

## Bohren (Einbohren)

### Bohrvorgang

Bohren ist ein Spanen mit geometrisch bestimmten Schneiden, dabei führt in der Regel das Werkzeug eine kreisförmige Schnittbewegung und gleichzeitig eine Vorschubbewegung in Richtung der Drehachse aus (**Bild 350/1**). In besonderen Fällen erfolgt die Schnittbewegung durch das umlaufende Werkstück, z. B. beim Bohren auf der Drehmaschine.

Das Maß für die Schnittbewegung ist die Schnittgeschwindigkeit  $v$  in m/min. Sie ist die Wegstrecke in Metern, die von einem Punkt der Fase am Umfang des Bohrens in einer Minute zurückgelegt wird.

Die Vorschubbewegung wird als Vorschub  $s$  in mm je Umdrehung gemessen. Beim Bohrvorgang entsteht Zerspanungs- und Reibungswärme. Sie muss zu einem großen Teil über das Bohrwerkzeug abgeführt werden.

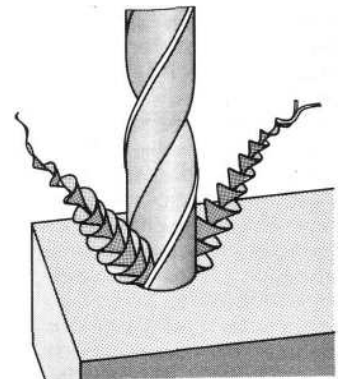
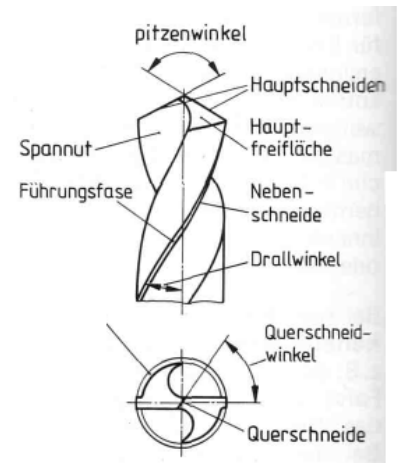
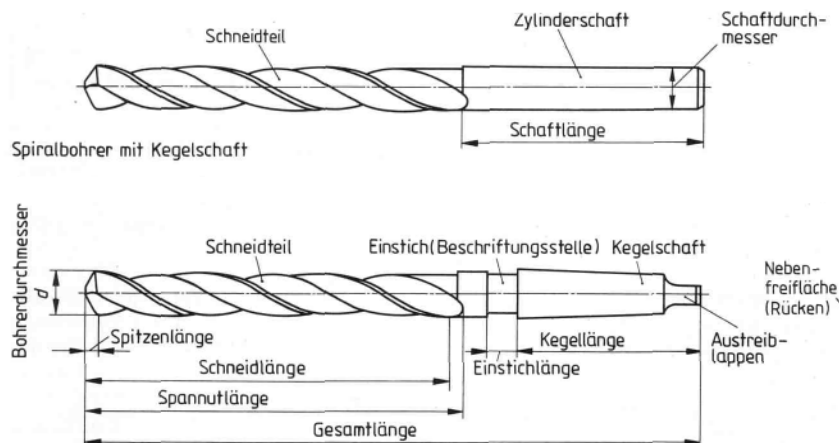


Bild 350/1: Spanbildung beim Bohren

## Bohrwerkzeuge

### Spiralbohrer

Spiralbohrer mit Zylinderschaft



Der Spiralbohrer ist das meistverwendete Bohrwerkzeug. Seine besonderen Vorteile sind: Günstige Winkel an den Schneiden, gleichbleibender Durchmesser beim Nachschleifen, gute Einspannmöglichkeit, gute Führung im Werkstück und selbsttätige Spanabfuhr aus der Bohrung. Der Spiralbohrer besitzt zwei gegenüberliegende schraubenförmige Spannuten, die die Abfuhr der Späne und die Zufuhr des Kühlschmierstoffes ermöglichen. Sie werden in den Rohling meist eingeschleift, eingefräst oder eingewalzt. Durch Hinterschleifen längs der Spannuten entstehen die **Führungsfasen**. Sie sind je nach Bohrerdurchmesser 0,1 bis 5 mm breit und unterstützen die Führung des Bohrers im Bohrloch.

### Schneidengeometrie

Die Grundform der Bohrerschneide ist der Keil. Beim Einschleifen der Spannuten entstehen an der Bohrer Spitze die Hauptschneiden und am Schneidteil die Nebenschneiden. Durch die Nutrichtung und die Bohrerachse wird der **Drallwinkel** (Seitenspanwinkel) gebildet. Er bestimmt die Größe des **Spanwinkels** an den Hauptschneiden. Der Winkel zwischen den Hauptschneiden ist der **Spitzenwinkel**. Er beeinflusst die Ablafrichtung des Spanes, die Wärmeabfuhr, die Schnitt- und Vorschubkraft. Zur Bearbeitung schlecht wärmeleitender, kurzspanender Werkstoffe wählt man kleine Spitzenwinkel, ihre langen Hauptschneiden ermöglichen eine gute Wärmeabfuhr über das Werkzeug.

leine Spitzenwinkel, ihre langen Hauptschneiden ermöglichen eine gute Wärmeabfuhr über das Werkzeug.

Bei schlecht wärmeleitenden langspanenden Werkstoffen kann bei kleinem Spitzenwinkel durch die Spanstauchung das Bohrloch oder die Spannut verstopfen.

Bei gut wärmeleitenden oder langspanenden Werkstoffen wird ein großer Spitzenwinkel gewählt, weil er einen guten Spanablauf und eine geringe Schnittkraft ergibt.

Die **Querschneide** verbindet die beiden Hauptschnitten im Bereich des Bohrkerns. Sie erschwert den Spanvorgang, da sie den Werkstoff nur quetscht und nicht schneidet.

Durch Hinterschleifen der Hauptschneide entsteht der **Freiwinkel**, der das Eindringen des Bohrers in das Werkstück ermöglicht. Der richtige Hinterschliff bei Stahlbohrern ist daran zu erkennen, daß die Querschneide mit den Hauptschnitten einen Winkel von  $55^\circ$  bildet.

### Bohrertypen

Für die verschiedenen Werkstoffe wurden Bohrertypen<sup>11</sup> geschaffen und deren Drallwinkel (Seitenspanwinkel) so gewählt, daß sich für die zu bearbeitenden Werkstoffe günstige Spanwinkel ergeben (Bild 350/2). Der Drallwinkel<sup>21</sup> bei Spiralbohrern der **Typen N, H und W** soll je nach Bohrerdurchmesser (Schneidendurchmesser) bestimmte Größen haben, dabei müssen Spitzenwinkel und Bohrertyp auf den zu bearbeitenden Werkstoff abgestimmt sein (**Bild 351/1**).

Der Durchmesser der Spiralbohrer verjüngt sich im Bereich der Spannuten von der Bohrspitze zum Schaft hin. Die Verjüngung beträgt 0,02 bis 0,08mm auf 100mm Spannutenlänge; sie verringert die Reibung im Bohrloch.

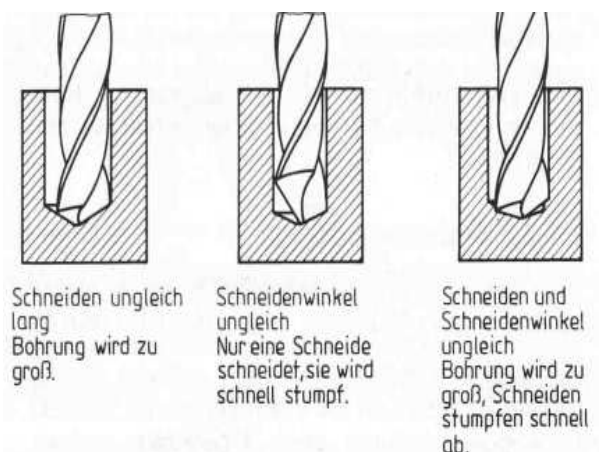
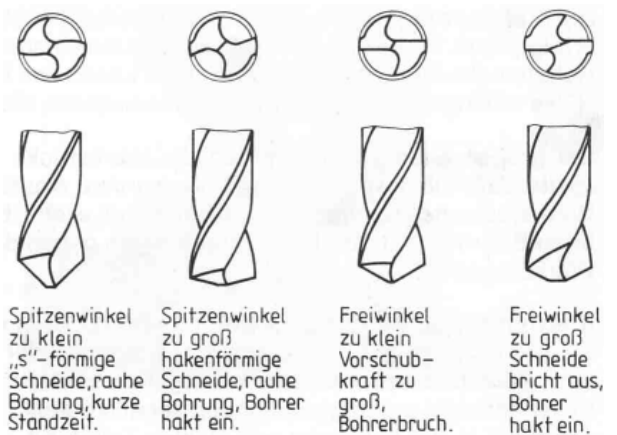
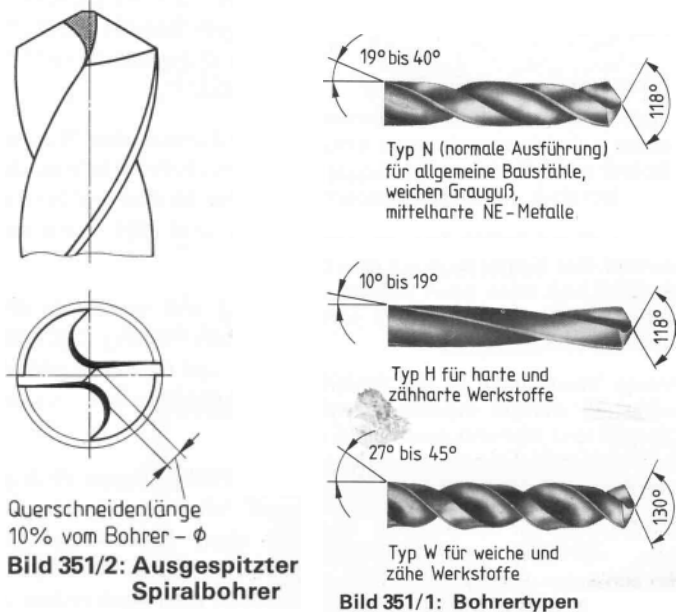
### Schleifen der Spiralbohrer

Bei richtig gewählten Schnittbedingungen ist der Verschleiß überall gleichmäßig. Ungleichmäßiger Verschleiß kann bei zu hoher Schnittgeschwindigkeit, zu großem Vorschub oder zu hartem Werkstoff eintreten.

Der Bohrer muß an der Freifläche soweit nachgeschliffen werden, bis der Verschleiß an der Hauptschneide, Querschneide und Führungsfase vollständig beseitigt ist. Wird der Verschleiß an der Führungsfase nicht beseitigt, klemmt der Bohrer.

Zur Verringerung der Vorschubkraft und zur Verbesserung des Spanablaufes im Querschneidenbereich werden Haupt- und Querschneide besonders angeschliffen. Die einfachste Veränderung des Normalanschliffs ist der Spiralbohrer mit *ausgespitzter Querschneide* (**Bild 351/2**). Die Restlänge der Querschneide soll mindestens  $V_{10}$  des Bohrerdurchmessers betragen, damit die Bohrspitze nicht zu schwach wird. Die Vorschubkraft wird durch Ausspitzen der Querschneide auf etwa die Hälfte verringert.

**Schleiffehler** wirken sich auf die Maßgenauigkeit der Bohrung und die Standzeit des Bohrers aus (**Bild 351/3**). Um diese Fehler zu vermeiden, muß der Anschliff des Bohrers mit festen oder verstellbaren Schleiflehren geprüft werden.



**Bild 351/3: Schleiffehler beim Spiralbohrer**

Zum genauen Anschleifen der Bohrerschneiden sind Spiralbohrer-Schleifeinrichtungen entwickelt worden.

Als **Werkstoff** für Spiralbohrer wird legierter Werkzeugstahl und Schnellarbeitsstahl verwendet. Für besonders harte Werkstoffe, z. B. Hartguß wird Mangan-Hartstahl, für Kunststoffe sowie Hartgummi werden oft Bohrer mit eingesetzten Hartmetallschneiden oder Vollhartmetall-Bohrer benutzt.

### Spannen der Spiralbohrer

Zum Einspannen besitzen Bohrer bis etwa 10 mm Durchmesser einen zylindrischen, größere einen kegeligen Schaft (Bild 350/2). Bohrer mit **zylindrischem Schaft** werden in zentrisch spannende Dreibacken-Bohrfutter eingespannt (**Bild 352/1**).

Dabei ist auf festen Sitz und genauen Rundlauf des Bohrers zu achten. Der Bohrer muß auf dem Grund des Bohrfutters aufsitzen. Er kann sich dann beim Bohren nicht tiefer in das Futter hineinschieben. Die Bohrungstiefe wird genau und der Bohrerschaft nicht beschädigt.

Wenn Werkstücke in der Serienfertigung mit verschiedenen Bohrungen versehen werden müssen, verwendet man häufig Schnellwechselfutter, Zangen und Klemmhülsen. Diese ermöglichen das Auswechseln der Bohrer bei laufender Maschine, wodurch die Arbeitszeiten wesentlich verkürzt werden.

Größere Bohrer haben in der Regel einen **kegeligen Schaft** (Morsekegel bzw. metrische Kegel<sup>11</sup>). Kleine Kegel können durch Aufstecken entsprechender Hülsen (Reduzierhülsen) dem Innenkegel der Bohrspindel angepaßt werden. Der Austreibblappen am Ende des Bohrers dient zum Schutz des Kegels vor Beschädigung durch den Austreiber und nur bedingt zur Kraftübertragung, welche in der Hauptsache durch Reibschluß im Kegel erfolgen soll. Hülse und Bohrspindel sind mit einem Durchbruch versehen, in welchen der Austreibblappen paßt. Zum Lösen des Bohrers aus Spindel oder Hülse ist ein passender Austreiber zu verwenden. Bei großen Stückzahlen werden die Werkstücke eingespannt. Dadurch werden Anreißen und Ankörnen der Werkstücke gespart und Lochabstände bei allen Stücken gleich. Die gehärteten Bohrbüchsen der Bohrvorrichtungen geben dem Bohrer eine gute Führung

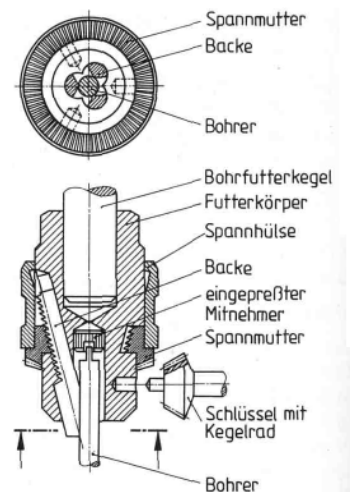
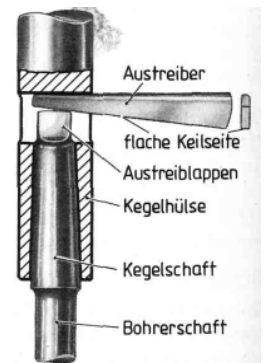
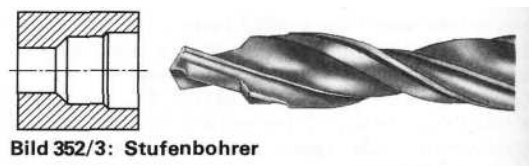


Bild 352/1: Dreibacken-Bohrfutter



**Kleinstbohrer** werden zum Bohren von Löchern mit Durchmessern von 0,05 bis 1,45 mm benutzt. Sie werden als Spiralbohrer, gerader Nutenbohrer oder als Spitzbohrer hergestellt. Der eigentliche Bohrteil ist sehr kurz und sitzt an einem längeren, dickeren Schaft. Kleinstbohrer werden aus kobaltlegiertem Molybdänstahl gefertigt und finden vor allem Verwendung in der Fertigung von kleinen Teilen für Uhren und optischen Geräten und in der Luft- und Raumfahrt.

Mit **Stufenbohrern** können abgesetzte Bohrungen in einem Arbeitsgang hergestellt werden (**Bild 352/3**).



Arbeitsregeln:

- Für die verschiedenen Werkstoffe sind immer die geeigneten Bohrer zu verwenden.
- Beim Schleifen von Spiralbohrern müssen gleich lange Schneidkanten und gleiche Schneidwinkel entstehen.
- Bohrerschaft, Hülsen und Aufnahmekegel müssen sorgfältig gereinigt werden.
- Beim Bohren muss für eine geeignete Unterlage gesorgt werden, damit der Bohrtisch nicht angebohrt wird.
- Große Löcher sind zuerst mit einem kleinen Bohrer vorzubohren, um das Verlaufen des Bohrers zu vermeiden.

## Bohrmaschinen

**Handbohrmaschinen** können von Hand, elektrisch oder pneumatisch angetrieben werden. Beim Austritt des Bohrers aus der Bohrung hakt der Bohrer leicht ein. Bei elektrischen Handbohrmaschinen können dadurch Unfälle entstehen.

**Tischbohrmaschinen** werden meist auf Werkbänken befestigt (Bild 354/1). Sie werden für Bohrungen bis 10 mm Durchmesser verwendet und können als Normal- oder Schnellläufer gebaut sein.

**Säulenbohrmaschinen** sind geeignet für Bohrarbeiten an kleinen und mittleren Werkstücken mit unterschiedlichen Höhen (Bild 354/2). Sie bestehen aus dem Fuß, der Säule, dem Bohrkopf mit der meist stufenlos regelbaren Bohrspindel und dem schwenkbaren und in der Höhe verstellbaren Bohrtisch.

**Ständerbohrmaschinen** verwendet man zum Bohren größerer Löcher (Bild 354/3). Der Bohrtisch und der Bohrschlitten ist in den kräftigen Führungsbahnen des Ständers senkrecht verstellbar. Der Bohrtisch ist nicht schwenkbar. Der Ständer dieser Bohrmaschine ist starrer als die Säule der Säulenbohrmaschine, er federt bei großer Vorschubkraft nicht durch.

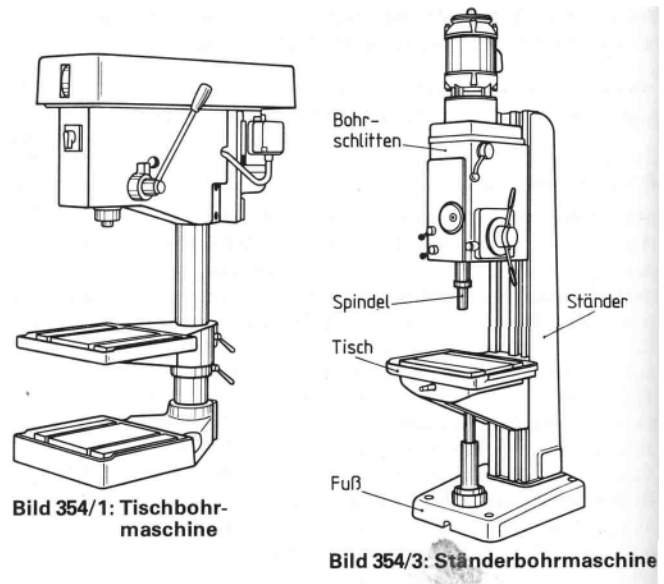


Bild 354/1: Tischbohrmaschine

Bild 354/3: Ständerbohrmaschine

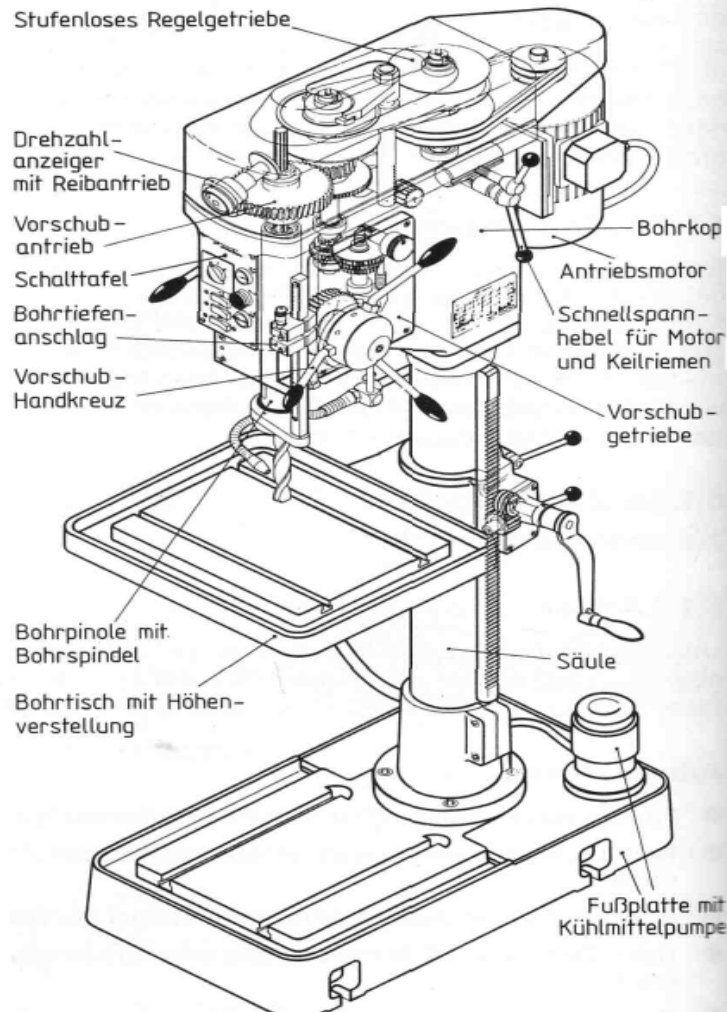


Bild 354/2: Säulenbohrmaschine