.

#### Wichtiger Hinweis:

Aus diesem Grunde können lediglich Empfehlungen für die Wahl der Reibungszahl gegeben werden. Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass die folgende Tabelle nur Richtwerte enthält. Eine ausführliche Schraubenberechnung kann durch diese Tabelle nicht ersetzt werden! Das gilt insbesondere für Teile, die sicherheitsrelevant sind, behördlichen Vorschriften unterliegen oder Dichtungsaufgaben erfüllen. Die Tabelle sollte nur dann angewendet werden, wenn der Hersteller der Schrauben oder der zu verbindenden Elemente keine Angaben über die erforderlichen Anziehdrehmomente macht.

#### Richtwerte für Gewindereibungszahl $\mu$ 0,14

M	Schachtschrauben mit metrischem ISO-Regelgewinde nach DIN 13 Teil 12 (Auswahl)												mm
	4.6		5.6		6.8		8.8		10.9		12.9		
	Vorspannkraft = $F_{sp}$						Drehmoment = $M_A$						
	$F_{sp}$ N	$M_A$ N·m	$F_{sp}$ N	$M_A$ N·m	$F_{sp}$ N	$M_A$ N·m	$F_{sp}$ N	$M_A$ N·m	$F_{sp}$ N	$M_A$ N·m	$F_{sp}$ N	$M_A$ N·m	
M2	338	0,13	422	0,163	675	0,261	901	0,348	1267	0,489	1520	0,587	4
M2,5	563	0,269	703	0,336	1125	0,537	1500	0,716	2110	1,007	2532	1,209	5
M3	845	0,48	1056	0,600	1689	0,961	2253	1,281	3168	1,801	3801	2,161	5,5
M3,5	1133	0,754	1416	0,942	2266	1,507	3021	2,009	4248	2,826	5098	3,391	6
M4	1463	1,115	1829	1,393	2927	2,229	3902	2,792	5487	4,180	6585	5,016	7
M4,5	1901	1,621	2376	2,026	3801	3,242	5068	4,323	7127	6,079	8553	7,295	7
M5	2395	2,261	2994	2,872	4790	4,523	6387	6,03	8982	8,480	10778	10,176	7 + 8
M6	3379	3,843	4224	4,803	6758	7,685	9011	10,247	12671	14,410	15205	17,292	8 + 10
M8	6202	9,349	7753	11,686	12404	18,698	16539	24,931	23258	35,059	27909	42,070	10 + 13
M10	9876	18,54	12346	23,18	19752	37,09	26336	49,45	37034	69,54	44441	83,44	13 - 17
M12	14400	32,37	18000	40,46	28801	64,74	38401	86,32	54001	121,38	64801	145,66	15 - 19
M14	19775	51,77	24719	64,71	39551	103,54	52734	138,06	74158	194,14	88989	232,97	22 + 24
M16	27221	80,62	34027	100,77	54443	161,24	72591	214,98	102080	302,32	122497	362,78	21 + 24
M18	33078	111,09	41347	138,86	66155	222,17	88207	296,23	124041	416,58	148850	499,89	27
M20	42534	157,46	53167	196,82	85067	314,91	113423	419,88	159501	590,46	191401	708,55	27 - 34
M22	53175	215,1	66469	268,9	106350	430,2	141800	573,7	199406	806,7	239288	968	32 - 41
M24	61248	272,1	76560	340,1	122497	544,2	163329	725,6	229681	1020,3	275617	1224,4	36 + 41
M27	80670	399,9	100837	499,9	161339	799,9	215119	1066,5	302512	1499,7	363014	1799,7	41 + 46
M30	98027	541,7	122633	677,2	196054	1083,4	261405	1444,6	367600	2031,5	441120	2437,7	46 + 50
M33	122241	738,5	152801	923,2	244482	1477,1	325976	1969,4	458404	2769,5	550084	3323,4	50 + 55
M36	143413	948	179266	1185	286826	1896	382434	2528	537798	3555	645358	4265,9	55 + 60
M39	172420	1229	215525	1536	344839	2457	459786	3276	646574	4607	775888	5529	60 + 65
M42	197407	1519	246758	1899	394813	3038	526417	4050	740275	5696	888329	6835	65
M45	231206	1898	289007	2373	462412	3796	616549	5062	867022	7118	1040426	8541	70
M48	280008	2282	325010	2853	520015	4565	693354	6086	975029	8559	1170035	10271	75
M52	312056	2954	390070	3692	624112	5907	832149	7876	1170209	11076	1404251	13292	80
M56	359843	3672	449804	4591	719689	7345	959581	9793	1349411	13772	1619293	16526	85
M60	420651	4682	525813	5728	841301	9164	1121735	12219	1577440	17183	1892928	20619	90
M64	475860	5536	594825	6920	951720	11071	1268960	14762	1784476	20759	2141371	24911	95
M68	545427	6720	681784	8400	1090855	13440	1454473	17919	2045353	25199	2454423	30239	100

Schachtschrauben mit metrischem ISO-Feingewinde nach DIN 13 Teil 12 (Auswahl)												
	$F_{sp}$ N	$M_A$ N·m	$F_{sp}$ N	$M_A$ N·m	$F_{sp}$ N	$M_A$ N·m	$F_{sp}$ N	$M_A$ N·m	$F_{sp}$ N	$M_A$ N·m	$F_{sp}$ N	$M_A$ N·m
M8 x 1	6805	10,09	8507	12,6	13611	20,15	18148	26,87	25520	37,79	30624	45,35
M10 x 1	11418	20,83	14272	26,04	22835	41,66	30447	55,55	42816	78,11	51379	93,73
M12 x 1,5	15312	34,01	19140	42,51	30624	68,02	40832	90,69	57420	127,54	68904	153,05
M14 x 1,5	21934	56,25	27418	70,32	43868	112,51	58491	150,01	82253	210,96	98703	253,15
M16 x 1,5	29741	96,5	37177	108,12	59483	172,99	79310	230,66	111530	324,36	133836	389,23
M18 x 1,5	38733	129,95	48417	157,44	77467	251,91	103289	335,88	145250	472,33	174300	566,8
M20 x 1,5	48910	175,9	61138	219,8	97820	351,7	130427	468,9	183413	659,4	220096	791,3
M22 x 1,5	60272	237,4	75340	296,8	120543	474,8	160724	633,1	226019	890,3	271223	1068,3
M24 x 1,5	72818	311,8	91022	389,8	145635	623,7	194180	831,6	273066	1169,4	327680	1403,3

$\mu_{ges}$  = mittlere Reibungszahl für Gewinde und Kopfauflage  
 $P$  = Steigung des Gewindes  
 $F_{sp}$  = axiale Vorspannkraft in der Schraube bei 90%iger Ausnutzung der Schraubenstreckgrenze (nach der Gestaltänderungsenergie-Hypothese ermittelt)  
 $M_A$  = Anziehdrehmoment bei der Montage

**Wichtiger Hinweis:** Bitte lesen Sie unbedingt unsere Ausführungen zu den Richtwerten der Gewindereibungszahlen weiter oben. Die oben genannten Tabellenwerte unter Berücksichtigung der Reibungszahlen gelten nur für Schachtschrauben (Dehnschrauben erfordern in der Regel geringere Anzugswerte). Der wirksame Reibungsdurchmesser in der Schraubenkopfauflage wurde mit 1,3 x Gewindeaußendurchmesser festgelegt. Daher kann eine Anwendung nur bei üblichen Schachtschrauben, in der Regel Sechskant- und Zylinderkopfschrauben erfolgen (z. B. DIN EN ISO 4014; 4017; 4762; DIN 7984). Beim Einsatz von Schrauben mit hoher Festigkeit (8.8 bis 12.9) und verspannten Teilen aus „weichen“ Werkstoffen ist eine Überprüfung der Grenzflächenpressung unter dem Schraubenkopf dringend anzuraten.

- 1) Alle mittels verschiedener Härteprüfverfahren an verschiedenen Werkstoffen ermittelten Härtewerte sind nur annähernd vergleichbar.
- 2) Die auf eine Dezimale angegebenen Rockwellwerte dienen nur der Interpolation und sind im Endergebnis auf ganze Zahlen zu runden.

#### Vergleichstabelle der Vickers-Brinell-Rockwell-Härte und Zugfestigkeit 1)

Vickers-härte	Brinell-härte	Rockwell-härte <sup>2)</sup>		Zugfestigkeit	Vickers-härte	Brinell-härte	Rockwell-härte <sup>2)</sup>		Zugfestigkeit	Vickers-härte	Brinell-härte	Rockwell-härte <sup>2)</sup>		Zugfestigkeit
HV 30	HB 30	HRB	HRC	$\sigma_B$ N/mm <sup>2</sup>	HV 30	HB 30	HRB	HRC	$\sigma_B$ N/mm <sup>2</sup>	HV 30	HB 30	HRB	HRC	$\sigma_B$ N/mm <sup>2</sup>
85	80,7	36,4	-	270	245	245	-	22,1	820	520	-	-	49,7	(1660)
85	85	42,4	-	290	250	250	-	23	830	530	-	-	50,4	(1690)
90	90	47,4	-	310	255	255	-	23,8	850	540	-	-	51	(1710)
95	95	52	-	320	260	260	-	24,6	870	550	-	-	51,6	(1740)
100	100	56,4	-	340	265	265	-	25,4	880	560	-	-	52,5	(1770)
105	105	60	-	360	280	266	-	27,1	900	570	-	-	52,8	(1790)
110	110	63,4	-	380	275	275	-	26,9	920	580	-	-	53,3	(1820)
115	115	66,4	-	390	280	280	-	27,6	940	590	-	-	53,9	(1850)
120	120	69,4	-	410	285	285	-	28,3	950	600	-	-	54,4	(1870)
125	125	72	-	420	290	290	-	29	970	610	-	-	55	(1900)
130	130	74,4	-	440	295	295	-	29,6	990	620	-	-	55,5	(1930)
135	135	76,4	-	460	300	300	-	30,3	1010	630	-	-	56	(1950)
140	140	78,4	-	470	310	310	-	31,5	1040	640	-	-	56,5	(1980)
145	145	80,4	-	490	320	320	-	32,7	1080	650	-	-	57	(2000)
150	150	82,2	-	500	330	330	-	33,8	1110	660	-	-	57,5	(2030)
155	155	83,8	-	520	340	340	-	34,9	1140	670	-	-	58	(2050)
160	160	85,4	-	540	350	350	-	36	1170	680	-	-	58,5	(2080)
165	165	86,8	-	550	360	359	-	37	1200	690	-	-	59	(2110)
170	170	88,2	-	570	370	368	-	38	1230	700	-	-	59,5	(2130)
175	175	89,6	-	590	380	376	-	38,9	1260	720	-	-	60,4	(2170)
180	180	90,8	-	600	390	385	-	39,8	1290	740	-	-	61,2	(2220)
185	185	91,8	-	620	400	392	-	40,7	1320	760	-	-	62	(2260)
200	190	91,5	-	640	410	400	-	41,5	1350	800	-	-	62,8	(2300)
195	195	94	-	660	420	408	-	42,4	1380	780	-	-	63,6	-
200	200	95	-	670	430	415	-	43,2	1410	820	-	-	64,3	-
205	205	95,8	-	680	440	423	-	44	1430	840	-	-	65	-
210	210	96,6	-	710	450	430	-	44,8	1460	860	-	-	65,7	-
225	214	96,6	-	720	460	-	-	45,6	(1490)	880	-	-	66,3	-
220	220	98,2	-	730	470	-	-	46,3	(1520)	900	-	-	66,9	-
225	225	99	-	750	480	-	-	47	(1550)	920	-	-	67,5	-
230	230	-	19,2	760	490	-	-	47,7	(1580)	940	-	-	68	-
235	235	-	20,2	780	500	-	-	48,3	(1600)	-	-	-	-	-
240	240	-	21,2	800	510	-	-	49,1	(1630)	-	-	-	-	-



Schlüsselweiten und Gewinde-Durchmesser

mm					Schlüsselweite Width Across Flats		Gewinde-Ø Diameter of Thread						Gewinde-Ø Diameter of Bolts		Schlüsselweite Width Across Flats		
	Deutschland Metrisch nach DIN ISO 272	Frankreich NFE 27...311 (69) 27...411 (69)	Schweden SMS 2164...1967 und ISO 2175...1971	Metrisch für HV-Verbindungen nach DIN 6914...6915	"AF"	Zoll inches	mm	Unified Standard		Americ. National Standard Ansi B 18.2.1...1972 Ansi B 18.2.2...1972				Whitw.	BS 916 1083	Zoll inches	mm
								Normal Series BS 1768	Heavy Series BS 1769	Nuts		Bolts + Screws					
										Square Bolt, Hex Bolt, Hex Cap Screw, (Finished Hex Bolt) Lag Screw	Heavy Hex Bolt Heavy Hex Screw Heavy Structural Bolt	Hex Flat, Hex Flat Jam Hex, Hex Jam, Hex Slotted, Hex Thick Hex Thick Slotted, Hex Castle	Heavy Square, Heavy Hex Flat, Heavy Hex Flat Jam, Heavy Hex, Heavy Hex Jam, Heavy Hex, Slotted				
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm		
2,5	1																
3	1,4+1,2																
3,2	1,6																
4	2		2+2,2		5/32	0,1562	3,97										
4,5	2,3													8 BA	0,152	3,86	
5	2,5		2,5		3/16	0,1875	4,76							7 BA	0,172	4,37	
5,5	3	3	3+3,5		7/32	0,2187	5,56							6 BA	0,193	4,9	
6	3,5	3,5			1/4	0,25	6,35							5 BA	0,22	5,59	
														4 BA	0,248	6,3	
														1/16 W	0,256	6,9	
7	4	4	4+4,5		9/32	0,2812	7,14							3 BA	0,282	7,16	
7+ 8	5	5	5		5/16	0,3125	7,94			No. 10				3/32 W	0,297	7,54	
9	5 Alt				11/32	0,3438	8,73							2 BA	0,324	8,23	
					3/8	0,375	9,52			1/4*				1/8 W	0,34	8,64	
8+10	6	6	6		13/32	0,4062	10,32							1 BA	0,365	9,27	
11	7	7	7		7/16	0,4375	11,11	1/4		1/4		1/4		0 BA	0,413	10,49	
12														3/16 W	0,445	11,3	
10+13	8	8	8		1/2	0,5	12,7	5/16						1/4 W	0,525	13,34	
14*	8 Alt				9/16	0,5625	14,29	3/8		5/16		5/16		5/16 W	0,6	15,24	
15	10 KFZ				19/32	0,5938	15,08	7/16		7/16		3/8		3/8 W	0,71	18,03	
16					5/8	0,625	15,88	7/16		7/16		3/8		7/16 W	0,82	20,83	
13+15+17	10	10	10		11/16	0,6875	17,46	7/16		7/16		3/8		1/2 W	0,92	23,37	
18														1/2 W	0,92	23,37	
15+18+19	12	12	12		3/4	0,75	19,05	1/2		1/2		7/16	7/16	9/16 W	1,01	25,65	
20*					25/32	0,7812	19,84	9/16		9/16		3/8		5/8 W	1,1	27,94	
18+21					13/16	0,8125	20,64	9/16	1/2			1/2		11/16 W	1,2	30,48	
22+24	14	14	14	12	7/8	0,875	22,22	9/16	1/2			1/2		13/16 W	1,3	33,02	
23*														7/8 W	1,39	35,31	
21+24	16	16	16		15/16	0,9375	23,81	5/8	5/8			5/8		1 W	1,48	37,59	
26*+27					1.	1	25,4	5/8		5/8		5/8		1. W	1,67	42,42	
26*														1. W	1,67	42,42	
27	18	18	18	16	1.1/16	1,0625	26,99	5/8		5/8		5/8		1.1/8 W	1,86	47,24	
27+28*+30														1.1/8 W	1,86	47,24	
27+30+34	20	20	20		1.1/8	1,125	28,58	3/4		3/4		3/4		1.1/4 W	2,05	52,07	
32+36+41	22	22	22	20	1.3/16	1,1875	30,16	3/4		3/4		3/4		1.3/8 W	2,22	56,39	
					1.1/4	1,25	31,75	7/8	3/4			3/4		1.5/8 W	2,41	61,21	
34	22				1.5/16	1,3125	33,34	7/8		7/8		7/8		1.5/8 W	2,58	65,53	
36+41	24	24	24	22	1.3/8	1,375	34,92	7/8		7/8		7/8		1.3/4 W	2,76	70,1	
38*	24	24	24	22	1.7/16	1,4375	36,51	7/8		7/8		7/8		2. W	3,15	80,01	
41+46	27	27	27	24	1.1/2	1,5	38,1	1.	1.	1.		1.		2. W	3,55	90,17	
					1.5/8	1,625	41,28	1.1/8	1.	1.1/8		1.1/8		2. W	3,55	90,17	
					1.11/16	1,6875	42,86	1.1/8		1.1/8		1.1/8		2. W	3,55	90,17	
46+50	30	30	30	27	1.3/4	1,75	44,45	1.1/8	1.1/8			1.1/8		2. W	3,55	90,17	
					1.13/16	1,8125	46,04	1.1/4	1.1/8	1.1/4		1.1/4		2. W	3,55	90,17	
					1.7/8	1,875	47,62	1.1/4	1.1/8	1.1/4		1.1/4		2. W	3,55	90,17	
50+55	33	33	33		2.	2	50,8	1.1/4	1.1/4	1.1/4		1.1/4		2. W	3,55	90,17	
					2.1/16	2,0625	52,39	1.3/8	1.3/8	1.3/8		1.3/8		2. W	3,55	90,17	
55+60	36	36	36		2.3/16	2,1875	55,56	1.3/8	1.3/8	1.3/8		1.3/8		2. W	3,55	90,17	
					2.1/4	2,25	57,15	1.1/2	1.1/2	1.1/2		1.1/2		2. W	3,55	90,17	
60+65	39	39	39		2.3/8	2,375	60,32	1.1/2	1.1/2	1.1/2		1.1/2		2. W	3,55	90,17	
					2.7/16	2,4375	61,91	1.1/2	1.1/2	1.1/2		1.1/2		2. W	3,55	90,17	
65	42	42	42		2.9/16	2,5625	65,09	1.5/8	1.5/8	1.5/8		1.5/8		2. W	3,55	90,17	
					2.5/8	2,375	66,68	1.3/4	1.3/4	1.3/4		1.3/4		2. W	3,55	90,17	
70	45	45	45		2.3/4	2,75	69,85	1.3/4	1.3/4	1.3/4		1.3/4		2. W	3,55	90,17	
					2.13/16	2,8125	71,44	1.7/8	1.7/8	1.7/8		1.7/8		2. W	3,55	90,17	
					2.15/16	2,9375	74,61	1.7/8	1.7/8	1.7/8		1.7/8		2. W	3,55	90,17	
					3.	3	76,2	2.	2.	2.		2.		2. W	3,55	90,17	
80	52	52	52		3.1/8	3,125	79,38	2.	2.	2.		2.		2. W	3,55	90,17	
85	56	56	56		3.3/8	3,375	85,72	2.1/4	2.1/4	2.1/4		2.1/4		2. W	3,55	90,17	
90	60	60	60		3.1/2	3,5	88,9	2.1/2	2.1/2	2.1/2		2.1/2		2. W	3,55	90,17	
95	64	64	64		3.3/4	3,75	95,25	2.1/2	2.1/2	2.1/2		2.1/2		2. W	3,55	90,17	
					3.7/8	3,875	98,42	2.1/2	2.1/2	2.1/2		2.1/2		2. W	3,55	90,17	
100	68	68	68											2. W	3,55	90,17	
105	72	72	72		4.1/8	4,125	104,78	2.3/4	2.3/4	2.3/4		2.3/4		2. W	3,55	90,17	
110	76	76	76		4.1/4	4,25	107,95	3.	3.	3.		3.		2. W	3,55	90,17	
115	80	80	80		4.1/2	4,5	114,3	3.	3.	3.		3.		2. W	3,55	90,17	
120	85	85	85		4.5/8	4,625	117,48	3.1/4	3.1/4	3.1/4		3.1/4		2. W	3,55	90,17	
125					4.7/8	4,875	123,82	3.1/4	3.1/4	3.1/4		3.1/4		2. W	3,55	90,17	
					5.	5	127	3.1/2	3.1/2	3.1/2		3.1/2		2. W	3,55	90,17	
130	90	90	90		5.1/4	5,25	133,35	3.1/2	3.1/2	3.1/2		3.1/2		2. W	3,55	90,17	
135	95	95	95		5.3/8	5,375	136,52	3.3/4	3.3/4	3.3/4		3.3/4		2. W	3,55	90,17	
140					5.5/8	5,625	142,88	3.3/4	3.3/4	3.3/4		3.3/4		2. W	3,55	90,17	
145	100	100	100		5.3/4	5,75	146,05	4.	4.	4.		4.		2. W	3,55	90,17	
150	105	105	105		6.	6	152,4	4.	4.	4.		4.		2. W	3,55	90,17	
155	110	110	110		6.1/8	6,125	155,8	4.	4.	4.		4.		2. W	3,55	90,17	
160														2. W	3,55	90,17	
165	115	115	115											2. W	3,55	90,17	
170	120	120	120											2. W	3,55	90,17	
175*	∅													2. W	3,55	90,17	
180	125													2. W	3,55	90,17	
185	130													2. W	3,55	90,17	
200	140													2. W	3,55	90,17	
210	150													2. W	3,55	90,17	

\* Nicht genormt.

## Maschinenbürsten

### 1. Allgemeine Hinweise für den sicheren Bürsteneinsatz

- Tragen Sie Schutzkleidung und befolgen Sie die Sicherheitsvorschriften.



- Beachten Sie die maximale Drehzahl. Diese finden Sie auf der Verpackung und auf der Bürste selbst. Die Arbeitsdrehzahl wird sich in der Regel darunter bewegen.



- Bei der Arbeitsbreite handelt es sich um die Kontaktfläche zwischen Bürste und Werkstück. Zur Messung der Arbeitsbreite werden die Besatzflächen leicht zusammengedrückt.

### 3. Eigenschaften des Besatzmaterials

#### Stahldraht, gewellt

Flexibel, ideal für die leichte Oberflächenbearbeitung und für Entgratarbeiten auf Stahl, Guss und Holz.

#### Stahldraht, verseilt, gewellt

Verringerter Drahtbruch, ideal für den feinen, satinierten Oberflächenschliff.

#### Stahldraht, glatt/gezopft

Aggressiv, für hohe Bürstanforderungen wie z. B. Schweißnahtbearbeitung, Entrostungs- und Säuberungsarbeiten auf Stahl und Guss. Glatter Draht ist auch für Holz geeignet.

#### Rostfreier Stahldraht

Wie Stahldraht, jedoch zur Bearbeitung von Edelstahl, Aluminium und NE-Metallen. V4A ist sogar noch korrosionsbeständiger und widerstandsfähiger gegen Salzwasser, Säuren und Chemikalien.





#### Messingdraht, gewellt

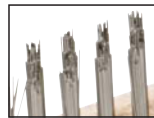
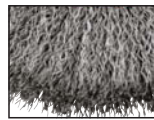
Flexibel, ideal für leichte Säuberungsarbeiten und zum Oberflächenfinish auf NE-Metallen, insbesondere Kupfer und Messing, sowie Weichholz.

#### Siliziumcarbid-durchsetzte Nylonfäden

Hohe Elastizität ohne Bruchgefahr, zum Entgraten, Entrosten, Aufrauen und Schleifen von NE-Metallen und Edelstahl.

### 2. Einsatzgebiete von Maschinenbürsten

Bürstentyp	Anwendung
 Rundbürsten	Bearbeitung von Voll- und Hohlstäben, Profilen, Schweißnähten, Schnittkanten, Zahnrädern, Nuten und schmalen Flächen.
 Kegelbürsten	Bearbeitung von Ecken, Kanten, schwer erreichbaren Stellen und zur Flächenreinigung.
 Topfbürsten	Bearbeitung von Flächen, Schweißnähten und Metallplatten.
 Pinselbürsten	Bearbeitung von schwer zugänglichen Stellen und Innenflächen.





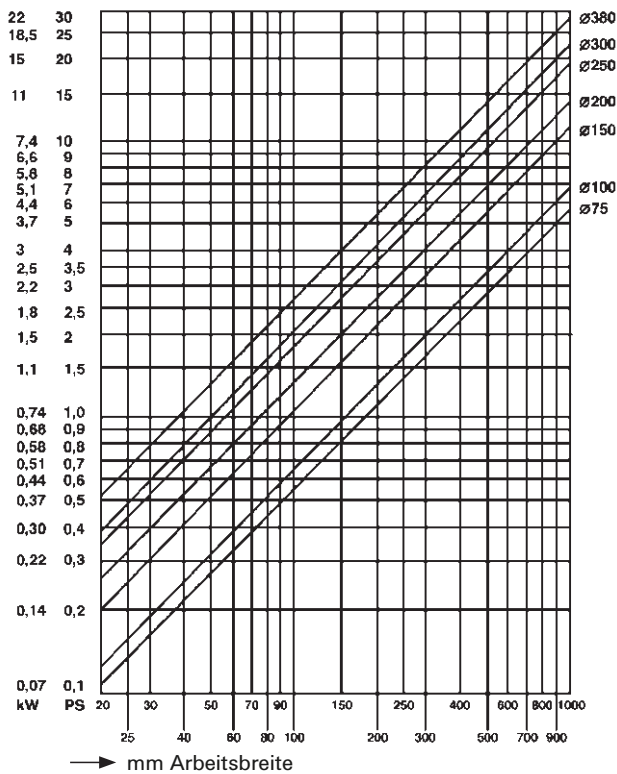
Technische Daten für Rundbürsten



Umfangsgeschwindigkeiten

min <sup>-1</sup>	Durchmesser in mm								
	20	40	50	80	100	125	150	180	200
800				3,35	4,19	5,23	6,28	7,53	8,37
900			2,35	3,77	4,71	5,88	7,06	8,48	9,41
1150			3,01	4,81	6,01	7,52	9,02	10,83	12,03
1200	1,26	2,51	3,14	5,02	6,28	7,85	9,41	11,30	12,55
1400	1,46	2,93	3,66	5,86	7,32	9,15	10,98	13,18	14,64
1500	1,57	3,14	3,92	6,28	7,85	9,81	11,77	14,13	15,69
1800	1,88	3,77	4,71	7,54	9,41	11,77	14,12	16,95	18,83
2000	2,09	4,19	5,23	8,37	10,26	13,08	15,69	18,84	20,92
2500	2,62	5,23	6,54	10,47	13,08	16,35	19,61	23,55	26,15
2800	2,93	5,86	7,32	11,72	14,64	18,31	21,97	26,37	29,29
3000	3,14	6,28	7,85	12,56	15,69	19,62	23,54	28,26	31,38
3200	3,35	6,70	8,37	13,40	16,74	20,92	25,10	30,14	33,47
3500	3,66	7,33	9,15	14,65	18,31	22,89	27,46	32,97	36,61
4000	4,19	8,37	10,46	16,75	20,92	26,16	31,38	37,68	41,84
4500	4,70	9,42	11,77	18,84	23,54	29,43	35,30	42,40	47,07
5000	5,23	10,47	13,08	20,93	26,15	32,70	39,23	47,10	52,33
5400	5,65	11,30	14,12	22,94	28,24	35,31	42,36	50,67	56,48
6000	6,28	12,56	15,69	25,12	31,38	39,24	47,07	56,52	62,76
7000	7,33	14,66	18,31	29,31	36,61	45,78	54,92	65,94	73,22
8000	8,37	16,75	20,92	33,94	41,48	52,32	62,76	75,36	83,73
9000	9,42	18,84	23,54	37,68	47,07	58,86	70,61	84,78	94,20
10000	10,47	20,93	26,17	41,86	52,33	65,40	78,50	94,20	
12500	13,08	26,17	32,71	52,33	65,42	81,75	98,13		
15000	15,70	31,40	39,25	62,80					
17500	18,32	36,63	45,79	73,26					
20000	20,93	41,87	52,33	83,73					
22500	23,55	47,10	58,88	94,20					
25000	26,17	52,33	65,42	104,66					

Leistungsbedarfs-Richtwerte für Rundbürsten



Feilen

1. Hiebzahlen für gehauene Feilen (DIN 8349)

Länge mm		100	125	150	175	200	250	300	350
Werkstattfeilen	Hieb 1	12	-	13	-	10	9	8	7
	Hiebzahl ± 8 %	22	-	18	-	14	12	11	10
	Hieb 3	28	-	22	-	18	16	14	13
Schärfeilen	Normal	20	19	17	16	15	14	-	-
	Hiebzahl ± 5 %	Schmal	23	22	20	19	17	16	-
Mühlsägefeilen	Hieb 1	-	-	20	-	18	16	14	12
	Hiebzahl ± 5 %	Hieb 2	-	-	24	-	20	18	16

Angabe in Hieben/cm

2. Vergleichstabellen Schweizer Hieb/Deutscher Hieb

Präzisionsfeilen 100 mm (4") – 200 mm (8")

Schweizer Hieb	00	0	1	2	3	4	5	6
Anzahl Hiebe/Zähne je cm	16	20	25	31	38	46	56	68
= Deutscher Hieb								
bei Feilen 100 mm (4")	1	-	2	3	-	4	5	6
bei Feilen 125 mm (5")	1	2	-	3	-	4	5	6
bei Feilen 150 mm (6")	1	2	3	-	4	5	6	8
bei Feilen 200 mm (8")	1	2	3	4	-	5	6	8

Präzisionsfeilen 250 mm (10")

Schweizer Hieb	00	0	1	2	3	4
Anzahl Hiebe/Zähne je cm	12	16	20	25	31	38
= Deutscher Hieb						
bei Feilen 250 mm (10")	1	2	3	-	4	5

Nadelfeilen

Schweizer Hieb	00	0	1	2	3	4
Anzahl Hiebe/Zähne je cm	20	25	31	38	46	56
= Deutscher Hieb	00	1	2	3	4	5



## Werkzeug-Schleifscheiben

### Aufbau des Schleifkörpers

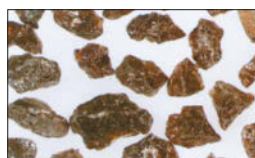
#### Schleifscheiben

Eine Schleifscheibe besteht aus Schleifmittel, Bindemittel und Luftporen. Das Schleifmittel ist das eigentliche Werkzeug, das Bindemittel der Werkzeughalter. Um die Eigenschaften einer Schleifscheibe beurteilen zu können, muss man auch die Korngröße des Schleifmittels und die Bindemittelmenge (den Härtegrad) berücksichtigen. Die Symbole der Schleifscheibenbezeichnungen sind international genormt.

#### Schleifmittel

Vier Gruppen von synthetischen Schleifmitteln werden verwendet:

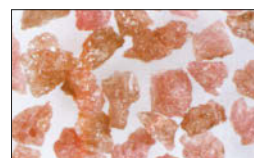
1. **Korund** (Aluminiumoxid)
2. **Siliciumcarbid**
3. **Diamant**
4. **Bornitrid**



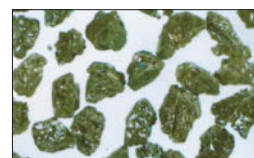
NK = Normalkorund  
große Zähigkeit



EK = Edelkorund, weiß  
sehr hart und spröde



EKD = Edelkorund, rosa  
sehr hart, höhere  
Kornzähigkeit als EK



SCg = SiC, grün  
äußerst hart und spröde



KA bzw. ..Z = Zirkonkorund  
sehr hohe mechanische  
Festigkeit

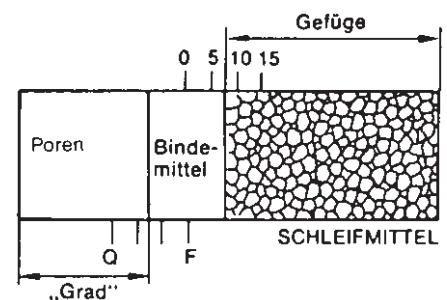
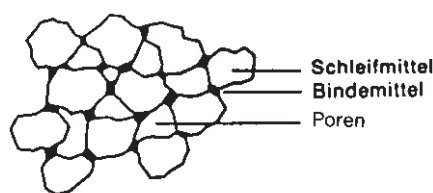
### Eigenschaften der Schleifmittel

Schleifmittel	Härte kp/mm <sup>2</sup>	Wärmebeständigkeit in °C	Zum Bearbeiten von
Diamant	7000	650	Hartmetall, Keramik und anderen harten, kurzspanenden Werkstoffen
Bornitrid	4700	1400	Hochleistungs-Schnellstählen (HSS) Stahl mit einer Zugfestigkeit von 500 bis 2000 kp/mm <sup>2</sup>
Siliciumcarbid	2500	1200	Grauguss, austenitischem, nicht rostendem Stahl (Hartmetall Schleifblock)
Korund (Aluminiumoxid)	2100	2000	Stahl, Stahlguss, NE-Metallen

Jede Hauptgruppe von Schleifmitteln enthält außerdem Spezialtypen mit etwas abweichenden Eigenschaften.

### Härtegrad und Gefüge

Wir betrachten ein Beispiel von Qualitätsbezeichnung an einem keramischen Schleifwerkzeug. Prinzip-Aufbau eines keramischen Schleifwerkzeuges. Schleifscheiben werden mit unterschiedlicher Konstruktionshärte hergestellt, d. h., die Schleifkörner werden in verschiedenen Zusammensetzungen verschieden hart gebunden. Die Bindefestigkeit wird vor allem durch Variation der Bindemittelmenge geändert. Die wichtigste Methode zur Erhöhung der Bindefestigkeit besteht darin, die Bindemittelmenge auf Kosten der Luftporenmenge zu erhöhen. Man spricht dann von Erhöhung des Grades der Scheibe. Die Grade werden mit Buchstaben bezeichnet. Die Bindemittelmenge kann auch auf Kosten der Schleifmittelmenge erhöht werden. Das Gefüge wird mit einer Ziffer bezeichnet. Das Verhältnis zwischen Bindemittelmenge, Porenmenge und Schleifmittelmenge ist in dieser Figur veranschaulicht. Für den Härtegrad gilt, dass die Buchstaben am Anfang des Alphabets sehr weiche Scheiben (C, D, E) bezeichnen, während die Buchstaben am Ende des Alphabets (T, U, V) sehr harte Schleifscheiben bezeichnen. Die Festigkeit einer Schleifscheibe ist unter anderem von der Korngröße abhängig.



Der Grad wird mit Buchstabensymbolen wie folgt bezeichnet:

Sehr weich	C D E F G
Weich	H I J K
Mittel	L M N O
Hart	P Qu R S
Sehr hart	T U W Z

#### Bestellbeispiel: Schleifscheibe Edelkorund

Durchmesser x Breite x Bohrung  
(wenn erforderlich Maße der Aussparung  
Breite x Tiefe)  
Kornung x Härte x Schleifmittel x Bindung

Abmessung	Korn	Härte	Schleifmittel	Bindung
300 x 40 x 76 (A. 130 x 20)	46	M	EK	keramisch

#### Gängigste Kornungen für Werkzeugschliff (Schleifbock)

Edelkorund (EK)	Korn 046	Härte M/K
	Korn 060	Härte M/K
	Korn 080	Härte L/K

#### Gängigste Kornungen für Hartmetall (Schleifbock)

Siliciumcarbid (SC)	Korn 046/60	Härte Jot
	Korn 080	Härte Jot
	Korn 100/120	Härte Jot

#### Gängigste Kornungen für Schruppschliff (Schleifbock)

Normalkorund (NK)	Korn 024	Härte Q
	Korn 036	Härte P



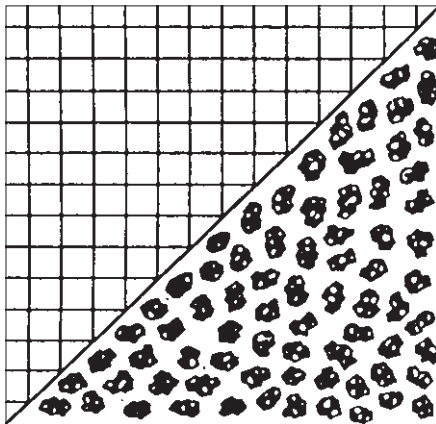
## Werkzeug-Schleifscheiben

### Korngröße

Die Korngrößen werden nach der internationalen Siebskala mit Ziffern von 8 (sehr grob) bis 400 (sehr fein) bezeichnet.

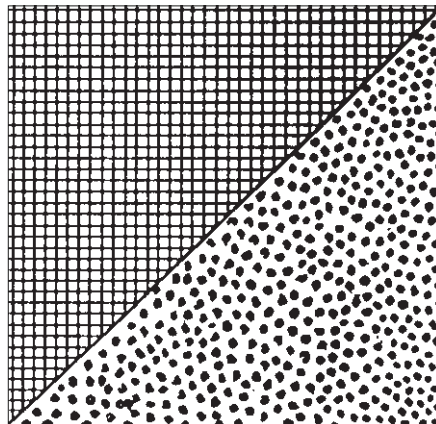


Sieb mit 8 Maschen pro Zoll



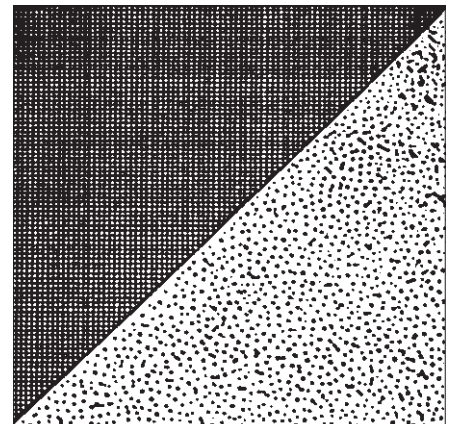
Korngröße: 8

Sieb mit 24 Maschen pro Zoll



Korngröße: 24

Sieb mit 60 Maschen pro Zoll



Korngröße: 60

Das Schleifmittel wird in einem Elektro-schmelzofen geschmolzen. Die Schleifmittelblöcke werden dann gebrochen und durch Siebung in obige Korngrößen aufgeteilt. Jede Korngröße wird dabei nach der Anzahl Maschen pro englisches Zoll in dem Sieb, durch das das Korn hindurchging, benannt. Ein Schleifmittel, das beispielsweise durch ein Sieb mit 8 Maschen pro Zoll hindurchgeht, aber auf dem nächsten Sieb mit 10 Maschen verbleibt, wird mit Korn 8 bezeichnet. Die vorstehenden Skizzen veranschaulichen dies anhand einiger Beispiele für Korngröße 8, 24 und 60.

Sehr feine Körner (mesh 280–1200) werden nach einer Foto-Sedimentationsmethode bestimmt.

Grob	Mittel	Fein	Sehr fein
8	30	80	180
10	36	90	220
12	46	100	240
14	54	120	280
16	60	150	320
20	–	–	400
24	–	–	–

Als grobe Faustformel kann erwähnt werden, dass mit Verdoppelung der Kornnummer der mittlere Durchmesser der Körner ungefähr halbiert wird. Dagegen wird die Anzahl Schleifkörner pro Flächeneinheit des Schleifwerkzeuges in diesem Fall etwa viermal größer.

#### Als allgemeine Regel gilt:

**Größere Körner** für größeren Abschluss, größere Werkstücke, weichere Werkstoffe, größere Kontaktfläche.

**Feinere Körner** für größere Ebenheit der Oberfläche, kleinere Werkstücke, härtere Werkstoffe, kleinere Kontaktfläche.

## Behandlung von Einzel-Abrichtdiamanten



Ungebraucht vor dem Einsatz



Stopp! Jetzt umfassen



Zu spät! Diamantverlust



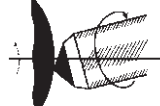
Neigung 5–12  
Zustellung  
0,02–0,05 mm max.

**Weiterhin bitte beachten:**  
– Abricht-Seitenvorschub  
0,05–0,2 mm/U



Max. 0,5–1,5 mm  
Breite der  
Arbeitskante

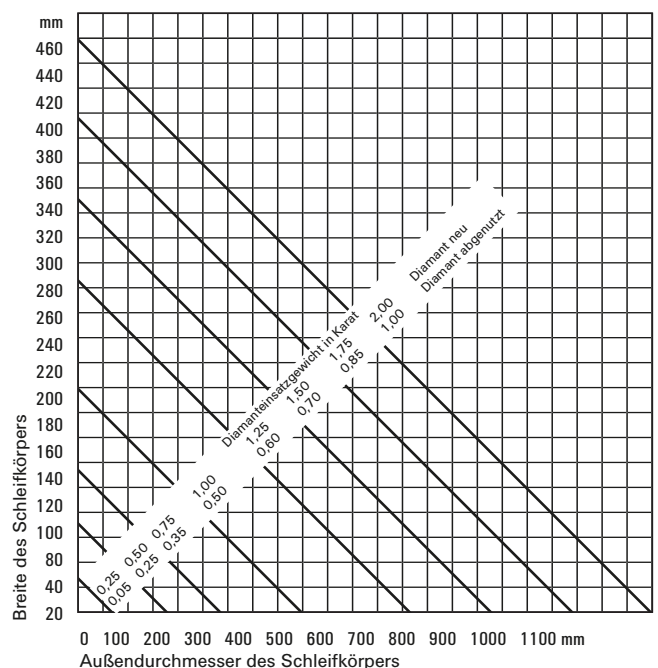
– ausreichende  
kontinuierliche Kühlung



90° verdreht  
neue Schneide  
gewonnen

– den Diamanten stets  
vor Stoß und Schlag  
schützen

Wirtschaftliches Abrichten mit Einzel-Diamanten beginnt bei der Wahl der richtigen Diamantengröße im Verhältnis zum Schleifkörperdurchmesser und zur Schleifkörperbreite.



## Schleifstifte

**PFERD-Qualität, zertifiziert nach EN ISO 9001**



**Anwendungsempfehlungen:** PFERD-Schleifstifte zeichnen sich durch konstante, überlegene Abtragsleistung und lange Standzeit aus und erzielen eine hohe Oberflächengüte am Werkstück. Aus einer umfangreichen Auswahl an Kornsorten, Korngrößen und Härtegraden werden den Einsatzfällen angepasste Schleifstifte gefertigt, die sich durch hohe Formtreue und enge Maßtoleranz auszeichnen.




Der exakte Rundlauf der PFERD-Schleifstifte

- nimmt Rücksicht auf die Gesundheit des Anwenders,
- schont die Antriebsmaschinen,
- ermöglicht ruhiges Arbeiten,
- verhindert Rattermarken,
- vermindert den Verschleiß.

Diese Übersichten zeigen, welche Kornsorten und Härtegrade für die verschiedenen Werkstoffe zu empfehlen sind. Wir unterscheiden dabei die Einsatzarten **Kantenschliff** und **Flächenschliff**.

### Empfehlungen zur Optimierung der Schleifstiftauswahl:

	Kantenbearbeitung/ robuster Einsatz	Flächenbearbeitung/ universeller Einsatz
<b>Empfehlung:</b>	Harte Bindung	Weiche Bindung
<b>Härten:</b>	N, O, R, T	L, H, I, J, K, M
<b>Vorteile:</b>	Höchste Kantenstabilität, lange Lebensdauer, weniger Werkzeugverschleiß	Höchste Abtragsleistung, kürzere Schleifzeit, niedrigste Lohnkosten
<b>Fazit:</b>	Wirtschaftliche Lösung der Bearbeitungsaufgabe: Kantenschliff und robuster Einsatz bei niedertourigen Antriebsmaschinen in Abhängigkeit vom Werkzeug- $\varnothing$ = Kostenersparnis	Kosten durch höheren Werkzeugverbrauch werden durch eingesparte Lohnkosten überkompensiert = Kostenersparnis
<b>Voraussetzung:</b>		Höhere Antriebsdrehzahlen in Abhängigkeit vom Werkzeug- $\varnothing$

Werkstoffgruppen ▼		Bindung ►		Keramisch		
		Härte N	Härte J	Härte M	Härte O	
		<b>Schleifmittel ►</b>	AN 	AWCO 	ADW 	AR 
		<b>Empfohlene Schnittgeschwindigkeit ►</b>	35–50 m/s	30–50 m/s	30–50 m/s	25–40 m/s
		<b>Bearbeitungsfall ▼</b>				
Stahl, Stahlguss	Stähle bis 1200 N/mm <sup>2</sup> (< 38 HRC)	Baustähle, Kohlenstoffstähle, Werkzeugstähle, unlegierte Stähle, Einsatzstähle, Vergütungsstähle			●	
	Gehärtete, vergütete Stähle über 1200 N/mm <sup>2</sup> (> 38 HRC)	Werkzeugstähle, Vergütungsstähle, legierte Stähle			●	○
	Stahlguss	Unlegierter Stahlguss, niedrig legierter Stahlguss			●	○
Edelstahl (INOX)	Rost- und säurebeständige Stähle	Austenitische und ferritische Edelstähle			○	
			○		○	●
NE-Metalle	Weiche NE-Metalle, Buntmetalle	Alu-Legierungen, Messing, Kupfer, Zink				
	Harte NE-Metalle	Bronze, Titan/Titanlegierungen, harte Alu-Legierungen (hoher Si-Anteil)		●	○	
	Hochwarmfeste Werkstoffe	Nickel- und Kobaltbasislegierungen (Triebwerk- und Turbinenbau)		●		
Gusseisen	Graues Gusseisen, weißes Gusseisen	Gusseisen mit Lamellengrafit EN-GJL (GG), mit Kugelgrafit/Sphäroguss EN-GJS (GGG), weißer Temperguss EN-GJMW (GTW), schwarzer Temperguss EN-GJMB (GTS)		○		○
				○		○
Kunststoffe, andere Werkstoffe	Faserverstärkte Kunststoffe (GFK/CFK), thermoplastische Kunststoffe, Hartgummi					
		<b>Universeller Einsatz</b> auf Kante und Fläche				

● sehr gut geeignet ○ gut geeignet

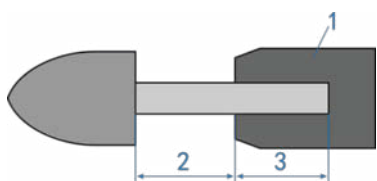
### Sicherheitshinweise Schleifstifte

**Sicherheitshinweise:** Alle PFERD-Schleifstifte sind für eine maximale Umfangsgeschwindigkeit von 50 m/s zugelassen.

Die sogenannte Drehzahl ist von folgenden Faktoren abhängig:

- Form und Abmessung des Schleifstiftes
- Durchmesser des Stahlschaftes
- Offene Schaftlänge (siehe 2 in der Skizze)

Für verschiedene Schaftlängen und Schaftdurchmesser sind in der **EN 12413 (DIN 69170)** die maximalen Drehzahlen festgelegt. Sie sind unbedingt zu beachten, um das Abbiegen des Schaftes zu vermeiden. Jeder Verpackungseinheit von PFERD-Schleifstiften liegen die Drehzahlangaben für die offene Schaftlänge von 10, 15 und 20 mm des entsprechenden Schleifstiftes bei. Unabhängig von der Länge des Schaftes muss die Spannzange der Maschine mindestens 10 mm (siehe 3 in der Skizze) des Schaftes fassen. Dabei ist auf eine einwandfreie Rundlaufgenauigkeit und die korrekte Spannfunktion zu achten.



- 1) Spannzange
- 2) Offene Schaftlänge
- 3) Eingespannte Schaftlänge



Augenschutz benutzen!

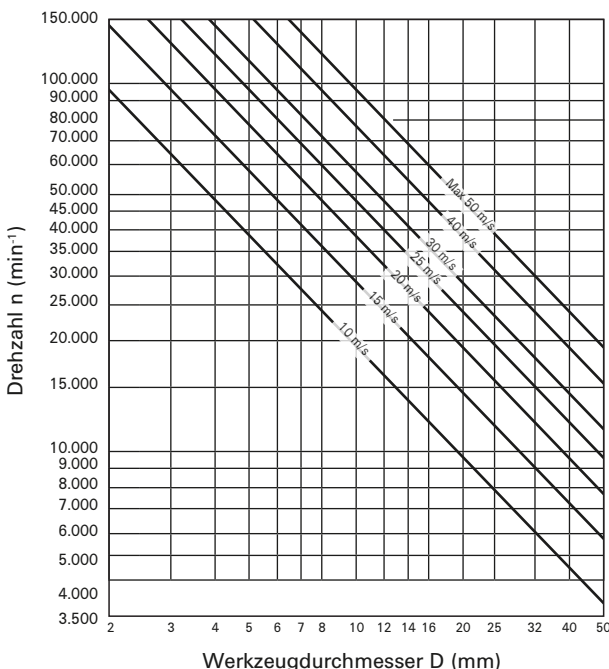


Bei hoher Geräusentwicklung Gehörschutz tragen!

**Beachten Sie bitte immer die Sicherheitsempfehlungen!**

Tabellen mit den zulässigen Höchstdrehzahlen für das gesamte PFERD-Schleifstiftprogramm erhalten Sie auf Wunsch.

Empfohlene Umfangsgeschwindigkeiten für Schleifstifte und Schleifkörper



Härtegrade	Empfohlene Umfangsgeschwindigkeit
M	30–50 m/s
N	35–50 m/s
O	25–40 m/s

Diese Umfangsgeschwindigkeiten empfehlen wir für die genannten Härtegrade.

Bitte beachten Sie die angegebenen Drehzahlen auf den Beipackzetteln.

Im Diagramm sind die Umfangsgeschwindigkeiten durch diagonale Geraden dargestellt.

Die dem Werkzeugdurchmesser entsprechende Senkrechte trifft die angegebene Umfangsgeschwindigkeit (Diagonale). Von dort aus wird in der Waagerechten am linken Rand die Drehzahl für Schleifwerkzeug und Maschine in min<sup>-1</sup> abgelesen.

Beispiel:

- Schleifstift-Ø 20 mm
- empfohlene Umfangsgeschwindigkeit, für Härtegrad O = 25–40 m/s
- aus der Tabelle entnehmen Sie die Drehzahlen: 23800–38000 min<sup>-1</sup>

Bei **schwer zerspanbaren Werkstoffen** sind **niedrigere Umfangsgeschwindigkeiten** zu empfehlen, da hierdurch die Schleiffähigkeit des Schleifstiftes erhöht wird. Die große Auswahl an Kornsorten und Härtegraden ermöglicht die Optimierung aller Schleifarbeiten.



Norm	Artikel	Gruppe/Seite
ASME B18.3-1998	Sechskant-Winkelschraubendreher, zöllig. ....	5/139
DIN 9	Hand-Reibahle. ....	1/117
DIN 133	Schlagmaulschlüssel. ....	5/126
DIN 206	Hand-Reibahle. ....	1/114
DIN 208	Maschinen-Reibahle. ....	1/120
DIN 212	Maschinen-Reibahle. ....	1/119–1/120, 1/124
DIN 217	Aufsteckhalter. ....	1/119
DIN 219	Aufsteck-Reibahle. ....	1/118
DIN 238	Kegeldorn. ....	3/129
DIN 250	Schneideisenhalter. ....	1/246
DIN 311	Nietloch-Reibahle. ....	1/118
DIN 317	Austreiber. ....	3/132
DIN 327	Langlochfräser. ....	1/280, 1/283
DIN 327	Radiusfräser. ....	1/298
DIN 333	Zentrierbohrer. ....	1/8–1/9
DIN 335	Kegel-Senker. ....	1/134–1/143
DIN 338	Spiralbohrer. ....	1/21–1/49, 1/82
DIN 340	Spiralbohrer. ....	1/51–1/53
DIN 341	Spiralbohrer. ....	1/60
DIN 343	Spiralbohrer. ....	1/59
DIN 345	Spiralbohrer. ....	1/551/57
DIN 352	Hand-Gewindebohrer. ....	1/163–1/165
DIN 352	Maschinen-Gewindebohrer. ....	1/171
DIN 357	Maschinen-Gewindebohrer. ....	1/203
DIN 371	Maschinen-Gewindebohrer. ....	1/173–1/229
DIN 373	Flach-Senker. ....	1/146–1/147
DIN 374	Maschinen-Gewindebohrer. ....	1/204–1/213, 1/222, 1/229
DIN 376	Maschinen-Gewindebohrer. ....	1/173–1/203, 1/219, 1/225, 1/228–1/229
DIN 382	Schneideisen. ....	1/237–1/238
DIN 403	Fräsrändelrad. ....	2/117
DIN 403	Rändelrad. ....	2/114
DIN 508	T-Nuten-Stein. ....	3/175–3/176, 3/190
DIN 787	T-Nuten-Schraube. ....	3/172
DIN 806	Zentrierspitze. ....	3/111
DIN 837 B, ISO 3318	Doppelringschlüssel. ....	5/124
DIN 838, ISO 3318	Tief gekröpfte Doppelringschlüssel. ....	5/123
DIN 842	Winkelfräser. ....	1/279
DIN 844	Langlochfräser. ....	1/280–1/281, 1/284–1/295
DIN 847	Prismenfräser. ....	1/278
DIN 850	Langlochfräser. ....	1/295
DIN 851	Langlochfräser. ....	1/296
DIN 859	Hand-Reibahle. ....	1/115
DIN 862	Messschieber. ....	4/8–4/31
DIN 863	Messschraube. ....	4/34–4/45, 4/51–4/53
DIN 866	Maßstab. ....	4/106
DIN 874	Lineal. ....	4/105
DIN 875	Flach- und Anschlagwinkel. ....	4/96–4/98
DIN 876	Mess- und Kontrollplatte. ....	4/90
DIN 876	Rundlaufprüfgerät. ....	4/83
DIN 877	Wasserwaage. ....	4/126
DIN 878	Messuhr. ....	4/55–4/58
DIN 879	Feinzeiger. ....	4/63
DIN 885	Scheibenfräser. ....	1/276
DIN 894	Einmaulschlüssel. ....	5/113
DIN 895	Doppelmaulschlüssel. ....	5/113
DIN 896 A, ISO 2236, ISO 1085	Rohrsteckschlüssel. ....	5/129
DIN 896 B, ISO 2236	Doppelsteckschlüssel, massiv und aus Rohr. ....	5/129
DIN 900	Drehstifte für Steckschlüssel. ....	5/115, 5/129



Norm	Artikel	Gruppe/Seite
DIN 911 K, ISO 2936 K	Schraubwerkzeuge, Winkelschraubendreher für Schrauben mit Innensechskant	5/136–5/137
DIN 911 L, ISO 2936 L	Schraubwerkzeuge, Winkelschraubendreher für Schrauben mit Innensechskant	5/140–5/143
DIN 911, ISO 2936	Schraubwerkzeuge, Winkelschraubendreher für Schrauben mit Innensechskant	5/137, 5/139
DIN 1042	Vorschlaghammer, Kreuzschlaghammer	6/246
DIN 1283	Handhebel-Fettpressen	9/91
DIN 1810 A	Hakenschlüssel mit Nase	5/133
DIN 1810 B	Hakenschlüssel mit Zapfen	5/133
DIN 1814	Windeisen	1/245
DIN 1833	Winkelfräser	1/297
DIN 1834	Scheibenfräser	1/277
DIN 1835	Werkzeugaufnahme	3/116, 3/121
DIN 1837	Metallkreissägeblatt	1/263
DIN 1838	Metallkreissägeblatt	1/263
DIN 1869	Spiralbohrer	1/54
DIN 1870	Spiralbohrer	1/61
DIN 1880	Walzenstirnfräser	1/274–1/276
DIN 1889	Radiusfräser	1/298
DIN 1897	Kurzbohrer	1/12–1/20
DIN 1897	Spiralbohrer	1/70
DIN 1898	Spiralbohrer	1/55
DIN 1899	Kleinstbohrer	1/12
DIN 2080	Werkzeugaufnahme	3/33–3/35, 3/116, 3/130
DIN 2084	Fräserdornring	3/78–3/79
DIN 2179	Kegel-Reibahle	1/117
DIN 2181	Hand-Gewindebohrer	1/165
DIN 2184	Hand-Gewindebohrer	1/166–1/168
DIN 2184	Maschinen-Gewindebohrer	1/217–1/221
DIN 2185	Reduzierhülse	3/130
DIN 2187	Verlängerungshülse	3/131
DIN 2245	Grenzlehndorn	4/149
DIN 2270	Fühlhebelmessgerät	4/66–4/67
DIN 2280	Grenzlehndorn	4/150, 4/154–4/155
DIN 2285	Grenzlehndorn	4/152
DIN 2285	Grenzlehrring	4/154–4/155
DIN 2299	Grenzlehndorn	4/152
DIN 2299	Grenzlehrring	4/154–4/155
DIN 3017	Schlauchschellen	9/43, 9/77
DIN 3110, ISO 3318	Doppelmaulschlüssel	5/111–5/112
DIN 3113 A, ISO 3318	Ring-Maulschlüssel mit gleichen Schlüsselweiten	5/114–5/115, 5/117
DIN 3113 B, ISO 3318	Ring-Maulschlüssel mit gleichen Schlüsselweiten	5/117–5/118
DIN 3117 A, ISO 6787	Schraubwerkzeuge, verstellbare Einmaulschlüssel	5/132
DIN 3118	Offene Doppelringschlüssel	5/127
DIN 3121	Verbindungsvierkante für maschinenbetätigte Schraubwerkzeuge	6/114, 6/116, 6/119–6/122
DIN 3122, ISO 3315	Antriebsteile mit Außenvierkant für handbetätigte Steckschlüsseleinsätze	5/155, 6/11–6/15, 6/26–6/27, 6/34, 6/45–6/46, 6/48–6/50, 6/64, 6/66–6/67, 6/70–6/71
DIN 3123, ISO 3316	Verbindungsteile mit Außenvierkant für handbetätigte Steckschlüsseleinsätze	6/13–6/16, 6/27–6/30, 6/34, 6/48–6/51, 6/67–6/68, 6/71
DIN 3124, ISO 2725-1	Steckschlüsseleinsätze mit Innenvierkant für Schrauben mit Sechskant, handbetätigt	6/16–6/17, 6/19, 6/30–6/31, 6/34, 6/53–6/56, 6/64, 6/68–6/69, 6/71

Norm	Artikel	Gruppe/Seite
DIN 3126 C	Bit .....	6/180–6/184, 6/186–6/187
DIN 3126 C8	Bit .....	6/189–6/190
DIN 3126 E	Bit .....	6/180–6/186, 6/189
DIN 3129	Schraubwerkzeuge, Steckschlüsseleinsätze mit Innenvierkant für Sechskantschrauben, maschinenbetätigt .....	6/113, 6/115, 6/117, 6/119–6/120, 6/122
DIN 4646, DIN 4647	Sichtscheiben für Augenschutzgeräte .....	9/46
DIN 4951	Drehmeißel .....	2/126
DIN 4952	Drehmeißel .....	2/126
DIN 4953	Drehmeißel .....	2/127
DIN 4954	Drehmeißel .....	2/127
DIN 4955	Drehmeißel .....	2/127
DIN 4956	Drehmeißel .....	2/127
DIN 4960	Drehmeißel .....	2/128
DIN 4961	Drehmeißel .....	2/128
DIN 4963	Drehmeißel .....	2/128
DIN 4964	Drehling .....	2/123–2/124
DIN 4965	Drehmeißel .....	2/128
DIN 4971	Drehmeißel .....	2/129
DIN 4972	Drehmeißel .....	2/129
DIN 4973	Drehmeißel .....	2/129
DIN 4974	Drehmeißel .....	2/129
DIN 4975	Drehmeißel .....	2/130
DIN 4976	Drehmeißel .....	2/130
DIN 4977	Drehmeißel .....	2/130
DIN 4978	Drehmeißel .....	2/130
DIN 4979	Drehmeißel .....	2/130
DIN 4980	Drehmeißel .....	2/130
DIN 4981	Drehmeißel .....	2/131
DIN 5111	Schlosserhammerstiele .....	6/250
DIN 5112	Vorschlaghammerstiele .....	6/250
DIN 5128	Gummihämmer .....	6/251
DIN 5135	Fäustelstiele .....	6/251
DIN 5139	Stechbeitel .....	7/72–7/73
DIN 5156	Maschinen-Gewindebohrer .....	1/214–1/216
DIN 5157	Hand-Gewindebohrer .....	1/167
DIN 5234 A	Rohrzangen .....	7/26
DIN 5234 B	Rohrzangen .....	7/26
DIN 5234 C	Rohrzangen .....	7/26
DIN 5254 A	Außensicherungsringzangen, gerade .....	5/43
DIN 5254 B	Außensicherungsringzangen, gebogen .....	5/43–5/44
DIN 5256 C	Innensicherungsringzangen, gerade .....	5/42
DIN 5256 D	Innensicherungsringzangen, gebogen .....	5/42–5/43
DIN 6314	Spanneisen .....	3/180
DIN 6315	Spanneisen .....	3/181
DIN 6316	Spanneisen .....	3/181
DIN 6318	Spanneisen .....	3/182
DIN 6319	Kugelpfanne .....	3/179
DIN 6319	Kugelscheibe .....	3/179
DIN 6328	Klemmhülse .....	3/131
DIN 6330	Sechskantmutter .....	3/177
DIN 6331	Sechskantmutter .....	3/177
DIN 6340	Unterlegscheibe .....	3/179
DIN 6350	Drehfutter .....	3/80–3/81, 3/85–3/86
DIN 6366	Mitnehmerring .....	3/76
DIN 6367	Fräseranzugschraube .....	3/76
DIN 6379	Stiftschraube .....	3/174
DIN 6434	Nietzieher .....	6/264
DIN 6435	Nietkopfsetzer .....	6/264
DIN 6441 D	Putzkellen .....	7/89
DIN 6450	Splintentreiber .....	6/261
DIN 6451	Kreuzmeißel .....	6/258
DIN 6453	Flachmeißel .....	6/258

Norm	Artikel	Gruppe/Seite
DIN 6455	Nutenmeißel . . . . .	6/260
DIN 6458	Durchtreiber . . . . .	6/260
DIN 6473 A	Metallsägebogen . . . . .	6/242
DIN 6475	Fäustel . . . . .	6/247
DIN 6499	Spannzange . . . . .	3/63–3/72, 3/122
DIN 6518	Profilfräser . . . . .	1/297
DIN 6527	Schaftfräser . . . . .	1/302, 1/305–1/306, 1/308–1/315, 1/320–1/323, 1/327–1/328, 1/332, 1/334, 1/336, 1/342, 1/358–1/359, 1/364, 1/368
DIN 6537	Spiralbohrer . . . . .	1/92, 1/95, 1/98, 1/101, 1/110
DIN 6539	Spiralbohrer . . . . .	1/81
DIN 6911	Winkelschraubendreher mit Zapfen für Schrauben mit Innensechskant . . . . .	5/146
DIN 7239 C	Latthämmer . . . . .	6/249
DIN 7250	Körner . . . . .	6/263
DIN 7254 A	Steinflachmeißel . . . . .	6/258
DIN 7254 B	Steinflachmeißel . . . . .	6/258
DIN 7255	Fugenmeißel . . . . .	6/259
DIN 7256	Steinspitzmeißel . . . . .	6/259
DIN 7261 A	Werkstattfeilen, Formen . . . . .	6/215
DIN 7261 B	Werkstattfeilen, Formen . . . . .	6/215
DIN 7261 C	Werkstattfeilen, Formen . . . . .	6/215
DIN 7261 D	Werkstattfeilen, Formen . . . . .	6/216
DIN 7261 E	Werkstattfeilen, Formen . . . . .	6/216
DIN 7261 F	Werkstattfeilen, Formen . . . . .	6/216
DIN 7261 G	Werkstattfeilen, Formen . . . . .	6/217
DIN 7261 H	Werkstattfeilen, Formen . . . . .	6/218
DIN 7262 E	Schärfleisten . . . . .	6/220
DIN 7262 F	Schärfleisten . . . . .	6/220
DIN 7263 A	Raspeln und Kabinettfeilen . . . . .	6/220
DIN 7263 C	Raspeln und Kabinettfeilen . . . . .	6/220
DIN 7263 E	Raspeln und Kabinettfeilen . . . . .	6/220
DIN 7283	Schlüsselfeile . . . . .	6/218
DIN 7353	Handschlagstempel . . . . .	9/101
DIN 7422	Schraubendrehereinsätze mit Innenvierkant für Innensechskantschrauben, handbetätigt . . . . .	6/18–6/19, 6/32–6/33, 6/57–6/60, 6/69
DIN 7444	Schraubwerkzeuge, Schlag-Ringschlüssel . . . . .	5/126
DIN 7462 B	Holzhämmer . . . . .	6/251
DIN 8037	Spiralbohrer . . . . .	1/79
DIN 8039	Schlagbohrer (Maurerbohrer) mit Schneidplatte aus Hartmetall . . . . .	7/86
DIN 8093	Maschinen-Reibahle . . . . .	1/123, 1/125
DIN 8094	Maschinen-Reibahle . . . . .	1/124
DIN 8140	Gewinde-Reparatur . . . . .	1/252–1/253
DIN 8350 A	Flachscher . . . . .	6/230
DIN 8350 C	Dreikant-Hohlscher . . . . .	6/229
DIN 16970	Klebstoffe . . . . .	9/133
DIN 22417	Dreikant-Steckschlüssel . . . . .	5/128
DIN 40432	Maschinen-Gewindebohrer . . . . .	1/222
DIN 40434	Schneideisen . . . . .	1/239
DIN 51818:NLGI-Klasse 2	Schmierfett . . . . .	9/114
DIN 55026	Drehfutter . . . . .	3/89
DIN 55027	Drehfutter . . . . .	3/80, 3/82, 3/87, 3/93
DIN 55029	Drehfutter . . . . .	3/81, 3/87
DIN 55029	Kurzkegelflansch . . . . .	3/93
DIN 69871	Werkzeugaufnahme . . . . .	3/7–3/10, 3/13–3/20, 3/23, 3/26–3/27, 3/30–3/31, 3/117, 3/121, 3/129–3/130

Norm	Artikel	Gruppe/Seite
DIN 69880	VDI-Aufnahme .....	3/96–3/102, 3/119
DIN 69893	Werkzeugaufnahme .....	3/45–3/58, 3/118, 3/121
DIN EN 1044	Hartlote .....	9/42
DIN EN 29454-1	Lötfette .....	9/42
DIN EN ISO 1502	Grenzlehrdorn .....	4/150–4/151
DIN EN ISO 3650	Endmaß .....	4/144–4/147
DIN ISO 228	Werkzeugaufnahme .....	3/119
DIN ISO 5743	Greif- und Schneidzangen, allgemeine technische Anforderungen .....	5/19, 5/22, 5/30, 5/33, 5/38, 5/103–5/104, 7/27–7/28
DIN ISO 5745	Greif- und Schneidzangen, Greifzangen .....	5/26–5/32
DIN ISO 5746	Greif- und Schneidzangen, Kombinationszangen und Kabelzangen .....	5/21, 5/23–5/25, 5/38, 5/49
DIN ISO 5748	Greif- und Schneidzangen, Vornschneider .....	5/33–5/34
DIN ISO 5749	Greif- und Schneidzangen, Seitenschneider .....	5/22, 5/34–5/38, 5/46
DIN ISO 8976	Greif- und Schneidzangen, Wasserpumpenzangen .....	5/22, 5/101–5/103, 5/156
DIN ISO 9242	Greif- und Schneidzangen, Monierzangen .....	5/19
DIN ISO 9243	Greif- und Schneidzangen, Kantenzangen .....	5/19
DIN ISO 9654	Elektronikzangen, Einweckzangen, Schneidzangen .....	5/46–5/48, 5/52–5/53
DIN ISO 9655	Elektronikzangen- Einweckzangen, Greifzangen .....	5/46, 5/50, 5/53
EN 751-1	Gewindedichtungen .....	9/130
EN 751-2	Gewindedichtungen .....	9/130
EN 837-1	Manometer .....	9/81
EN 22568	Schneideisen .....	1/235–1/240
EN 24231	Schneideisen .....	1/238
ISO 9453:2006, IEC 61190-1-3	Elektroniklote .....	9/41
ISO 26623	Werkzeugaufnahme .....	3/59–3/60
JIS B 6339	Werkzeugaufnahme .....	3/36–3/44, 3/117–3/118, 3/121, 3/130