



Sie möchten **Zuverlässigkeit**? Vertrauen Sie **HSS**

BOHREN

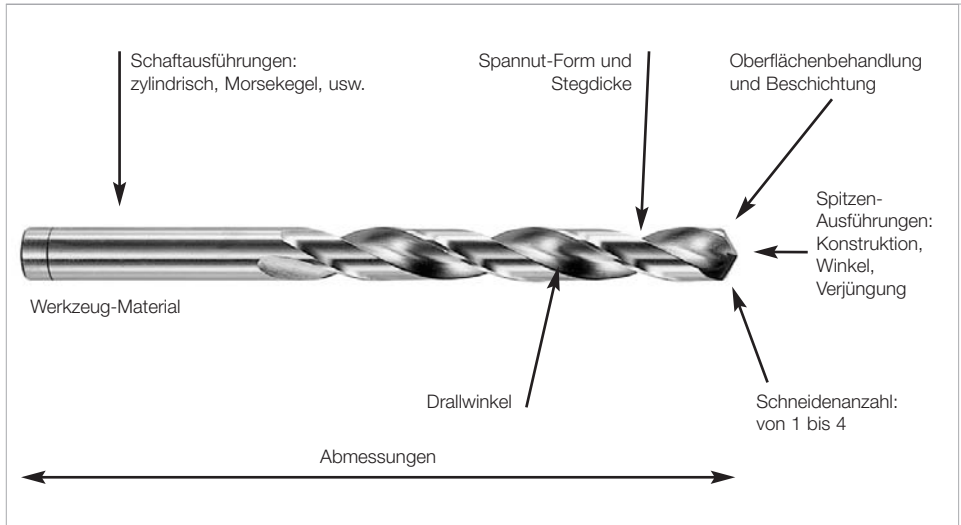
BOHRWERKZEUGE

- 2 Bohrwerkzeuge im Detail
- 3 Welcher Schnellstahl für maximale Leistung ?
- 4 Oberflächenbehandlungen für höchste Leistungen
- 5 Bezeichnungen und Begriffe
- 6 Wahl der optimalen Spannutenlänge
- 7 Wahl des richtigen Werkzeugs
- 8 Andere Vollmaterial-Bohrerformen
- 9 Steg-Dicke
- 10 Verschiedene Drallwinkel
- 11 Spitzenwinkel
- 12 Beispiele für die Spitzen-Ausführung
- 13 Beispiele für die Spitzen- Verjüngung
- 14 Vorteile der Spitzen- Verjüngung
- 15 Bohrer-Formen und -Typen

- 16 Bohrungs-Genauigkeit und Bohrer-Positionierung
- 17 Schaftausführungen für Bohrer

BOHR-OPERATIONEN

- 18 Die Grundlagen des Bohrens
- 19 Typische Schnittgeschwindigkeiten
- 20 Vorschübe
- 21 Kühlmittel und Späneentsorgung
- 22 Bohrer mit Kühlmittelbohrungen
- 23 Beobachtung von Verschleißarten
- 24 Spanformen und deren Ursachen
- 25 Lösungen für Schwierigkeiten beim Bohren
- 26 Hinweise für spezielle Bedingungen beim Bohren
- 27 Symbole und ihre Bedeutung



HINWEIS DES WERKZEUGHERSTELLERS

Erfahren Sie die Leistungsfähigkeit von HSS-PM-Bohrern, besonders wenn Hartmetall-Bohrer versagen

HSS

- Für konventionelle Anwendungen

HSS-E 5% Kobalt

- Übliche Wahl für industrielle Nutzung

HSS-E 8% Kobalt

- Für das Bohren von schwer bearbeitbaren Materialien

HSS-PM (Pulvermetallurgie)

- Für Hochleistungs-Bohren
- Bietet die Leistung von Hartmetall und die Zähigkeit von HSS

Gusseisen

ERFOLGSGESCHICHTE

Anwendung:

- Bohren von Löchern Ø 8,25 mm, Tiefe 80 mm

Werkzeug:

- PVD-beschichteter HSS-PM-Bohrer

Schnittdaten:

- v_c 60 m/min, f_z 0,25 mm/U

Standweg:

- **Mehr als das Doppelte** von Hartmetall (812 Löcher zu 375)

Kosten/Loch:

- **50 % der Kosten** von Hartmetall

HINWEIS DES WERKZEUGHERSTELLERS

Die Zerspanung ist vorteilhafter mit PVD-beschichteten Bohrern, weil weniger Reibung auftritt und höhere Schnittdaten möglich sind.

DLC-Beschichtungen eignen sich auch zum Bohren von Nichteisen-Materialien.

Dampf-Oxidieren

- Herkömmliche Oberflächenbehandlung
- Nur geeignet für Eisenmetalle

Nitrieren

- Wird nur selten angewandt
- Für Gusseisen und Aluminium

TiN Gold

- Konventionelle Mehrzweck-PVD-Beschichtung
- Kosten-Effizienz
- Mittlere Leistungsfähigkeit

TiCN Grau-violett

- Hohe Verschleißfestigkeit
- Für Stähle
- Für unterbrochene Schnitte in schwer bearbeitbaren Materialien

TiAlN oder TiAlCN Schwarz-violett

- Hochleistungs-PVD-Beschichtung für höhere Schnittgeschwindigkeiten
- Für Eisenmetalle (Stähle, Gusseisen), harte oder abrasive Materialien
- Geeignet für Trockenbearbeitung

MoS₂ oder WC-C Grau-schwarz

- Gute Anti-Verschleiß-Eigenschaften, reduzierte Reibung
- Anwendung zusammen mit anderen PVD-Beschichtungen
- Geeignet für Trockenbearbeitung



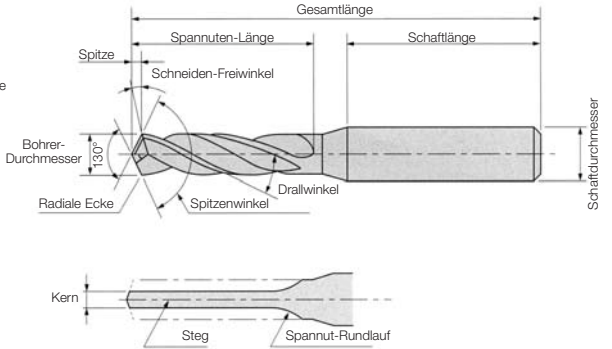
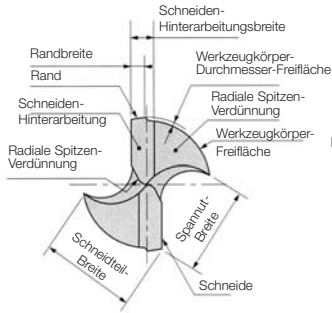
**EIN BOHRER
WIRD DEFINIERT**

Englisch: a drill

Französisch: un foret

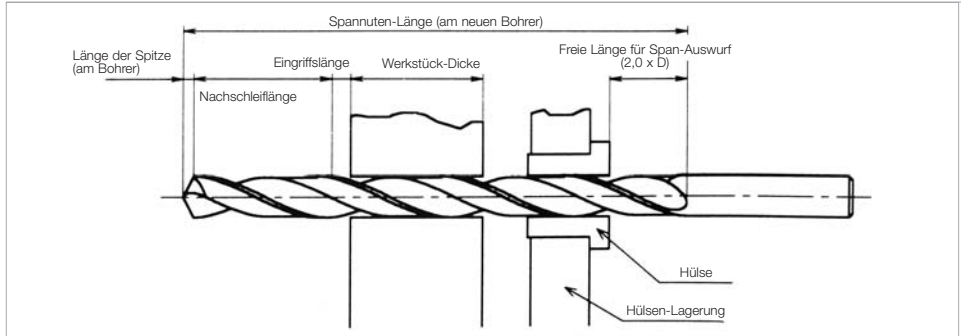
Italienisch: una punta

Spanisch: una broca



HINWEIS DES WERKZEUGHERSTELLERS

Längere Bohrer sollten nur verwendet werden, wenn unbedingt erforderlich



Die Spannutenlänge ist eine der am kritischsten Einflussfaktoren für die Standzeit: für längere Standzeiten sollte die Spannutenlänge so kurz wie möglich sein. Längere Spannuten verursachen eine geringere Steifigkeit der Bohrer, die zu instabilen Bohr-Bedingungen führt.

Für die meisten Anwendungen kann die Spannutenlänge wie folgt berechnet werden:

Länge der Bohrung
+ Länge der Hülse
+ Abstand zwischen Hülse und Werkstück
+ 2 x Durchmesser (= freie Länge für Spanauswurf)
+ Nachschleiflänge
+ Eingriffslänge

HINWEIS DES WERKZEUGHERSTELLERS

Vollmaterial-Spiralbohrer sind auch für das Hochleistungs-Bohren durch ihre konstruktive Gestaltung, durch PVD-Beschichtungen und HSS-PM-Substrate geeignet



Am meisten verwendet

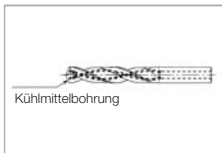
Vollmaterial-Spiralbohrer

- + Mehrzweck-Werkzeuge
- + Der größte Bereich an Durchmessern (von 0,05 mm bis zu 80 mm und mehr)
- + Verfügbar in vier Längenbereichen: extra kurz, kurz, lang, extra lang
- + Die längsten verfügbaren Werkzeuge (z.B. 1000 mm lang und 10 mm Durchmesser)



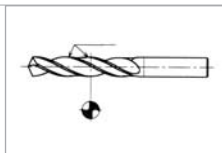
Bohrer mit HSS-Wendepplatten

- Für das Bohren großer Löcher, besonders über 20 mm, oder für Mehrzweck-Werkzeuge
- + Kein Nachschleifen notwendig (Wendepplatten)
 - + Mehrzweck-Trägerwerkzeuge für unterschiedliche Plattengrößen
 - + Selbstzentrierende Spitze und scharfe Schneiden, daher niedrigere Schnittkräfte verglichen mit Hartmetall-Wendepplatten
 - + Können in Schichtmaterialien und Bohrungen > 50 mm verwendet werden
 - Empfindlich und nicht kosteneffizient bei kleinen Durchmessern



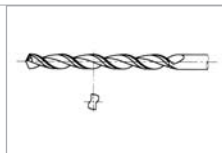
**Bohrer mit
Kühlmittelbohrung**

Für hohe Leistungen und tiefe Bohrungen



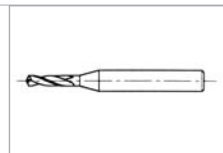
Bohrer mit Doppelrand

Für eine bessere Bohrungs-Qualität



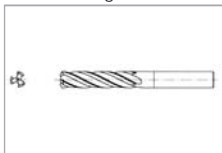
Parabelförmiger Bohrer

Für tiefe Bohrungen



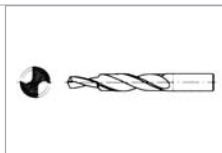
Zapfen-Bohrer

Erhöhte Steifigkeit bei kleinen Durchmessern



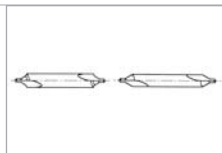
Kernbohrer

Hauptsächliche Wahl für eine Bohrungs-Vergrößerung
Höchst produktiv für IT8-Bohrungsqualität



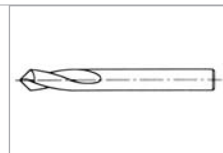
Stufenbohrer

Für kombinierte Operationen in einer Aufspannung



Zentrierbohrer

Für die Herstellung der Zentrieraufnahmen für Dreh- und Schleifarbeiten

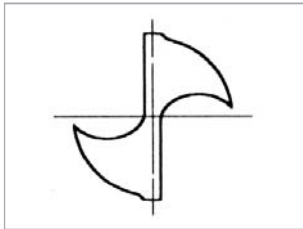


Anbohrer

Zum Ansenken und Anfasen

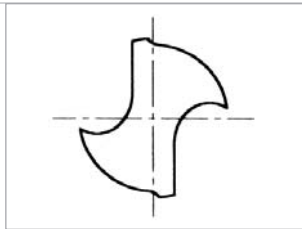


*Der Steg ist das
Rückgrat eines
Bohrers*



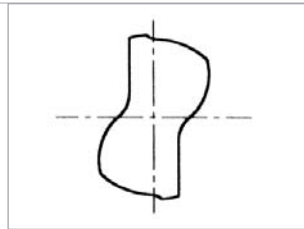
Konventionell

- Für allgemeine Anwendungen
- Großer Spanraum
- Kleiner Kern-Durchmesser:
0,10 ~ 0,25 D



Mittlerer Steg-Durchmesser

- Hohe Steifigkeit bei großen Vorschüben.
Verjüngungen für geringe Druckbelastungen sind notwendig
- Geeignet für Stähle und Gusseisen
- Für hohe Leistungen und längere Standzeiten
- Steg-Durchmesser: 0,20 ~ 0,35 D

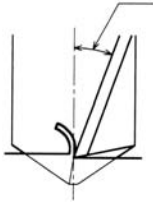


Parabelförmige Ausführung

- Hohe Steifigkeit bei leichterer Zerspanung
- Für Aluminium und rostbeständige Stähle
- Lange Standzeiten
- Für tiefe Löcher, um Bohrer-Brüche und verlaufene Bohrungen zu vermeiden
- Steg-Durchmesser: 0,30 ~ 0,45 D

HINWEIS DES WERKZEUGHERSTELLERS

Vergessen Sie nicht, dass bei einem Bohrer der Drallwinkel gleichzeitig der Spanwinkel ist



Kleiner Drallwinkel

Anwendung: harte Materialien, Bronze, Messing

Auch empfehlenswert für Bohrer mit kleinen Durchmessern, um die Steifigkeit zu verbessern

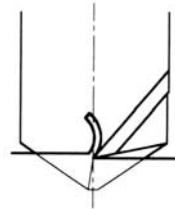
- + Vergrößert die Widerstandsfähigkeit der Schneide
- Erhöht die Schnittkräfte

30°

Standard-Drallwinkel

Übliche Wahl

Meist gebräuchliche Ausführung



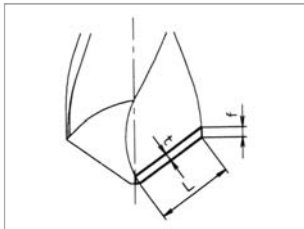
Großer Drallwinkel

Anwendung: weiche Materialien (Aluminium, Kupfer)

- + Reduziert die Schnittkräfte
- Verringert die Widerstandsfähigkeit der Schneide

HINWEIS DES WERKZEUGHERSTELLERS

HSS-Bohrer decken den größten Bereich von Spitzenwinkeln ab: nutzen Sie das !



Kleiner Winkel

Kleine Winkel: 90°

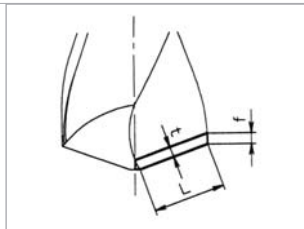
Für weiche Materialien

**118°
oder 120°**

Standard-Winkel

Allgemeine Anwendungen

Anmerkung: Der Spitzenwinkel hat Einfluss auf die Druckbelastung, das Drehmoment und die Länge der Schneide sowie auf die Dicke der Späne



Großer Winkel

Große Winkel: : 130° , 135° oder 140°

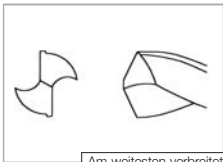
Für harte Materialien

Verhindern Bohrer-Verlauf bei besonderen Bohrbedingungen (tiefe Bohrungen, Querbohrungen, Zapfenbohrungen, geneigte Bohrungen usw.)

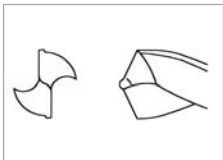
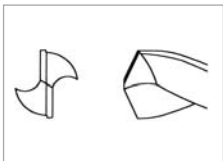


HINWEIS DES WERKZEUGHERSTELLERS

Erhöhen Sie die Bohrungs-Qualität und die Bohrer-Leistung durch die Wahl der richtigen Spitzen-Ausführung



Am weitesten verbreitet



Konisch

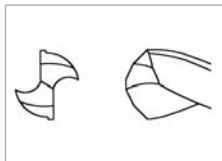
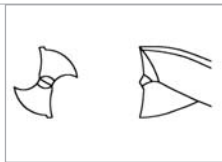
- Konventioneller Bohrer
- Allgemeine Anwendungen

Vier Facetten

- Für enge Bohrungs-Toleranzen
- Empfohlen für kleine Bohrungen
- Leicht nachzuschleifen

Spiralige Spitze

- Gute Zentrierung
- Verringerte Gratbildung
- Anwendung: Aluminium



Zentrierbohrer-Spitze

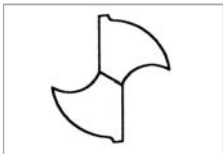
- Einfache Bohrer-Positionierung
- Verhindert Gratbildung und Vibrationen beim Bohren in dünnes Schichtmaterial und in Rohre
- Anwendung: Baustähle

Doppelwinkel

- Hoher Ecken-Widerstand
- Anwendung: gehärtete Materialien, abrasive Materialien, Gusseisen

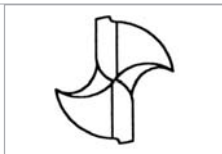
HINWEIS DES WERKZEUGHERSTELLERS

Leistungsstarke HSS-Bohrer sind selbstzentrierend: Anbohrer sind nicht erforderlich



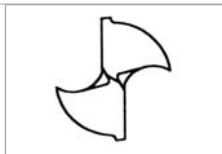
Keine Verjüngung

- Allgemeine Anwendungen



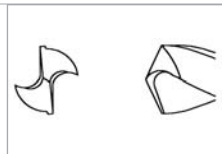
Drei-Winkel-Ausführung

- Genaue Schneiden-Position
- Für schwer bearbeitbare Materialien und tiefe Bohrungen



W-Ausführung

- Für schwierige Bohr-Operationen und harte Materialien
- Verhindert Bröckelungen



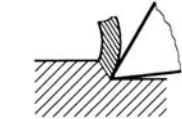
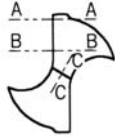
Radiale Spitze

- Für schwierige Bohr-Operationen
- Es entstehen kurze, gebrochene Späne
- Verringert Druckbelastungen

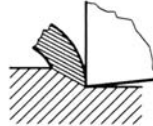
HINWEIS DES WERKZEUGHERSTELLERS

Spitzen-Verjüngung vermindert Druckbelastungen, erlaubt erhöhte Schnittbedingungen und verbessert die Bohrungs-Qualität und die Standzeiten

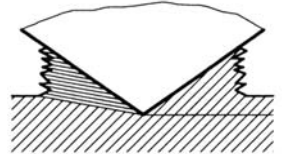
Standard-Bohrer-Geometrie (ohne Spitzen-Verjüngung)



A-A Schnittdarstellung
Positiver Winkel

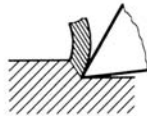
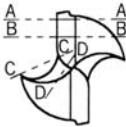


B-B Schnittdarstellung
Positiver Winkel

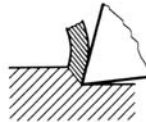


C-C Schnittdarstellung
Kein Schneiden, nur Verformung

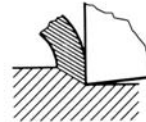
Leistungsfördernde Bohrer-Geometrie (mit Spitzen-Verjüngung)



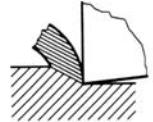
A-A Schnittdarstellung
Positiver Winkel



B-B Schnittdarstellung
Positiver Winkel



C-C Schnittdarstellung
Positiver Winkel



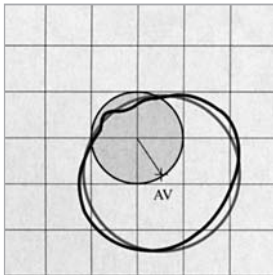
D-D Schnittdarstellung
Positiver Winkel

AUSFÜHRUNG	STEG	DRALLWINKEL	SPITZENWINKEL	ANWENDUNG
N	Standard-Steg	Standard (30°)	Standard (118° oder 120°)	Eisenwerkstoffe Gusseisen
H	Kleiner Steg	Klein (12° oder 16°)	Standard (118° oder 120°) oder groß (130°)	Kurzspanende Werkstoffe Bronze Messing
W	Kleiner Steg	Groß (35-40°)	Groß (130°)	Langspanende Werkstoffe Aluminium-Legierungen Kupfer
Parabelförmig	Großer Steg oder kleiner Steg	Groß (35-40°)	Standard (118° oder 120°) oder groß (130°)	Leicht bearbeitbare Materialien Langspanende Werkstoffe
Sehr steif	Großer Steg	Mittelgroß (20-35°)	Groß (130°)	Schwer bearbeitbare Materialien (rostbeständige Stähle, warmfeste Stähle, Federstahl)



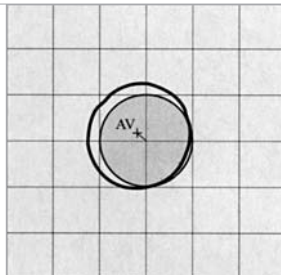
HINWEIS DES WERKZEUGHERSTELLERS

Verbesserte Bohrungs-Genauigkeit mit leistungsfördernden HSS-Bohrern



Standard-Geometrie

- Werkzeug-Durchmesser: 10 mm
- Bohrungs-Durchmesser: 10,07 mm
- Falsche Positionierung: AV 0,15 mm
- IT 12



Leistungsfördernde Geometrie

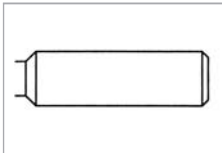
- Werkzeug-Durchmesser: 10 mm
- Bohrungs-Durchmesser: 10,025 mm
- Verbesserte Positionierung: AV 0,045 mm
- IT9

HINWEIS DES WERKZEUGHERSTELLERS

Bohrer gibt es:

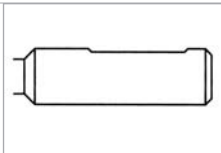
- mit verstärkten Schäften für größere Steifigkeit und bei kleinen Werkzeugen

- oder mit kleineren Schäften für den Einsatz auf Drehmaschinen



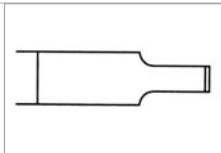
Zylinderschaft

- Meist gebräuchlich



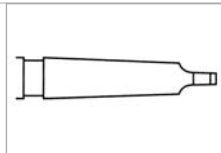
Zylinderschaft mit Spannfläche

- Für große Durchmesser (zwischen 6-20 mm)
- Für Bohrer mit Kühlmittelbohrung
- Verhindert ein Herausziehen des Bohrers aus dem Spannfutter



Zylinderschaft mit Mitnehmer

- Für schnellen Werkzeugwechsel
- Einfacher Halter mit großer Steifigkeit
- Große Abweichung im Rundlauf



Morsekegelschaft mit Mitnehmer

- Für große Durchmesser
- Für schnellen Werkzeugwechsel
- Große Steifigkeit

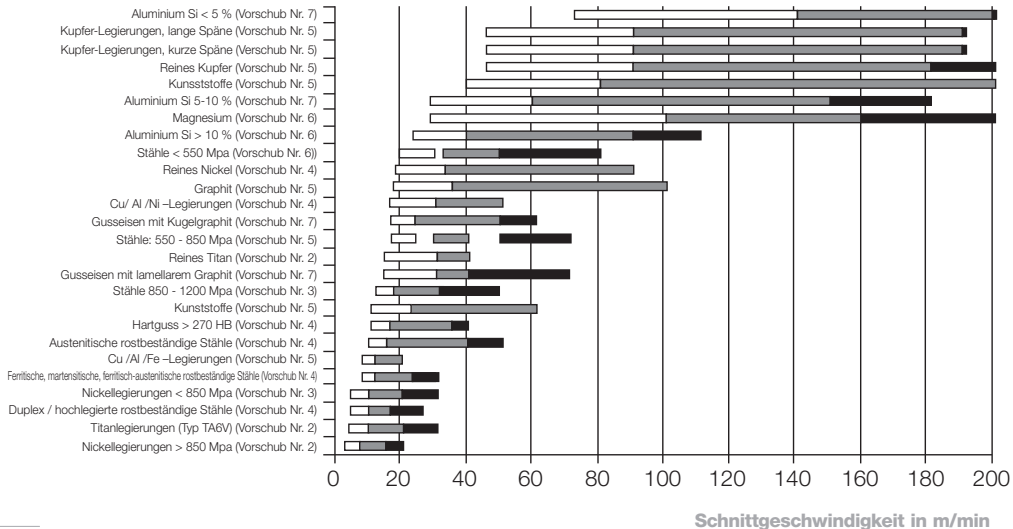
HINWEIS DES WERKZEUGHERSTELLERS

*Wussten Sie,
dass in 75 %
aller mechanischen
Teile gebohrte
Löcher sind ?*



- Bohren ist eine Zerspanungs-Operation, in der das Werkzeug sich in einer axialen Anordnung dreht, ausgenommen in einer Drehmaschine, wo der Bohrer steht und das Werkstück sich dreht.
- Beim Bohren variiert die Schnittgeschwindigkeit entlang der Schneide. An der Schneidenspitze ist die Schnittgeschwindigkeit NULL. Die Spitze schneidet nicht, sondern drückt das Metall.

- Unbeschichtete HSS-Bohrer
- PVD-beschichtete HSS-Bohrer
- PVD-beschichtete HSS-PM-Bohrer



TYPISCHE SCHNITTGESCHWINDIGKEITEN

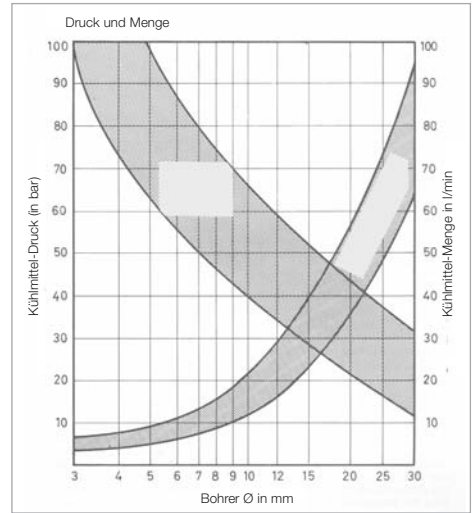


Bohrer-Ø mm	Vorschub-Reihen-Nr.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	F (mm/U)								
0.50	0.004	0.006	0.007	0.008	0.010	0.012	0.014	0.016	0.019
1.00	0.006	0.008	0.012	0.014	0.016	0.018	0.020	0.023	0.025
2.00	0.020	0.025	0.032	0.040	0.050	0.063	0.080	0.100	0.125
2.50	0.025	0.032	0.040	0.050	0.063	0.080	0.100	0.125	0.160
3.15	0.032	0.040	0.050	0.063	0.080	0.100	0.125	0.160	0.160
4.00	0.040	0.050	0.063	0.080	0.100	0.125	0.160	0.200	0.200
5.00	0.040	0.050	0.063	0.080	0.100	0.125	0.160	0.200	0.250
6.30	0.050	0.063	0.080	0.100	0.125	0.160	0.200	0.250	0.315
8.00	0.063	0.080	0.100	0.125	0.160	0.200	0.250	0.315	0.315
10.00	0.080	0.100	0.125	0.160	0.200	0.250	0.315	0.400	0.400
12.50	0.080	0.100	0.125	0.160	0.200	0.250	0.315	0.400	0.500
16.00	0.100	0.125	0.160	0.200	0.250	0.315	0.400	0.500	0.630
20.00	0.125	0.160	0.200	0.250	0.315	0.400	0.500	0.630	0.630
25.00	0.160	0.200	0.250	0.315	0.400	0.500	0.630	0.800	0.800
31.50	0.160	0.200	0.250	0.315	0.400	0.500	0.630	0.800	1.000
40.00	0.200	0.250	0.315	0.400	0.500	0.630	0.800	1.000	1.250
50.00	0.250	0.315	0.400	0.500	0.630	0.800	1.000	1.250	1.250
63.00	0.315	0.400	0.500	0.630	0.800	1.000	1.250	1.600	1.600
80.00	0.400	0.500	0.630	0.800	1.000	1.250	1.600	1.600	2.000



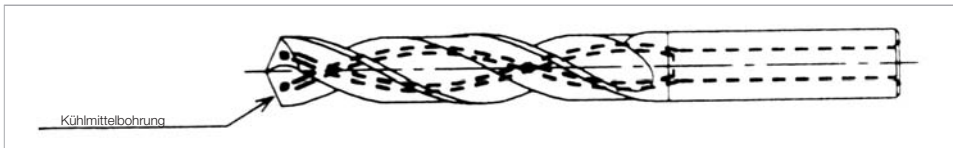
*Bohrer mit
Kühlmittelbohrung
haben längere
Standzeiten*

- Kühlmittel sind sehr wichtig für die Wärmeabführung, die Späneentsorgung und die Schmierung, um Reibverschleiß an der Bohrerspitze, wo die Schnittgeschwindigkeit NULL ist, zu vermeiden.
- Beim Bohren werden üblicherweise Emulsionen bevorzugt, aber es kann auch Öl verwendet werden.
- Emulsionen mit Zusätzen verlängern die Standzeiten von HSS-Bohrern deutlich.
- Das Kühlmittel muss direkt auf die Schneide gerichtet sein.
- Der Grad der erforderlichen Schmierung richtet sich nach dem Bohrer-Durchmesser, der Bohrungstiefe und den Schnittbedingungen.



HINWEIS DES WERKZEUGHERSTELLERS

Bohrer mit Kühlmittelbohrung sind sehr wichtig für längere Standzeiten, höhere Schnittgeschwindigkeiten und tiefe Bohrungen



Vorteile von Bohrern mit Kühlmittelbohrung und hohem Kühlmittel-Druck

- + verhindern Spanverschweißungen
- + verhindern schädliche chemische Reaktionen, die bei hohen Temperaturen entstehen

- + verlängern die Standzeiten (bis zu 300 %)
- + ermöglichen um bis zu 30 % höhere Schnittgeschwindigkeiten
- + verbessern die Oberflächengüte

ERFOLGSGESCHICHTE

- Anwendung: • Bohren von Löchern \varnothing 8,25 mm, L= 80 mm in ein Automobil-Teil
- Tool • HSS-PM 9 % Co-Bohrer mit Kühlmittel-Bohrungen + PVD-Beschichtung + spezieller Geometrie
- Schnittdaten: • v_c 60 m/min, f 0,25 mm/U
- Standzeit: • **mehr als verdoppelt** im Vergleich zu einem Hartmetall-Bohrer (812 Löcher anstatt 375 Löcher)
- Kosten pro Bohrung: • halbiert im Vergleich zum Hartmetall-Bohrer

Gusseisen

Freiflächen- verschleiß	Kolk-Verschleiß	Bröckelungen	Verformungen	Aufbau- Schneiden
<ul style="list-style-type: none"> • Normale Verschleißerscheinung • Schnittgeschwindigkeit (v_c) und / oder Vorschub (f) erhöhen • Effektiven Spanwinkel erhöhen 	<ul style="list-style-type: none"> • Vermieden werden • Schnittgeschwindigkeit (v_c) und / oder Vorschub (f) verringern • PVD-beschichtetes Werkzeug und eine härtere HSS-Sorte verwenden 	<ul style="list-style-type: none"> • Vermieden werden • Schnittgeschwindigkeit (v_c), verringern, Kühlmitteldruck erhöhen • Eine zähere HSS-Sorte verwenden 	<ul style="list-style-type: none"> • Vermieden werden • Schnittgeschwindigkeit (v_c) und / oder Vorschub (f) verringern • PVD-beschichtetes Werkzeug und eine härtere HSS-Sorte verwenden 	<ul style="list-style-type: none"> • Vermieden werden • Schnittgeschwindigkeit (v_c) und / oder Vorschub (f) erhöhen • PVD-beschichtetes Werkzeug und eine härtere HSS-Sorte verwenden

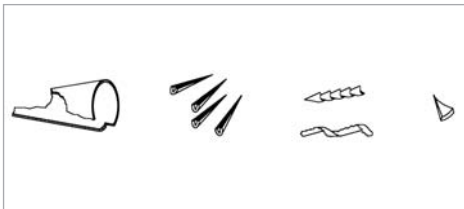


HINWEIS DES WERKZEUGHERSTELLERS

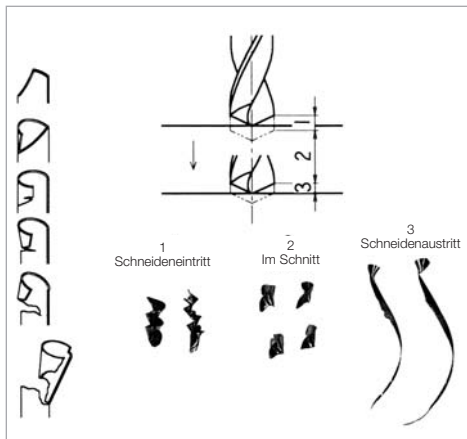
Kurze Späne sind ein Beweis dafür, dass der richtige Vorschub gewählt wurde

- Lange, spiralförmige Späne bleiben in der Spannut und behindern den Kühlmittelfluss durch die Bohrung. Das Ergebnis ist Werkzeug-Erweichung oder Bruch.
- Wenn die Späne zu kurz sind, sind sie schwierig zu entsorgen und kleben manchmal in der Spannut fest. Dies beeinträchtigt die Qualität der Bohrung und verkürzt die Standzeit.

Spanformen beim Bohren



Spanformen in jeder Phase des Bohr-Prozesses, wenn ein Bohrer mit Spitzen-Verjüngung verwendet wird



Art der Schwierigkeit	Ursachen	Lösungen
Bohrung mit Übermaß	Lockere Spannung, ungleichmäßiger Spitzenwinkel, ungleichmäßige Länge der Schneide	Halter und Rundlauf prüfen Nachschleifen und Bohrer-Genauigkeit prüfen
Unregelmäßiger Bohrungs-Durchmesser	Lockere Spannung, ungleichmäßiger Spitzenwinkel, große Länge der Schneide, zu großer Vorschub, zu wenig Schmierung	Halter und Rundlauf prüfen Nachschleifen und Bohrer-Genauigkeit prüfen Vorschub verringern Bohrer mit Kühlmittelbohrung verwenden
Schlechte Positions-Genauigkeit	Rundlaufgenauigkeit der Spindel Schlechte Einspann-Genauigkeit Rundlaufgenauigkeit beim Bohren	Halter und Rundlauf prüfen, Einspannung prüfen, Verjüngung mit niedrigem Widerstand wählen, Bohrfutter verwenden, oder Zentrierung anbringen
Schlechte Bohrungs-Flucht	Zu großer Verschleiß, ungleichmäßiger Spitzenwinkel, Werkstückoberfläche nicht horizontal, schlechte Einspannung (z. B. auf Drehmaschinen)	Nachschleifen und Bohrer-Genauigkeit prüfen, Werkstück-Positionierung prüfen, Zentrierung anbringen
Schlechte zylindrische Genauigkeit	Ungleichmäßiger Spitzenwinkel, lockere Spannung Freiwinkel zu groß, geringe Bohrer-Steifigkeit	Nachschleifen und Bohrer-Genauigkeit prüfen Halter und Rundlaufgenauigkeit prüfen Bohrer mit dickem Steg einsetzen
Schlechte Oberflächenbeschaffenheit	Bohrer schlecht nachgeschliffen, Schneidenkühlung nicht gut, lockere Spannung, zu großer Vorschub, Anbackung von Spänen	Richtig nachschleifen, mehr Kühlmittel zuführen, Vorschub verringern, große Spannute verwenden, Bohrer mit großem Drallwinkel und Kühlmittelzufuhr verwenden
Bohrer-Bruch	Geringe Steifigkeit, zu großer Vorschub, zu viel Verschleiß, Span-Anbackungen, schwieriger Schneideneintritt	Steifigkeit verbessern, Vorschub ermäßigen, große Spannute verwenden, Bohrer mit großem Drallwinkel und Kühlmittelzufuhr verwenden, Bohrfutter oder Zentrierung verwenden
Bruch des Mitnehmers	Unstabiles Spannfutter, Defekt (Zerstörung oder ein Span) an der inneren Oberfläche des Morsekonus	Instandsetzung des Spannfutters oder dessen Auswechslung

Bohren von geneigten Flächen	Querbohrungen oder nicht-symmetrische Bohrungen	Bohren von Platten	Bohren von Mehrlagen-Platten	Bohren von Rohren
<ul style="list-style-type: none"> • Vor dem Bohren eine flache Fläche fräsen • Eine Vorbohrung mit einem Zentrier- oder Anbohrer anbringen • Ein Führungsfutter verwenden • Einen sehr steifen Bohrer verwenden • Vorschub ermäßigen 	<ul style="list-style-type: none"> • Sollten vermieden werden • Einen sehr steifen oder einen Doppelrand-Bohrer verwenden • Vorschub ermäßigen • Die Bohrungen mit dem gleichen Material füllen, um den Schnitt im Gleichgewicht zu halten 	<ul style="list-style-type: none"> • Eine Abstützplatte verwenden • Einen Stufenbohrer verwenden • Vorschub ermäßigen 	<ul style="list-style-type: none"> • Einen Stufenbohrer verwenden • Vorschub ermäßigen 	<ul style="list-style-type: none"> • Einen Stufenbohrer verwenden • Einen Schaftfräser anstelle eines Bohrers einsetzen

Symbol	Einheit	Bezeichnung
D	mm	Werkzeug-Durchmesser
l	mm	Bohrungstiefe
L	mm	Gesamt-Bohrlänge: Anbohr-Länge + Bohrungstiefe + Länge der Spitze
N	U/min	Umdrehung pro Minute

Symbol	Einheit	Bezeichnung	Formel
v_c	m/min	Schnittgeschwindigkeit	$v_c = \frac{\pi DN}{1000}$
v_f	m/min	Vorschub pro Minute	$v_f = Nf$
f	mm/U	Vorschub/U	$f = \frac{v_f}{N}$
T	min	Bearbeitungszeit	$T = \frac{L}{fN}$

