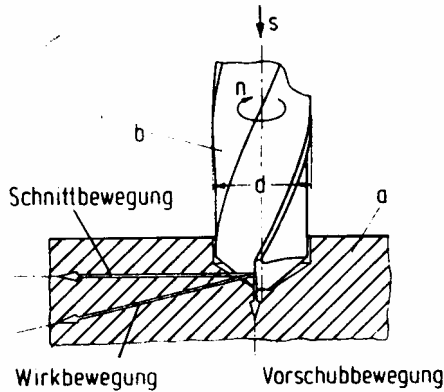


# 1. Bohren, Reiben, Senken

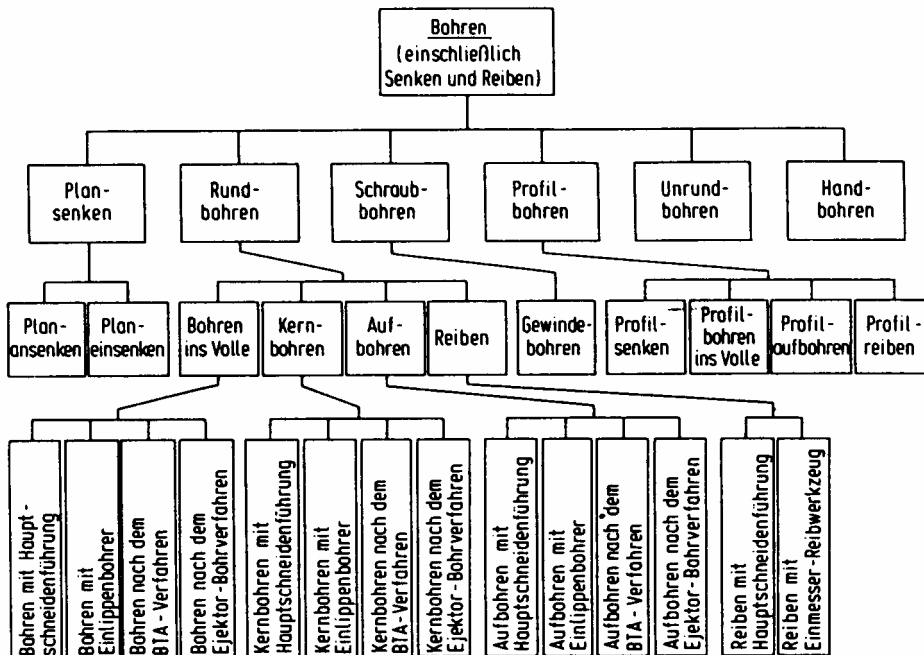
## 1.1 Allgemeines, Übersicht der Bohrverfahren

Bohrverfahren sind nach DIN 8589 spanende Verfahren mit kreisförmiger Schnittbewegung. Das Werkzeug führt hierbei eine Vorschubbewegung nur in Richtung der Drehachse aus. Die Drehachse ist werkstück- und werkzeugfest.



/5.01/ Wirkungsweise des Spiralbohrers nach DIN 6580  
a... Werkstück, b... Werkzeug

Die Bohrverfahren werden unterschieden in Bohren, Aufbohren, Senken und Reiben. Es dient der Herstellung von Löchern, bzw. zur Veränderung dieser. Gewindebohrer dienen der Herstellung von Innengewinden. Die Bearbeitung mit Spiralbohrern stellt eine Schruppzerspanung dar, mit oft ungenügender Oberflächengüte und Maßhaltigkeit. Mit Reibwerkzeugen wird die Schlichtbearbeitung durchgeführt.

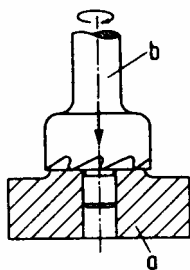
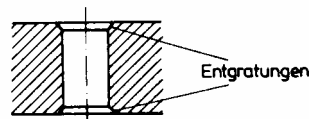
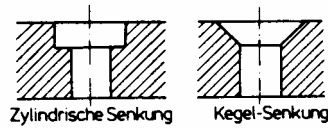


/5.02/ Bohrverfahren; allgemeine Übersicht nach DIN 8589

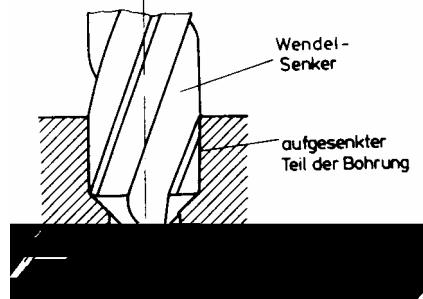
### Plansenken

Bohrverfahren zur Erzeugung ebener oder keglicher Flächen senkrecht zur Drehachse.

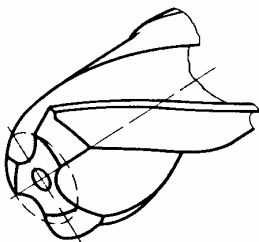
- Planansenken /5.03/ (für überstehende Flächen)
- Planeinsenken /5.04/ (für vertiefte Flächen)



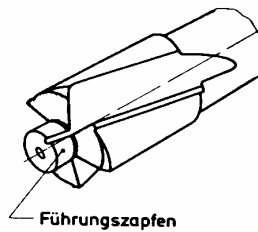
/5.03/ Planansenken



/5.04a/ Planeinsenken



/5.04b/ Dreischneidiger Wendelsenker



/5.04c/ Zapfensenker mit festem Führungszapfen

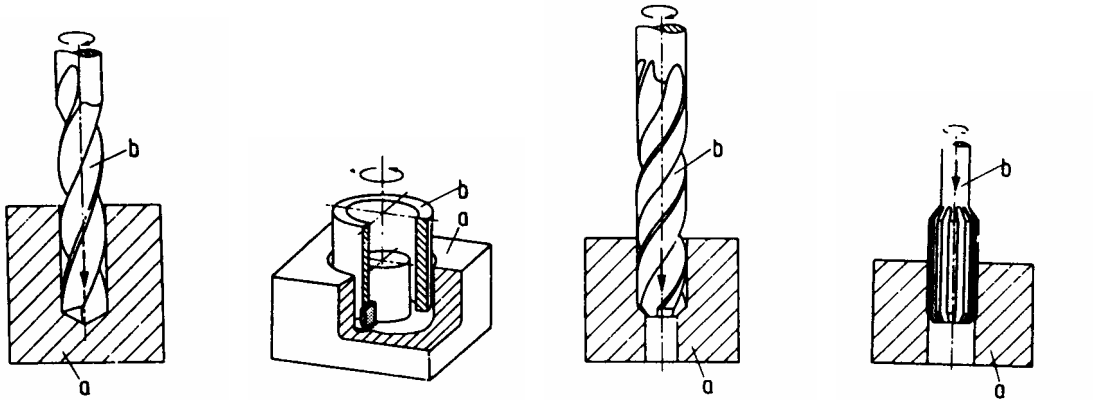


/5.04d/ Formsenker mit festem Führungszapfen

### Rundbohren

Bohrverfahren zur Erzeugung kreiszylindrischer Innenflächen, die axial zur Drehachse liegen.

- Bohren ins Volle (mit Hauptschneidenführung) /5.05/
- Kernbohren /5.06/
- Aufbohren (Vergrößerung eines bereits vorhandenen Loches; Aufbohren mit Hauptschneidenführung) /5.07/
- Reiben (Aufbohren mit geringer Spannungsstärke zur Erzeugung von maß- und formgenauen kreiszylindrischen Innenflächen mit hoher Oberflächengüte) /5.08/



/5.05/ Bohren ins Volle  
a... Werkstück, b... Werkzeug

/5.06/ Kernbohren

/5.07/ Aufbohren

/5.08/ Reiben

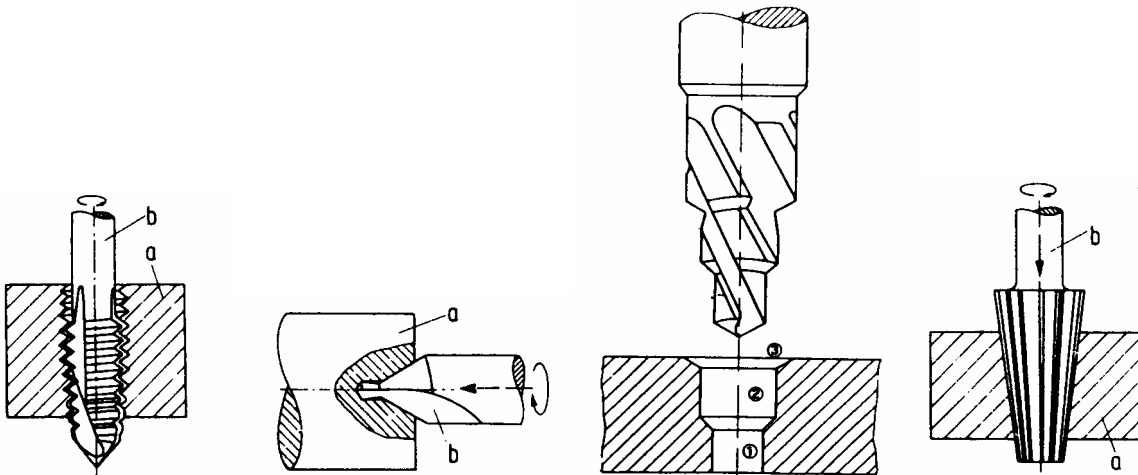
### Schraub- bzw. Gewindebohren

Bohrverfahren zur Erzeugung von Innenschraubflächen in ein vorhandenes Loch. /5.09/

### Profilbohren

Mit einem Profilwerkzeug durchgeführtes Bohrverfahren zur Erzeugung von rotationssymmetrischen Innenflächen, die durch das Hauptschneidenprofil des Werkzeugs bestimmt sind.

- Profilsenker (mit Profilsenker) /5.04/
- Profilbohren ins Volle (z.B. Zentrierbohren) /5.10/
- Profilaufbohren (Aufbohren bereits profilierter Löcher) /5.11/
- Profilreiben (Reiben mit Profilwerkzeug) /5.12/



/5.09/ Gewindebohren

/5.10/ Profilbohren ins Volle

/5.11/ Profilaufbohren mit  
Formsenker

/5.12/ Profilreiben

### Unrundbohren

### Handbohren

## 1.2 Bohrwerkzeuge

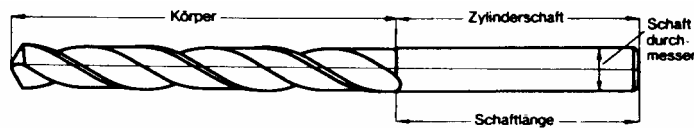
### 1.2.1 Spiral- oder Wendelbohrer

Häufigst verwendetes Bohrwerkzeug, Schruppwerkzeug;  
 Erreichbare Toleranzen von IT11 bis IT13, abhängig vom Werkstoff des Werkstücks, der Werkzeug-Steifigkeit, Werkzeug-Führung, Kühlung, Schmierung, Spanabfuhr, Stabilität der Maschine, ...

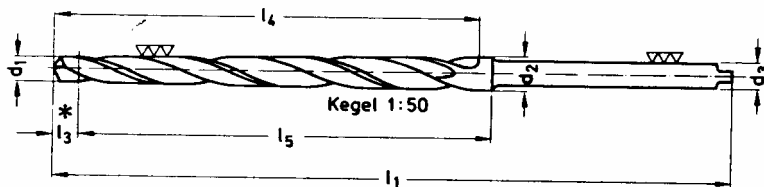
Beim Spiralbohrer sind die Schneidkanten wendelförmig um die Drehachse angeordnet /5.13/ :

- gleichbleibender Durchmesser beim Nachschleifen
- gute Führung durch die Führungsfase
- gute Spanabfuhr
- lange Nutzungsdauer (öfteres Nachschleifen möglich)

Der vom Schaft zur Spitze hin konisch verlaufende Kern des Bohrers (= Seele des Bohrers) gibt die notwendige Stabilität. An der Bohrer Spitze entspricht die Kerndicke der Breite der Querschneide.



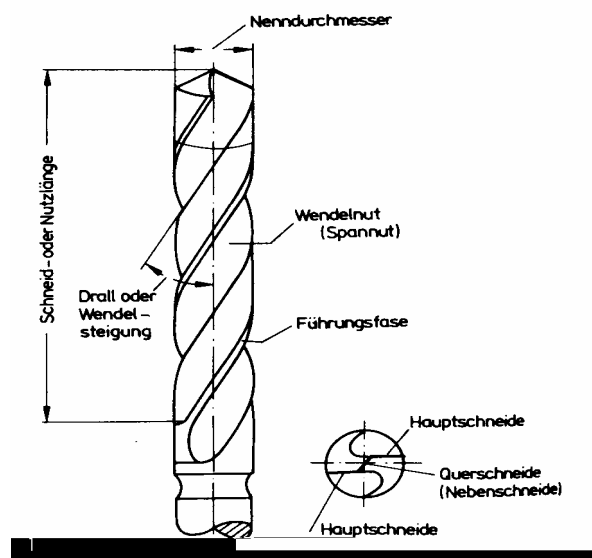
/5.13a/ Elemente des Wendelbohrers



/5.13b/ Stiflochbohrer (Kegel 1:50)



/5.13c/ Kern oder Seele eines Wendelbohrers



/5.13d/ Bezeichnungen am Spiralbohrer

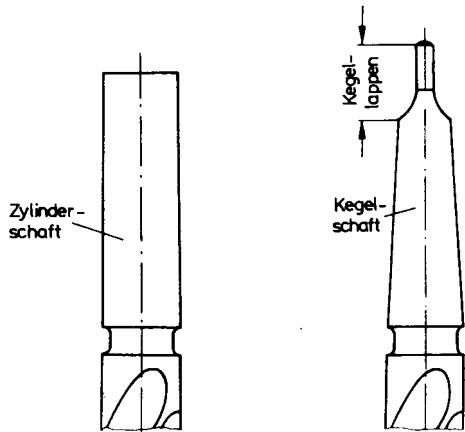
### Ausspitzen

Durch das Ausspitzen wird die Querschneidenlänge verringert (etwa um die Hälfte), um die Vorschubkraft (=Drücken der Schneide) zu verringern, und den Spanraum an der Bohrerspitze zu vergrößern. Der Durchmesser zum Vorbohren muß immer größer, oder zumindest gleich groß, wie der Durchmesser der Querschneide des folgenden Bohrers sein.

### Bohrerschaft

Bohrer mit Zylinder- und Kegelschaft werden verwendet. /5.13, 5.14/

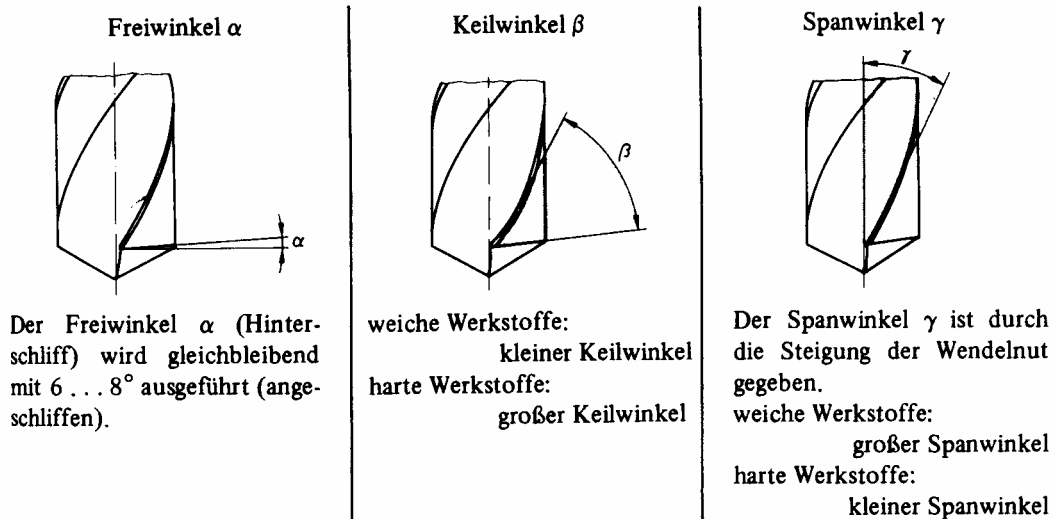
Der Zylinderschaft wird bei kleineren Durchmessern (bis ca. 10 mm) und geringeren Kräften verwendet. Für größere Durchmesser und Kräfte ist, zur Übertragung des Drehmomentes (durch Reibung) ein Kegelschaft notwendig. Der Kegellappen am Ende des Schaftes dient zum Lösen der Verbindung mit einem Keil.



/5.14/ Zylinder- und Kegelschaft bei Bohrern

### Winkel an der Bohrerschneide

Die Lage der Winkel  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$  ist aus /5.15/ ersichtlich.


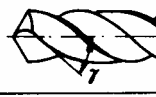



/5.15/ Werkzeugwinkel am Spirlabohrer nach DIN 6581

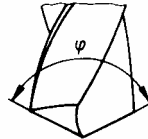
Angaben über die Größe des Spanwinkels  $\gamma$  gibt /5.16/.

Die Lage des Spitzenwinkels  $\varphi$  und dessen Größe zeigt /5.17/.

Querschneide und Hauptschneide sollen einen Winkel von  $\psi=55^\circ$  einschließen. /5.18/

Weiche und zähe Werkstoffe (Kupfer, Zink Leichtmetallegerungen, thermo- plastische Kunststoffe)	Bohrertyp „W“ $\gamma = 35 \dots 40^\circ$	
Normale Werkstoffe (Stähle, Stahlguß, Grauguß)	Bohrertyp „N“ $\gamma = 20 \dots 30^\circ$	
Harte und zäherte Werkstoffe (hochlegierte Stähle, harter Grauguß, sprödes Kupfer und Messing, Preßstoffe, Gesteine)	Bohrertyp „H“ $\gamma = 10 \dots 13^\circ$	

/5.16/ Spanwinkel  $\gamma$  von Spiralbohrern

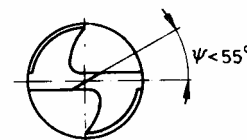
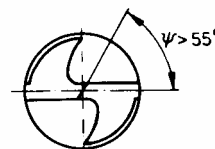
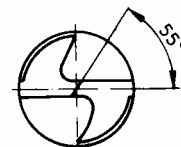
Werkstoff	Spitzenwinkel	
Hartgummi	$30 \dots 50^\circ$	
Preßstoffe	$50 \dots 60^\circ$	
Gesteine, Ziegel, Glas	$80 \dots 90^\circ$	
Magnesiumlegierungen, Hartgewebe, thermoplastische Kunststoffe	$100^\circ$	
weiche Stähle, Grauguß, Stahlguß, Temperguß, Rot- guß, Messing, Bronze	$116 \dots 118^\circ$	
harte Stähle (nichtrostende und vergütete), Kupfer, Blei- und Zinklegierungen, Aluminiumlegierungen	$130 \dots 140^\circ$	

/5.17/ Spitzenwinkel  $\psi$  von Spiralbohrern

$\psi = 55^\circ$   
richtiger Anschlag, Freiwinkel  $\alpha$  optimal,  
gute Schneidwirkung,

$\psi > 55^\circ$   
falscher Anschlag, Freiwinkel  $\alpha$  zu klein,  
schlechte Schneidwirkung,

$\psi < 55^\circ$   
falscher Anschlag, Freiwinkel  $\alpha$  zu groß,  
Bruchgefahr für den Bohrer!



/5.18/ Richtiger Schliff der Querschnide

### Werkstoffe

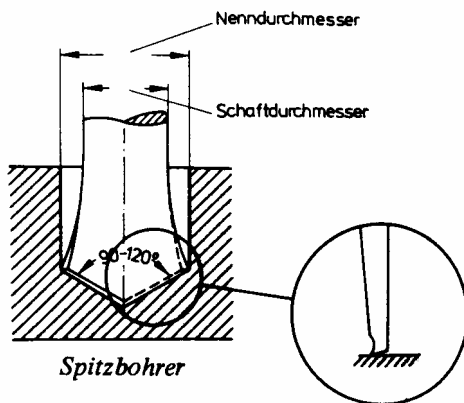
Für Bohrer aller Art werden zumeist Werkzeugstahl (billig, hohe Elastizität, geringe Härte) und Schnell-arbeitsstahl (höhere Härte und Verschleißwiderstand) verwendet. Für hohe Belastungen und zur Bearbeitung großer Durchmesser werden auch mit Hartmetall, Schneidkeramik oder Schneiddiamant bestückte Bohrer verwendet.

Werkstoff \ Werkzeug	Bohrer aus Werkzeugstahl $v$ in m/min	Bohrer aus Schnellarbeitsstahl (Schnellschnittstahl) $v$ in m/min
Weicher Stahl	12 ... 15	25 ... 30
Legierter Stahl	8 ... 10	12 ... 15
Grauguß	10 ... 12	15 ... 20
Buntmetalle	30 ... 35	50 ... 60
Leichtmetalle	70 ... 80	90 ... 110

/5.19/ Schnittgeschwindigkeiten beim Bohren

### 1.2.2 Spitzbohrer

Der Spitz- oder Drillbohrer ist der Vorläufer des Spiralbohrers. Heute findet der Spitzbohrer nur noch beim Bohren kleiner Durchmesser (Handbearbeitung), in der Holzbearbeitung und für Spezialaufgaben Anwendung.

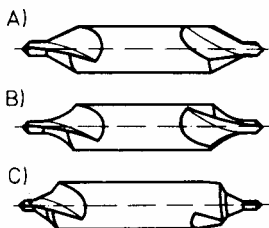


/5.20/ Spitzbohrer

### 1.2.3 Zentrierbohrer

Zentrierbohrer dienen zur Herstellung der Aufnahmebohrungen an Drehteilen.

/5.21/ zeigt die häufigsten Ausführungen der Zentrierbohrer.



/5.21/ Zentrierbohrer 60° nach DIN 333

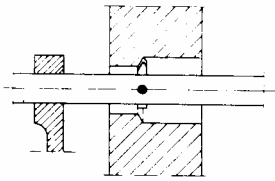
A) Form A mit geraden Flanken, B) Form R mit gewölbten Flanken, C) Form B; 60°/120° Senkwinkel für Schutzsenkung

### 1.2.4 Kernbohrer

Sie dienen zur Herstellung großer Durchmesser ohne Zerspanung des gesamten Kernes → geringere Leistungsaufnahme der Maschine. Der Kernbohrer entspricht einem Rohr, das an der Stirnseite mit Wendschneidplättchen aus Hartmetall, Schneidkeramik oder Schneiddiamant bestückt ist. Der Kernbohrer findet Anwendung zur Leistungseinsparung, und wenn man am Bohrkern interessiert ist; z.B. bei Gesteinsproben und Proben von Schnee und Eis. /5.06/

### 1.2.5 Bohrstange

Die Bearbeitung mit einer Bohrstange ist ähnlich dem Innendrehen, jedoch mit umlaufendem Werkzeug. Wichtig ist eine stabile Verbindung der Bohrstange mit der Maschinenspindel. Zur Herstellung langer Bohrungen wird die Bohrstange auch beidseitig geführt (in s.g. Bohrbuchsen). Für größere Durchmesser werden auf der Bohrstange Bohrköpfe mit zwei, drei oder vier Bohrmeißeln aufgespannt.



/5.22/ Bohrstange mit Bohrmeißel und einseitiger Führung

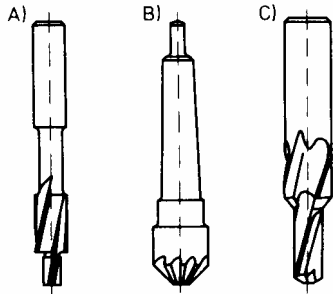
### 1.3 Senkwerkzeuge

Während mit Aufbohren eine bereits vorhandene Bohrung erweitert wird, handelt es sich beim Senken um ein Profilbohren mit umlaufendem Werkzeug, wobei der Vorschub in Richtung der Drehachse erfolgt. Werkzeuge mit stirnseitigen Schneiden, die bis zur Werkzeugachse verlaufen, werden als Bohrwerkzeuge eingegliedert; z.B. Zentrierbohrer, Mehrfasen-Stufenbohrer, ...

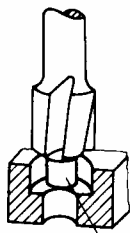
#### Senkwerkzeuge

<u>Flachsenker</u>	<u>Kegelsenker</u>	<u>Sondersenker</u>
Der kurze zylindrische Führungszapfen dient zur besseren Führung des Werkzeuges (= ca. Durchmesser des Durchgangsloches).	Kegelsenker mit 60°, 90° und 120° Spitzenwinkel werden verwendet. Durch die besseren Werkstoffe der Werkzeuge können die Senker mit weniger Schneiden ausgestattet werden @ größerer Spanraum.	z.B. Stufensenker
Senkungen für Zylinderschrauben.	Senkungen für Senkschrauben und Senkniete. Entgraten von Bohrungen.	Verwendung für Sonderzwecke.



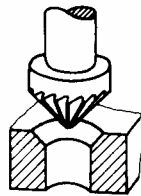
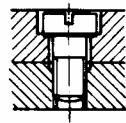


/5.23/ Senkwerkzeuge: A) Flachsensker mit Führungszapfen, B) Kegelsenker, C) Stufensenker



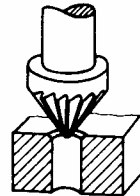
Führungszapfen

/5.24/ Flachsensker



Senkung für Niet- oder Schraubenkopf

/5.25/ Kegelsenker

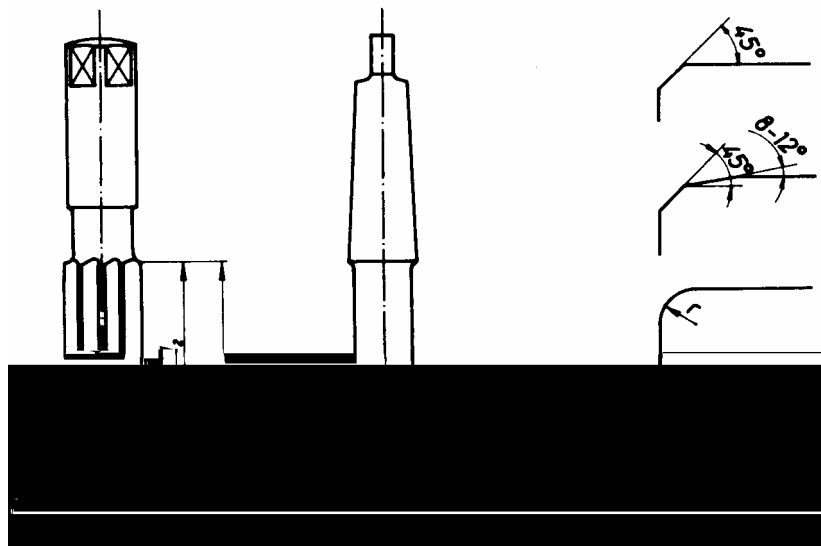


Entgraten einer Bohrung

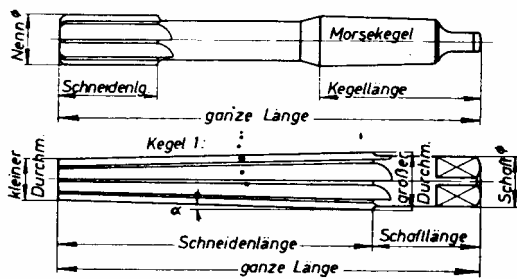
#### 1.4 Reibahlen, Reibwerkzeuge

Durch das Feinbearbeitungsverfahren Reiben erhält die Bohrung hohe Paßgenauigkeit (bis IT7) und Oberflächen-  
güte. Wichtig ist eine gute Vorarbeit (Vor- oder Aufbohren einwandfrei durchgeführt), ausreichende Zugabe und  
Schmierung. Reibahlen sind in ihren Toleranzen genormt.

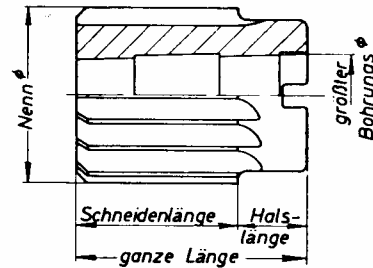
Reibahlen bestehen aus dem Schneideteil und dem Schaft. Der vordere Teil der Reibahle heißt Anschnitt, ist  
kegelig ausgeführt, und dient der Zerspanung des Werkstoffs. Der zylindrische Teil übernimmt die Führung der  
Reibahle in der Bohrung und glättet die Lochwandung.



/5.26/ Feste Reibahlen: a...Handreibahle DIN 206  
b...Maschinenreibahle DIN 208-212  
c...Anschnittformen der Maschinenreibahle

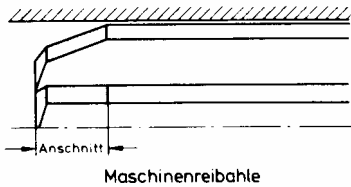
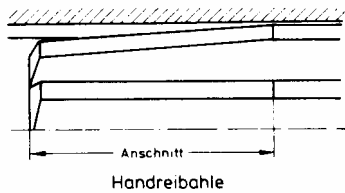


/5.27/ Elemente einer Reibahle: Maschinenreibahle mit Morsekegel, Kegelreibahle



/5.28/ Aufsteckreibahle

Reibahlen werden in Hand- und Maschinenreibahlen unterschieden. Maschinenreibahlen haben einen kurzen Anschnitt, während der Anschnittkegel bei Handreibahlen ca. 1/4 der gesamten Schneidenlänge ausmacht.



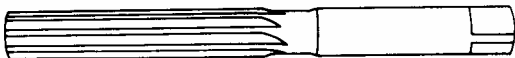
/5.29/ Anschnitt der Reibahle

Weiters werden Reibahlen unterschieden in:

- Reibahlen mit geradem Schneidenverlauf  
(veraltet, billig, neigen zur Bildung von Rattermarken an der Bohrungswand)

- Spiralgenutete Reibahlen

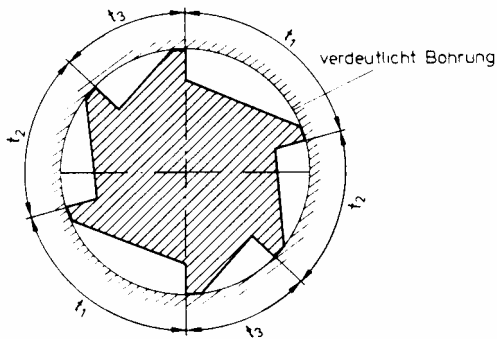
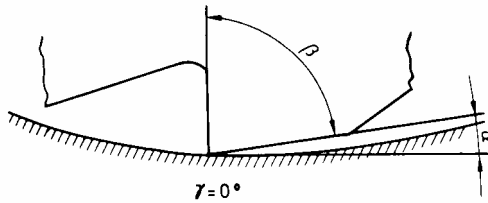
Sie besitzen einen Drall entgegen der Schnittrichtung. Sie zeichnen sich durch gleichmäßigere Schneidwirkung und Vorschub, sowie durch die Vermeidung von Rattermarken, aus.



/5.30/ Grundauführungen von Reibahlen

Da beim Reiben nur geringe Werkstoffmengen zerspannt werden, sind die Winkel an der Schneide so gewählt, daß die Reibahle nur schabt:  $\gamma = 0^\circ$

Reibahlen haben stets gerade Schneidzahlen, damit der Durchmesser des Werkzeuges genau gemessen werden kann. Die Teilungen sind ungleich, um Unebenheiten und Rattermarken zu vermeiden.



/5.31/ Teilung der Reibahle

## 1.6 Tiefbohren

Zur Herstellung von langen Bohrungen ( $l > 5d$ ) und Bohrungen mit erhöhter Genauigkeit (IT7 bis IT10), exakter Rundheit und besserer Fluchtung.

### Anforderungen an Tiefbohrer:

- starr, schwingungsfrei
- gute zentrische Führung
- Kühlmittelzufuhr bis zur Schneide gewährleistet
- günstige Schneidengeometrie zur Erzeugung kurzer Späne
- ausreichender Spanraum und Späneabfuhr
- großer Standweg des Schneidenmaterials

### Tiefbohrverfahren

**Spiralbohrer mit Ölkanälen**

**Einlippenbohrer**

**BTA-System**

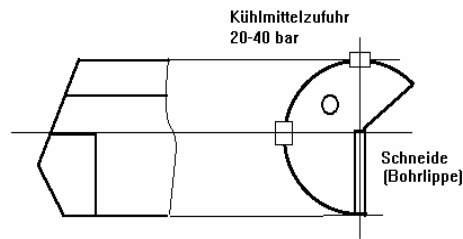
**Ejectorbohrer**

### Spiralbohrer mit Ölkanälen (veraltet)

Es handelt sich um einen Spiralbohrer mit, in der Längsrichtung gebohrten, Schmierlöchern. Wegen des begrenzten Spanraumes ist ein periodischer Rückzug des Bohrers notwendig. Der Bohrer erreicht nur geringe Zerspanleistungen, außerdem wird die Lochoberfläche durch die Späne und die Bewegung des Bohrers beschädigt.

### Einlippenbohrer

Beim Einlippen-Tiefbohren wird das Kühlschmiermittel durch den rohrförmigen Werkzeugschaft der Schneide zugeführt, und, zusammen mit den Spänen, außen in der Spannut zurückgeführt.



Für das Bohren ins Volle beträgt der Bohrbereich 2 - 300 mm; die erreichbaren Bohrtiefen liegen bei 100-200x d. Der Einlippenbohrer erreicht eine bessere Zerspanleistung als der Spiralbohrer mit Ölkälen, jedoch wird auch hier die Lochoberfläche durch die äußere Spanabfuhr beschädigt.

### BTA-System

Bei diesem Bohrsystem (entwickelt von Boring & Trepanning Ass.) wird das Kühlschmiermittel zwischen dem Werkzeugschaft und der Bohrung außen zur Schneide gefördert. Die Späneabfuhr erfolgt mit dem Kühlmittel zentral im rohrförmigen Werkzeugschaft zum Späneauslauf am Bohrspindelende.

### Ejectorbohrer

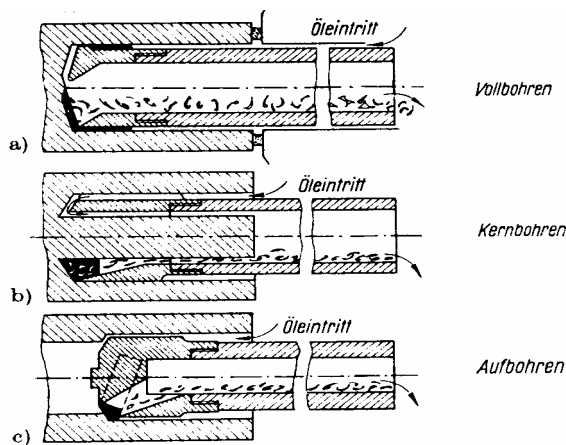
Beim Ejector-Verfahren wird das Kühlschmiermittel über einen Kühlmittelzuführapparat an der Bohrspindelnahe zwischen innerem und äußerem Werkzeugschaft zur Schneide gefördert. Die Späne werden mit dem Kühlschmiermittel im inneren Werkzeugschaft zum Späneauslauf am Spindelende transportiert. Das Verfahren arbeitet mit einer **inneren Kühlflüssigkeitszufuhr und inneren Späneabfuhr**.

Ein Teil der Flüssigkeit wird durch die, ringförmig in der Bohrkronen angebrachten, Bohrungen gefördert, und kühlt bzw. schmiert die Schneiden und die Führungsleisten. Der restliche Teil des Kühlschmiermittels wird durch eine Ringdüse im Innenrohr direkt zurückgepreßt. Dadurch entsteht ein Unterdruck, durch den die Flüssigkeit samt den Spänen abgesaugt wird (Ejectoreffekt).

Dieses Verfahren ist sehr wirtschaftlich und erreicht höchste Zerspanleistungen bei großer Oberflächengüte.

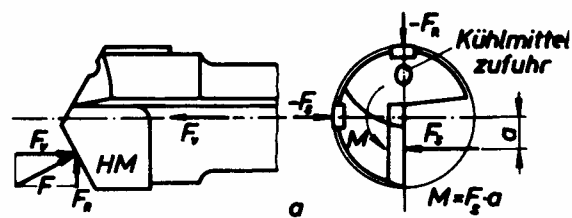
### Allgemeines zum Tiefbohren

Die Tiefbohr-Werkzeuge sind ausschließlich mit Wendeschneidplättchen bestückt. Durch die gleichmäßige Kühlung und Schmierung von Schneide und Führungsleiste sind hohe Schnittgeschwindigkeiten möglich, sowie Einsparung von Nacharbeiten.



/5.37/ Tieflochbohrer, BTA-Verfahren mit innerer Spanabfuhr

Die eingesetzte Werkzeugmaschine muß eine ausreichende Stabilität und Leistung aufweisen. Die Kühlflüssigkeitsdrücke bewegen sich bei ca. 20-30 bar. Die Drehbewegung macht meistens das Werkstück, wogegen das Werkzeug die Vorschubbewegung ausführt.



/5.38/ Tieflochbohrer mit äußerer Spanabfuhr

