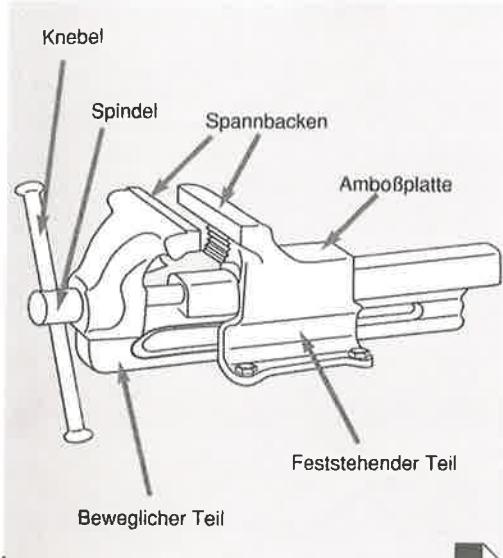


### 3. Allgemeine Grundlagen

Parallelschraubstock



#### 3.1 Parallelschraubstock

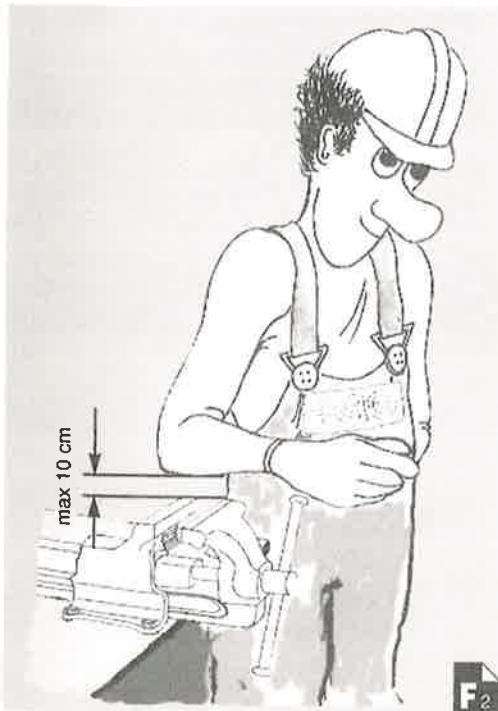
Zum Feilen werden Werkstücke in den Parallelschraubstock eingespannt. Der Parallelschraubstock wird nur mit Handkraft angezogen. Die Spannbacken sind so angeordnet, daß sie in jeder Stellung parallel zueinander stehen.

Der Parallelschraubstock besteht aus:

- feststehendem Teil
- beweglichem Teil
- Spindel
- Knebel
- gehärtete Spannbacken
- Amboßplatte



Schraubstockhöhe



#### 3.2 Die Schraubstockhöhe

Für eine arbeitsgerechte Körperhaltung ist die Schraubstockhöhe von großer Bedeutung.

Die ideale Höhe ist gegeben, wenn der Abstand von Ellenbogen zur Schraubstockoberkante nicht mehr als 10 cm beträgt.

### 3.3 Schutzbacken

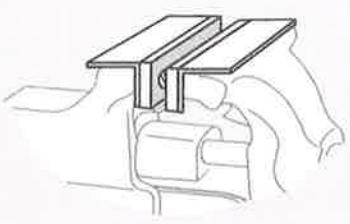
Darf die Oberfläche eines Werkstückes nicht beschädigt werden, so sind Schutzbacken beim Einspannen zu benutzen.

Die Schutzbacken müssen immer weicher als das einzuspannende Werkstück sein. Man verwendet Schutzbacken z.B. aus:

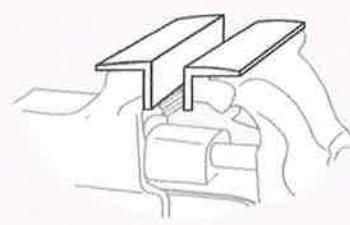
- ▶ Stahlblech
- ▶ Kupfer
- ▶ Aluminium
- ▶ Kunststoff
- ▶ Hartpapier
- ▶ Holz

**Schutzbacken**

Aluminium oder Kupfer

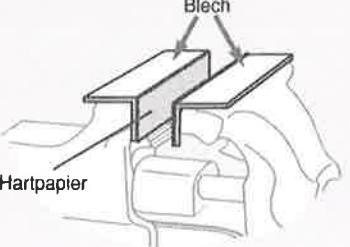


Kunststoff



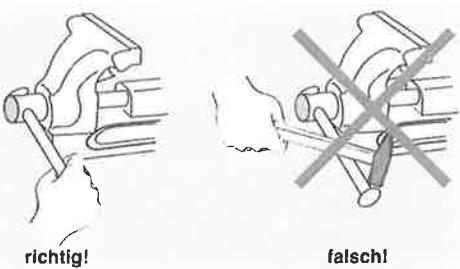
Blech

Hartpapier

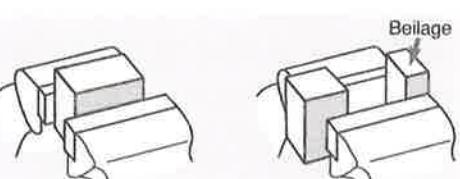


F3

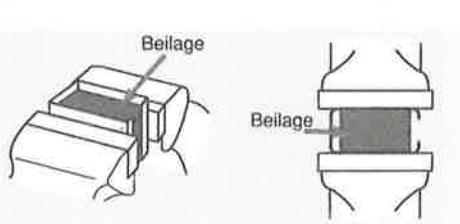
### 3.4 Spannen der Werkstücke



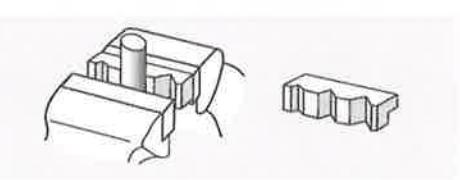
- ▶ Die Werkstücke kurz und fest einspannen, um ein Federn zu vermeiden. Den Schraubstock nur mit Handkraft anziehen! Hammer und Verlängerungsrohr beschädigen Schraubstockspindel und -führung.



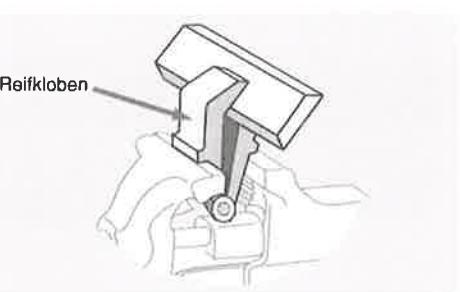
- ▶ Werkstücke in die Schraubstockmitte spannen. Falls nicht möglich, gleichdicke Beilage verwenden.



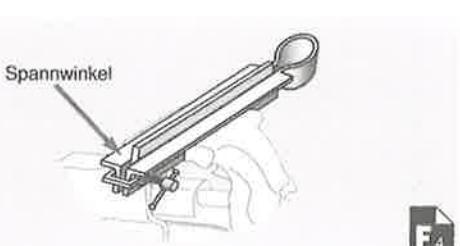
- ▶ Druckempfindliche Werkstücke durch Zuhilfenahme einer Beilage vor Verformung schützen.



- ▶ Runde Werkstücke generell in Prismenbacken spannen.



- ▶ Beim Anfeilen von Schrägen und Fasen ist das Werkstück in den Reifkloben zu spannen.

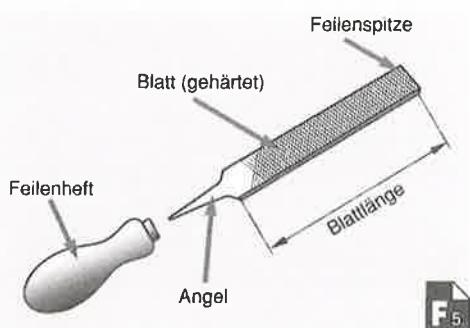


- ▶ Bleche, die von den Schraubstockbacken nicht auf der ganzen Länge gefaßt werden, müssen zwischen Spannwinkel gespannt werden!

### 3.5 Feilen allgemein

Feilen ist ein spanabhebendes Bearbeitungsverfahren zum Formen und Fertigen von Werkstücken. Durch das Feilen werden von den Werkstücken viele kleine Späne abgetragen. Das kann von Hand oder mit der Maschine erfolgen.

Einzelteile einer Feile



### 3.6 Aufbau und Wirkungsweise der Feile

#### Einzelteile einer Feile

Die Feile besteht aus dem harten Feilenblatt, der weichen Angel und dem Feilenheft. Die Größe der Feile wird durch die Feillänge (Blattlänge) gekennzeichnet.

#### Benennungsbeispiel einer Werkstattfeile

Werkstattfeile A 300-1

A = Flachstumpffeile

300 = Blattlänge 300 mm

1 = Hiebnummer 1 (Schruppfeile)

#### Zahnformen

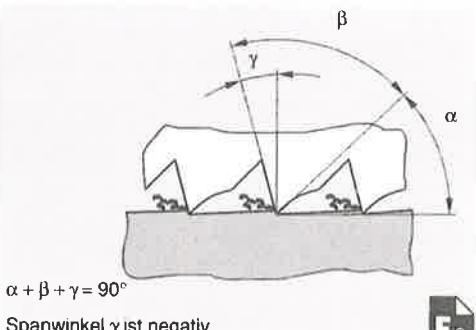
Nach der Zahnform unterscheidet man Feilen mit:

- gehauene Zähne und
- gefräste Zähne

Gehauene Zähne wirken schabend und sind geeignet für harte Werkstoffe (Stahl, Gußeisen).

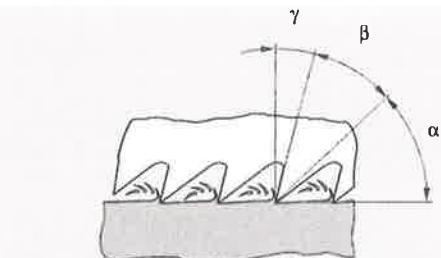
Gefräste Zähne wirken schneidend und sind geeignet für weiche Werkstoffe (Holz, Aluminium, Kunststoff).

Zahnformen gehauene Feile

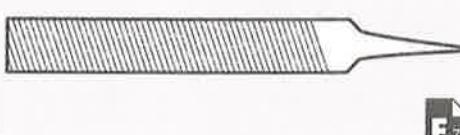
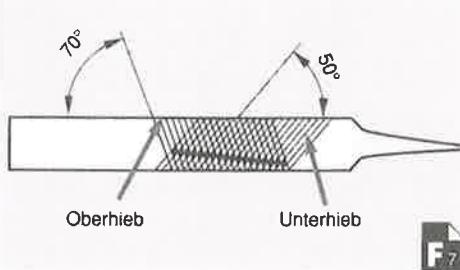
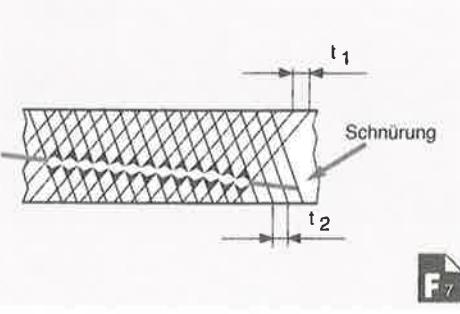


F<sub>6</sub>

Zahnformen gefräste Feile



F<sub>6</sub>

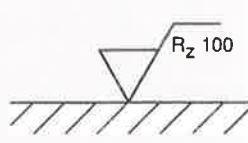
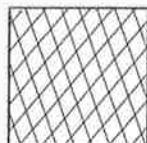
<p><b>Einhiebfeile</b></p>  <p><b>Doppelhiebfeile</b></p>  <p><b>Zahnteilung</b></p> 	<p><b>Hiebarten</b></p> <p>Die gehauenen oder gefrästen Zahnreihen bezeichnet man als <b>Hiebe</b>.</p> <p>Man unterscheidet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>► <b>Einhiebfeilen</b></li> </ul> <p>Zum Bearbeiten weicher Werkstoffe wie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Blei</li> <li>- Zinn</li> <li>- Alu</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>► <b>Doppelhiebfeilen (Kreuzhieb)</b></li> </ul> <p>Zum Bearbeiten harter Werkstoffe wie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stahl</li> <li>- Guß</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>► Die Teilung "t" ist der Abstand von Zahn zu Zahn.</li> </ul> <p>Unterhieb und Oberhieb der Doppelhiebfeile haben eine unterschiedliche Teilung "t" und unterschiedliche Winkel (<math>\alpha</math> und <math>\beta</math>). Darum stehen die Zähne versetzt hintereinander (Schnürung).</p> <p>Ein Zahn nimmt das weg, was der andere stehen gelassen hat.</p>
---	---

### Hiebzahl

Die Oberflächengüte der bearbeiteten Flächen resultiert aus der Feinheit der verwendeten Feile.

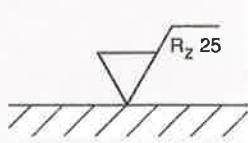
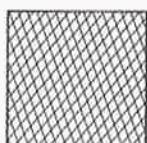
Die Feinheit der Feile wird durch die Hiebzahl bestimmt. Man unterscheidet nach Anzahl der Hiebe je cm Feilenlänge in verschiedene Hiebnummern.

#### Oberflächengüte

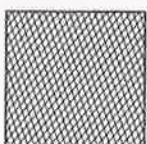


Gebräuchliche Werkstattfeilen sind:

► Hieb 1: grobe Teilung, Schruppfeile



► Hieb 2: mittlere Teilung, Schlichtfeile



► Hieb 3: feine Teilung, Feinschlichtfeile

Angabe der Oberflächengüte  
in einer Werkzeichnung



### 3.7 Feilenarten

Feilen bestehen aus Werkzeugstahl (Kohlenstoffstahl, leg. Chromstahl). Das Feilenblatt mit den Zähnen ist gehärtet; die Angel, auf die das Feilenheft gesteckt wird, bleibt weich.

Die Feilen sind nach DIN 7261 genormt.

Die Auswahl der Feilenform und des Feilenquerschnittes ist von der Auszuführenden Arbeit abhängig.

Die Formen werden mit Buchstaben bezeichnet.

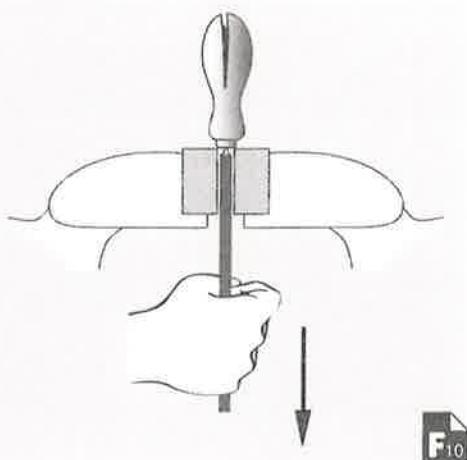
#### Form Querschnitt

Form A		► Flachstumpfe Werkstattfeile
Form B		► Flachspitze Werkstattfeile
Form C		► Dreikant-Werkstattfeile
Form D		► Vierkant-Werkstattfeile
Form E		► Halbrunde Werkstattfeile
Form F		► Runde Werkstattfeile
Form G		► Messer-Werkstattfeile
Form H		► Flachstumpfe Drehmaschinenfeile
nicht genormt		► Vogelzungengefeile
nicht genormt		► Barettefeile
nicht genormt		► Schwertfeile
<b>Gebräuchlichste Sonderfeilen</b>		
		► Nadelfeile
		► Schlüsselfeile
		► Riffelfeile



### 3.8 Auswechseln eines Feilenheftes

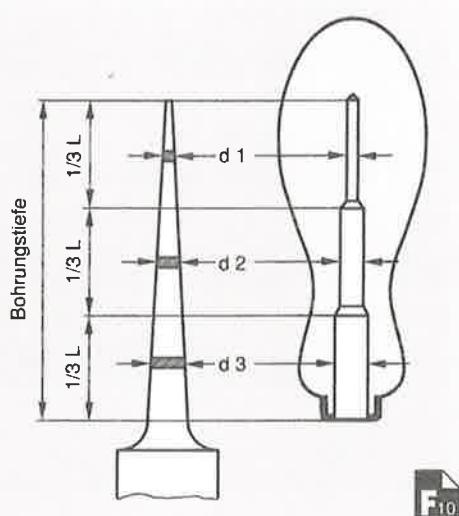
#### Auswechseln eines Feilenhefts



F<sub>10</sub>

- Zum Lösen des geschädigten Feilenheftes, dieses ruckartig auf den Schraubstockbacken aufsetzen.

#### Bohrungstiefen und Bohrungsdurchmesser



F<sub>10</sub>

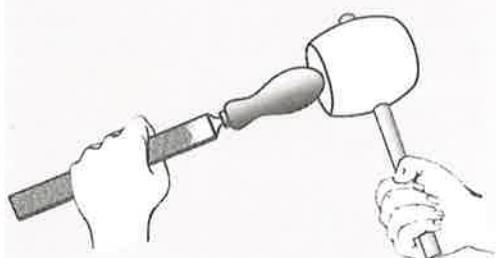
Um einen festen Sitz des Feilenheftes auf der Feilenangel zu erreichen, muß das Feilenheft stufenförmig aufgebohrt werden.

Bohrungstiefen und die Bohrungsdurchmesser werden wie in der Skizze hergestellt.

#### Arbeitsschritte

- Bohrung d 1 ausführen. Bohrtiefe=Heftlänge "L"
- Bohrung d 2 ausführen. Bohrtiefe=2/3 L
- Bohrung d 3 ausführen. Bohrtiefe=1/3 L

#### Feilenheft aufschlagen



F<sub>10</sub>

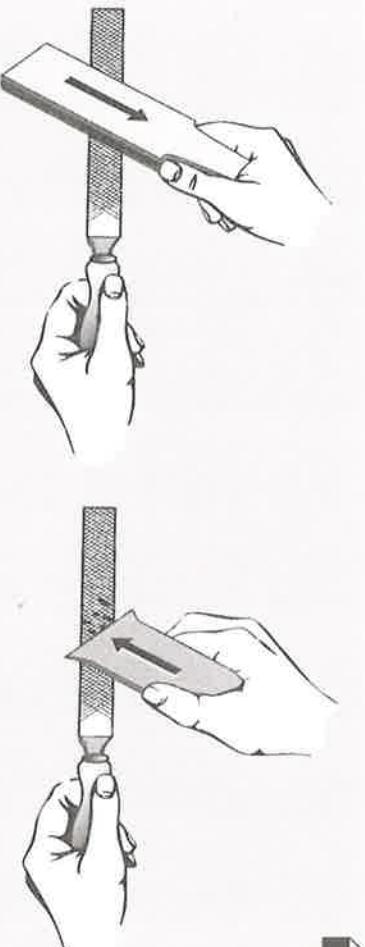
Feilenheft auf die Feilenangel aufsetzen und mit dem Kunststoff- oder Holzhammer vorsichtig aufschlagen.

Beim Aufschlagen des Feilenheftes muß die Feile frei in der Hand gehalten werden.

Vor jeder Feilarbeit Feilenheft auf festen Sitz und Beschädigung (gespalten) überprüfen.

**3.9 Das Reinigen der Feile**

**Reinigen der Feile**



Zum Reinigen der Feile benutzt man die Feilenbürste.

Festsitzende Späne, die nicht mit der Feilenbürste zu entfernen sind, werden mit einem Feilenreiniger ( Messing- oder Kupferblech) in die Richtung des Oberiebs herausgestoßen.

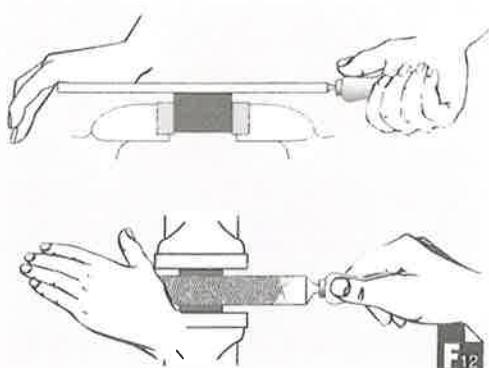
**Merke**

Werkstück und Feile stets fettfrei halten, damit die Schneiden greifen und den Werkstoff zerspanen können.

Sind Feile oder Werkstück durch Öl oder Fett verunreinigt, so rutscht die Feile unwirksam über die Werkstückoberfläche.

## 4. Feilen

Feilenhaltung

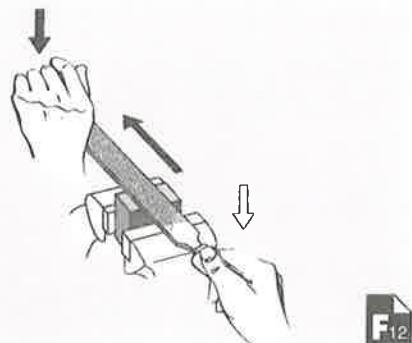


### 4.1 Arbeitstechnik allgemein

#### Halten der Feile

Die rechte Hand umschließt den Feilengriff so, daß das Griffende gegen den Handballen stößt und der Daumen oben auf dem Griff liegt. Die linke Hand drückt mit dem Ballen am Kopf der Feile auf das Feilenblatt. Der Feilenkopf wird nicht umgriffen, sondern die Finger bleiben leicht gestreckt. Andernfalls können beim Rückhub die Finger an der Werkstückkante verletzt werden.

Feilenführung



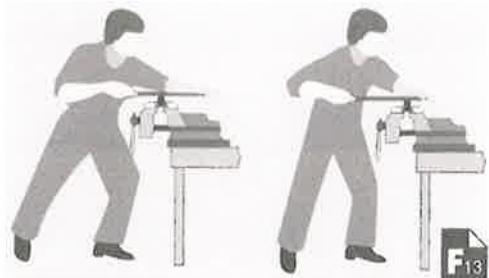
#### Führen der Feile

Die Feile immer in Längsrichtung führen, um Riefenbildung zu vermeiden.

Der Druck auf die Feile wird von beiden Händen ausgeübt. Die Hand am Feilengriff schiebt zusätzlich die Feile vorwärts.

Die Schnittbewegung soll nicht ruckartig, sondern zügig ausgeführt werden und sich vor dem Umkehren der Bewegungsrichtung stetig verlangsamten bzw. schneller werden.

Körperhaltung



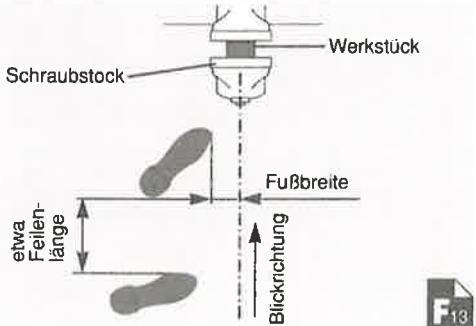
#### Körperhaltung

Beim Feilen muß die Feile bei der Vorwärtsbewegung belastet werden.

Deshalb ist die richtige Fußstellung und Körperhaltung wichtig.

Die Bewegung der Feile wird mit den Armen ausgeführt. Ein leichtes Mitschwingen des Körpers unterstützt dabei die Arbeit der Arme und erhöht den Druck auf die Feile beim Vorwärtsschieben.

Fußstellung



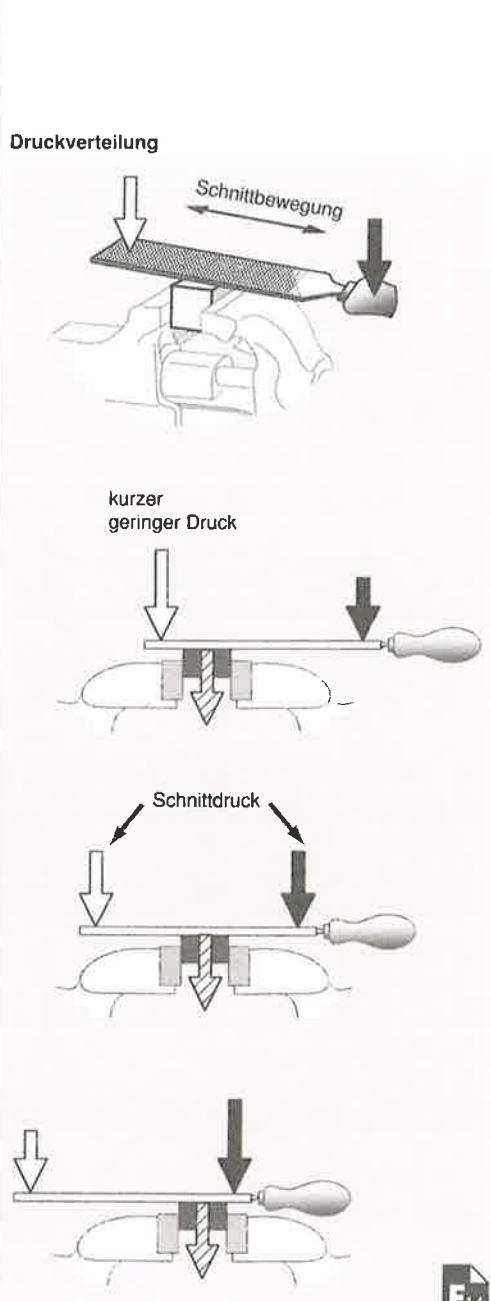
Bei zu stark pendelndem Oberkörper entsteht eine Bogenbewegung der Feile. Das Ebenfeilen wird dadurch erschwert.

### Druckverteilung

Der auf das Werkstück wirkende Schnittdruck wird von beiden Händen erzeugt.

Er muß während der ganzen Vorschubbewegung gleichmäßig auf das Werkstück wirken, damit eine ebene Feilfläche entsteht.

Dieser gleichmäßige Schnittdruck wird dadurch erreicht, daß:



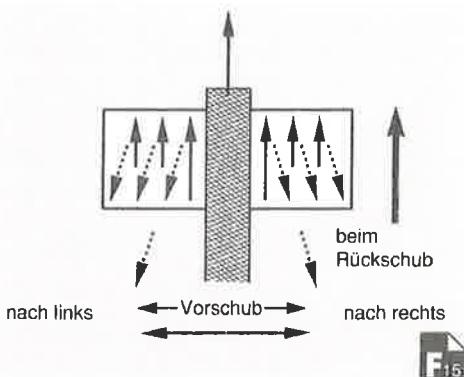
- ▶ in der Anfangsstellung die linke Hand stärker drückt (kurzer Hebelarm),
- ▶ in der Mittelstellung beide Hände gleich stark drücken (gleichlange Hebelarme),
- ▶ in der Endstellung die rechte Hand stärker drückt (kurzer Hebelarm).

Im Verlauf der Schnittbewegung lässt also die Druckkraft der linken Hand im gleichen Maße nach, wie die Kraft der rechten Hand zunimmt.

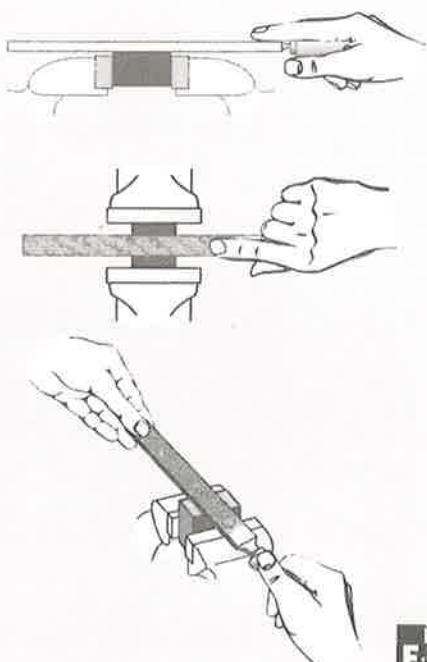
Schnittbewegung und Rückschub (ohne Schnittdruck) werden nur mit der rechten Hand ausgeübt.

Feile, rechte Hand und Unterarm sollen möglichst eine gerade Linie bilden.

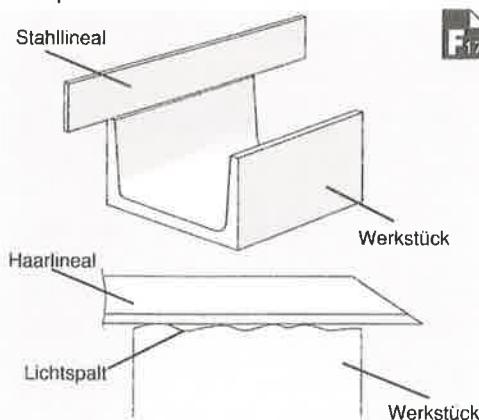
Schnittbewegung



Halten kleiner Feilen



Lichtspaltverfahren



Vorschub

Gleichmäßige Vorschubbewegung nach beiden Seiten bewirkt eine gleichmäßige Spanabnahme.

Gutes Abstimmen der aufzuwendenden Kräfte und der Bewegungen ist Voraussetzung für:

- richtiges Führen der Feile
- Güte der Feilarbeit
- rationelle Spanabnahme

Halten mittlerer und kleiner Feilen

Die rechte Hand umfaßt das Feilenheft so, daß der Zeigefinger auf dem Blatt liegt, oder Daumen und Zeigefinger der linken Hand halten zusätzlich den Feilenkopf.

Prüfen der Ebenheit  
(Lichtspaltverfahren)

Zum Prüfen der Ebenheit wird ein Stahllineal mit der Kante auf die Arbeitsfläche gelegt. Das Werkstück wird mit dem Stahllineal in Augenhöhe gegen eine Lichtquelle gehalten. Dort, wo Vertiefungen vorhanden sind, erscheint ein Lichtspalt.

Um eine ebene Fläche zu erzielen, werden die Tragstellen mit der Feile weiter bearbeitet.

### 4.2 Eben-, Winklig- und Parallelfeilen

**Balligkeit der Feile**

Um das Feilen ebener Flächen zu erleichtern, werden die Feilen ballig hergestellt.  
Die Balligkeit der Feile gleicht geringfügige Schwankungen der Feilbewegung aus.

**Ebenheit von Flächen**

hohl (konkav)      ballig (konvex)      eben

**Ebenfeilen**

Beim Ebenfeilen muß die Spanabnahme am Werkstück so erfolgen, daß die zu bearbeitende Fläche praktisch keine Vertiefung, Erhöhung oder Verkrümmung aufweist.  
Die Ebenheit wird mit dem Stahllineal nach dem Lichtspaltverfahren geprüft.

**Winkligfeilen/ Parallelfeilen**

Bearbeitungsfläche  
Parallelität  
Bezugsebene  
Flachwinkel

**Winkligfeilen**

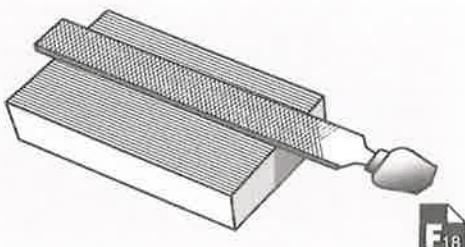
Zum Winkligfeilen muß eine Fläche eben und fertig bearbeitet sein.  
Dies ist die Bezugsebene. Als Bezugsebene ist die größte Werkstückfläche festzulegen.  
Die zweite Fläche muß eben und zur Bezugsebene winklig sein. Die Winkligkeit wird mit dem  $90^\circ$  Flach- oder Anschlagswinkel nach dem Lichtspaltverfahren geprüft.

**Parallelfeilen**

Beim Parallelfeilen muß die zu bearbeitende Fläche eben sein und parallel zu einer Bezugsebene oder einer fertig bearbeiteten Fläche liegen.  
Parallelität ist gleicher Abstand zweier Flächen zueinander, feststellbar durch Messen. Um eine gleichmäßige Spanabnahme zu erreichen, muß die Feilrichtung öfter geändert werden.

F17

Längsstrichfeilen

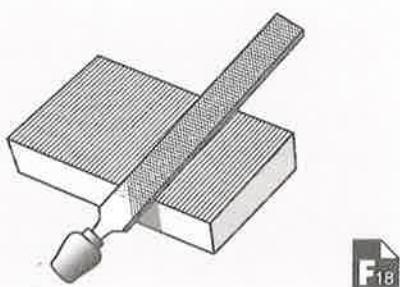


**4.3 Längs-, Quer- und Kreuzstrichfeilen**

**Längsstrich**

Beim Längsstrich wird die Feile parallel zur langen Werkstückkante geführt.

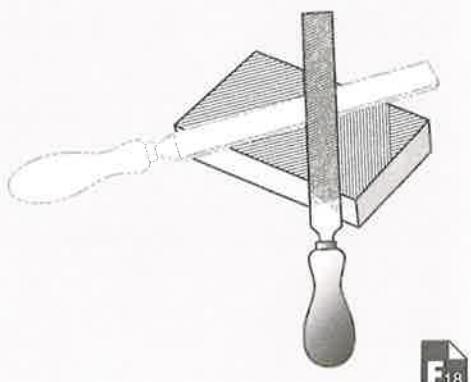
Querstrichfeilen



**Querstrich**

Beim Querstrich wird die Feile rechtwinklig zur längeren Werkstückkante geführt.

Kreuzstrichfeilen

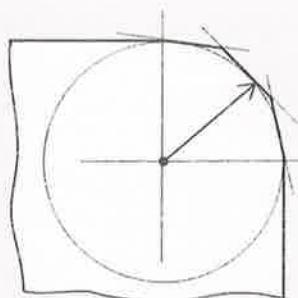


**Kreuzstrich**

Beim Kreuzstrich ist die Feilrichtung öfter um 90° zu ändern.

Durch den Kreuzstrich erhält man eine größere Auflagefläche der Feile. Gleichzeitig kann man die Stelle, an der die Feile greift, besser durch die Riefenbildung erkennen.

#### Radius anreißen

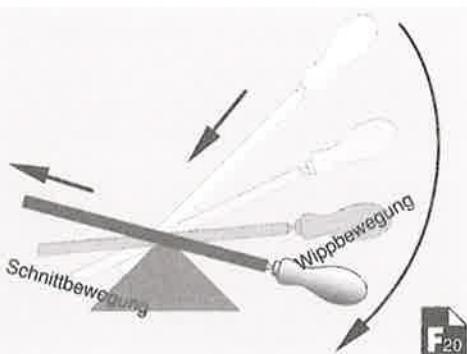


#### Außenradius

- Radius anreißen
- Ecke bis nahe an den Abriß quer zum Werkstück abfeilen
- weitere Hilfsflächen feilen

F<sub>20</sub>

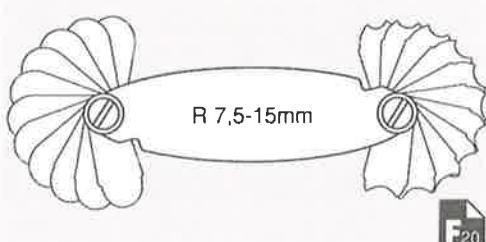
#### Feilbewegung



- Außenradius in Wippbewegung fertigfeilen.

F<sub>20</sub>

#### Radienlehre



#### Prüfen von Außenradien

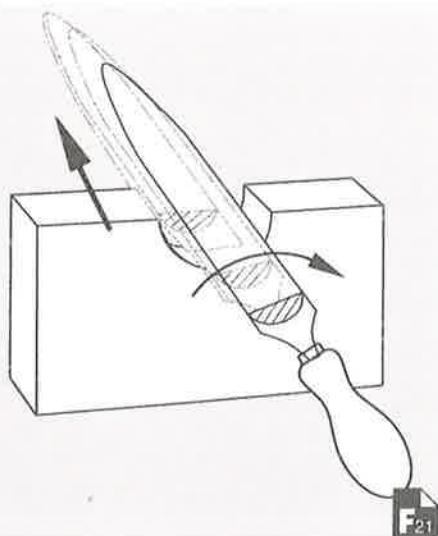
In der Regel benutzt man Radienlehren mit einem Meßbereich von:

- 1 bis 7,5 mm und
- 7,5 bis 15 mm

Die Abstufung von Radius zu Radius beträgt 0,5 mm.

- Prüfen des Radius nach dem Lichtspaltverfahren.
- Prüfen der Rechtwinkligkeit zur Werkstückkante mit dem 90°-Winkel.
- Beim Radienfeilen Schnittdruck der Größe der Auflagefläche anpassen, Abrutschgefahr!
- Werkstück vor dem Prüfen entgraten.

Führen ohne seitlichen Vorschub



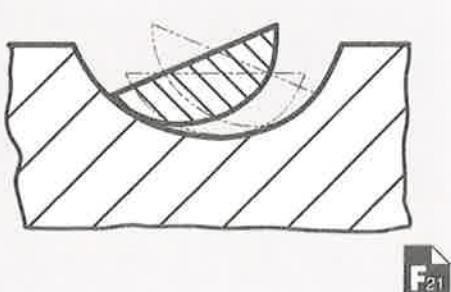
### Innenrundung

Für das Feilen von Innenrundungen werden Halbrund- oder Rundfeilen benötigt.

Der Radius der Feile muß grundsätzlich kleiner als der herzustellende Radius sein.

- ▶ Innenradius mit Schablone oder Spizzirkel anreißen. Beim Anreißen mit dem Spizzirkel Beilage benutzen (Höhenausgleich).
- ▶ Radius mit der Schruppfeile bis kurz vor den Anriß feilen. (Schlichtzugabe einhalten). Dabei wird die Feile geradlinig wie beim Ebenfeilen geführt.

Drehen der Feile um die Längsachse

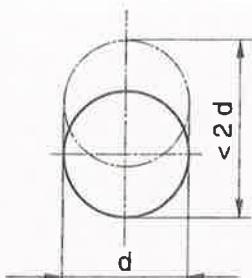


- ▶ Radius mit der Schlichtfeile fertigfeilen. Hierbei ist zu beachten, daß die Feile um ihre Längsachse gedreht wird. Es ergibt sich dadurch ein seitlicher Vorschub.

- ▶ Der seitliche Vorschub der Halbrundfeile ist an den Auslaufkanten der Radien zu verringern. Abrutschgefahr!

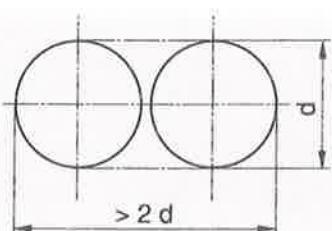
- ▶ Werkstück allseitig entgraten.

**Langlochanriß**



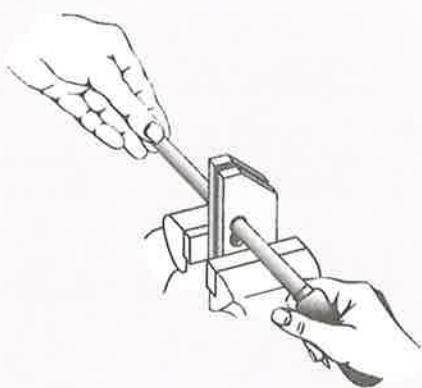
**Langloch**

- Langloch anreißen und körnen
- Ist das Außenmaß des Langloches kleiner als  $2 \times d$ , so wird nur eine Bohrung ausgeführt.

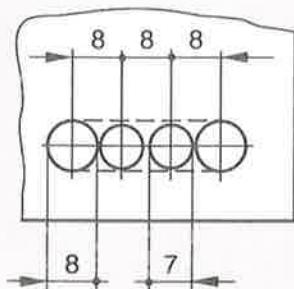


- Ist das Außenmaß des Langloches größer als  $2 \times d$ , so sind zwei Bohrungen auszuführen.

**Langlochherstellung**



- Bohrung mit einer kleineren Rundfeile zu einem Langloch feilen (Langloch kleiner als  $2 \times d$ ).
- Langlöcher mit mehr als  $2 \times d$  werden durch Stegmeißeln oder -sägen vorbereitet und mit der Flachfeile hergestellt.
- Niemals mit der Flachfeile in die Außenradien hineinfeilen.



Beim Feilen nicht mit dem Feilenkopf aus dem Langloch herausrutschen!

**Fasenriß**

The diagram shows a rectangular workpiece labeled "Werkstück". At one end, there is a small, V-shaped notch labeled "Anriß". The other end is straight.

**Fasenfeilen**

The diagram shows a hand holding a flat file labeled "F25" and applying it to the rounded corner of a workpiece held in a vise. A small circle indicates the point of contact between the file and the workpiece.

**Entgraten**

The diagram shows a hand holding a flat file labeled "F25" and applying it to a sharp, V-shaped edge (grat) on a workpiece held in a vise. A small circle indicates the point of contact between the file and the workpiece.

**Arbeitstechnik beim Feilen von Fasen**

Die zu feilenden Fasen werden allseitig angerissen und gefeilt.

Müssen größere Werkstücke angefast werden, so empfiehlt es sich, diese unter  $45^\circ$  direkt in den Schraubstock einzuspannen.

Kleinere Werkstücke werden in den Reifkloben gespannt.

Die Feile kann dann waagerecht geführt werden, ohne daß das Werkstück beschädigt wird.

**Feilen von Fasen**

Unter Fasen verstehen wir das Abschrägen von Werkstückkanten. Die Größe der Fase (in der Regel in einem Winkel von  $45^\circ$ ), wird in der Werkstattzeichnung in mm angegeben.

Fasen werden gefeilt:

- ▶ um Werkstückkanten an Werkstücken optisch zu verschönern
- ▶ zur Entschärfung von Werkstückkanten
- ▶ zum Anschnäbeln bei nachfolgenden Paßarbeiten
- ▶ zum leichteren Anschneiden beim Außengewindeschneiden

**Entgraten**

Beim Feilen entstehen an den Außenkanten des Werkstückes scharfe Kanten (Grat). Um Schnittverletzungen zu vermeiden, muß der Grat mit der Feile entfernt werden.

Entgratet wird immer in Längsrichtung der gefeilten Kanten (keine Fase feilen)

## **2. Zuordnung des Anreißen, Körnens und Kennzeichnens**

### **2.1 Anreißen allgemein**

Das Anreißen ist das Übertragen von Formen und Maßen aus Zeichnungen auf das zu bearbeitende Werkstück. Weitere Möglichkeiten der Form- und Maßübertragung sind mit Schablonen oder nach Angaben möglich.

### **2.2 Körnen allgemein**

Durch Körnen werden in Werkstücke kegelförmige Vertiefungen eingeschlagen. Wir bezeichnen diese Vertiefungen als Körnungen.

### **2.3 Kennzeichnen allgemein**

Werkstücke, Bauteile und Baugruppen müssen für die Montage oder die Demontage dauerhaft kenntlich gemacht werden. Dieses kann durch das Einschlagen von Kennnummern mit Schlagstempeln oder Beschriften mit einem Elektroschreiber erfolgen.

### 3. Allgemeine Grundlagen

Das Anreißen dient:

- zum maßgerechten Herstellen von Werkstücken
- zur Kontrolle während der Arbeit

Maß- und formgenaues Anreißen erleichtert die Bearbeitung von Werkstücken.

Bezugsebene

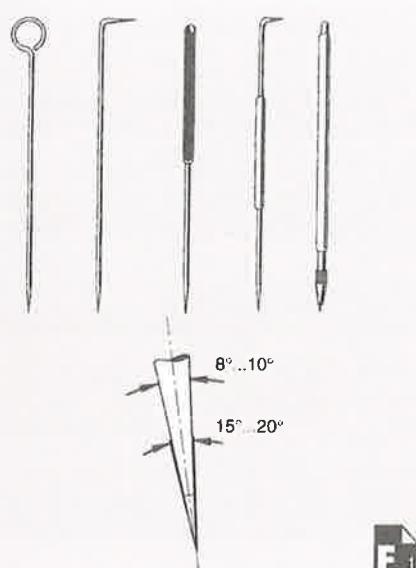


#### Die Bezugsebene

Die Bezugsebene ist eine Werkstückfläche oder Werkstückkante, von der aus alle Maße gemessen und angerissen werden.

Die Bezugsebene kann mit Buchstaben gekennzeichnet werden und darf nachträglich nicht mehr bearbeitet werden.

Reißnadeln

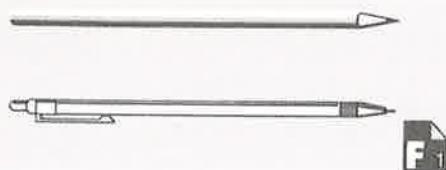


#### 3.1 Anreißwerkzeuge und Hilfsmittel

##### Stahlnadeln

Zum Anreißen harter Werkstoffe.

Bleistifte



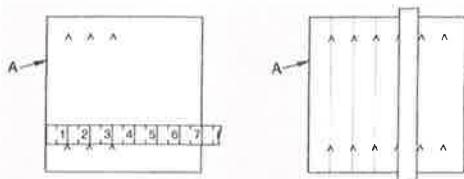
##### Messingnadeln

Zum Anreißen von Werkstoffen, deren Oberfläche nicht beschädigt werden darf.

##### Bleistifte

Zum Anzeichnen sehr weicher Werkstoffe, deren Oberfläche nicht beschädigt werden darf.

**Stahlmaßstab**



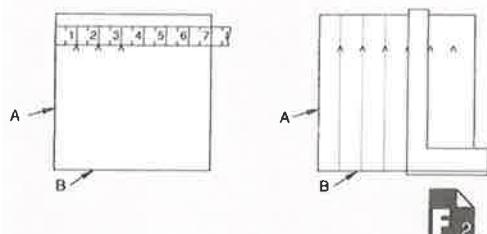
**Stahlmaßstab**

Zur Übertragung von Maßen und Ziehen von kurzen Anrisse.

A = Bezugsebene

**F<sub>2</sub>**

**Anschlagwinkel**



**Anschlagwinkel**

Zum rechtwinkligen Anreißen von einer 2. Bezugsebene aus.

A und B = Bezugsebenen

**F<sub>2</sub>**

**Schablonen**

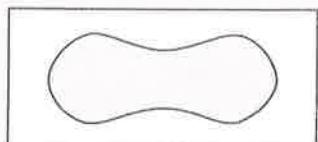


Außenschablone

**Schablonen**

Zum Übertragen von wiederkehrenden Formen.

► außen

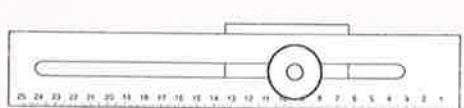


Innenschablone

► innen

**F<sub>2</sub>**

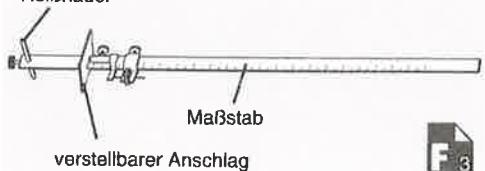
**Streichmaß**



**Streichmaß**

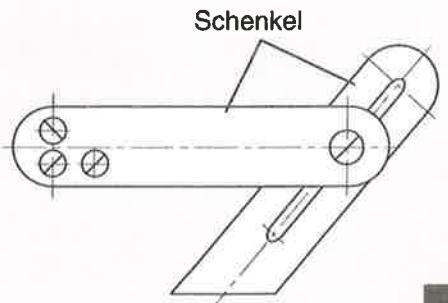
Zum Anreißen paralleler Linien zur Bezugskante.

**Reißnadel**



**F<sub>3</sub>**

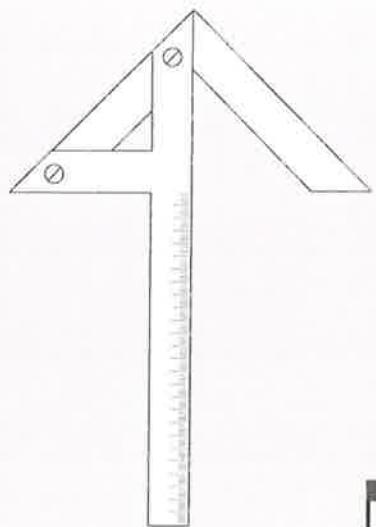
Schmiege



Schmiege

Zum Abnehmen und Übertragen von Winkelgrößen.

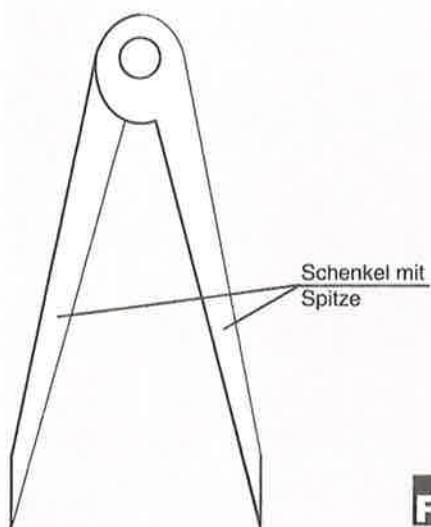
Zentrierwinkel



Zentrierwinkel

Zum Anreißen von Mittelpunkten auf Stirnflächen von z.B. Achsen, Wellen, Bolzen.

**Spitzzirkel**

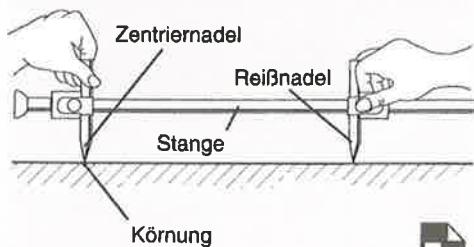


**Spitzzirkel**

Zum Anreißen von Kreisen oder Kreisbögen.

**F<sub>6</sub>**

**Stangenzirkel**



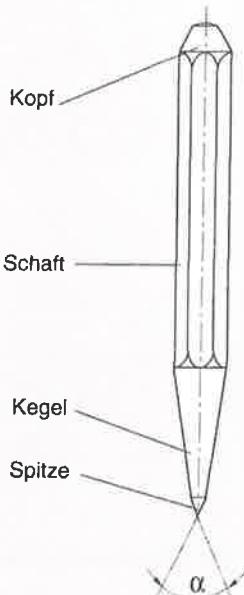
**Stangenzirkel**

Zum Anreißen von großen Kreisen oder Lochabständen.

**F<sub>6</sub>**

<b>Spitzzirkel</b>	<b>Spitzzirkel</b> Zum Anreißen von Kreisen oder Kreisbögen.
	<b>F<sub>6</sub></b>

Körner



### 3.2. Körner und zugehörige Hilfsmittel

Körner werden aus Werkzeugstahl hergestellt. Die Körnerspitze ist gehärtet und hat unterschiedliche Spitzenwinkel ( $\alpha$ ).

#### Anreißkörner

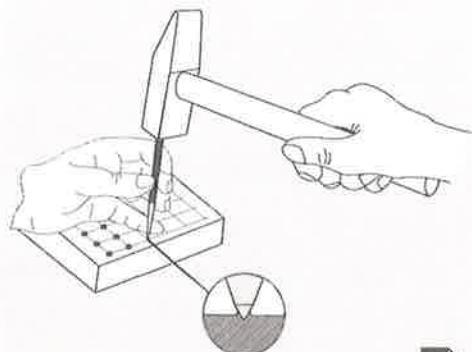
30 - 60° Spitzenwinkel, zum Markieren von Anreißlinien und Einsetzen von Anreißwerkzeugen (Zirkel).

#### Bohrkörner

90° Spitzenwinkel, als Ansatzpunkt für Bohrerspitzen.

F<sub>7</sub>

Hilfsmittel



#### Hilfsmittel

- eine feste Unterlage
- Schlosserhammer

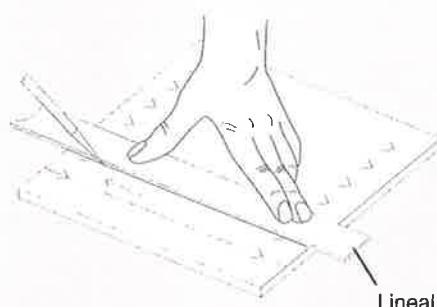
#### Hinweis

Die Anreißplatte darf **nicht** als Unterlage zum Körnen verwendet werden.

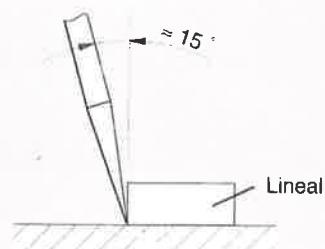
F<sub>7</sub>

## 4. Anreißen - Körnen - Kennzeichnen

### Arbeitstechnik beim Anreißen



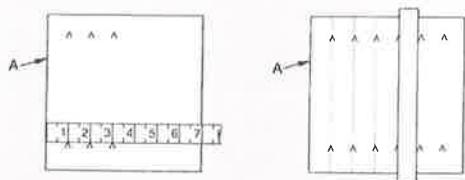
### 4.1 Anreißen



Die Reißnadelspitze muß gegen die Unterkante des Lineals auf das Werkstück gesetzt werden. Anschließend wird sie weg vom Lineal und in Ziehrichtung geneigt.

Die Anreißlinie wird nur einmal gezogen!

### Anreißen von einer Bezugsebene aus

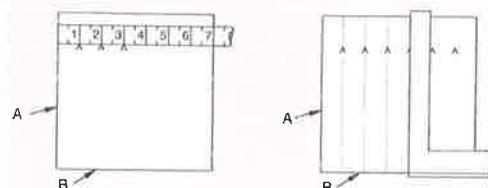


### Anreißen von einer Bezugsebene aus

Hierbei werden die Anreißmaße zweimal von der Bezugsebene "A" aus, an zwei möglichst weit auseinanderliegenden Stellen, durch kurze Risse markiert.

Das Stahlineal wird an die kurzen Risse angelegt und die Anreißlinien mit der Reißnadel gezogen.

### Anreißen von zwei Bezugsebenen aus



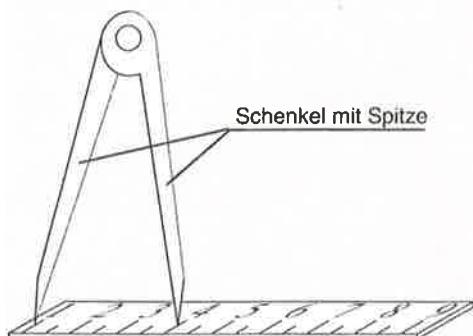
### Anreißen von zwei Bezugsebenen aus

Hierbei werden die Anreißmaße von der Bezugsebene "A" aus nur einmal markiert.

Anschließend wird der Anschlagswinkel mit dem Anschlag an die Bezugsebene "B" gelegt.

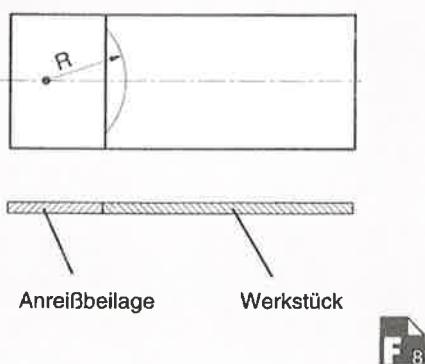
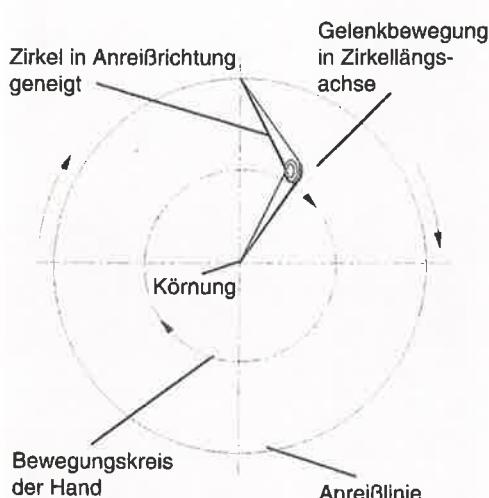
Der lange Schenkel des Anschlagswinkels wird an die Markierung geschoben und die Anreißlinie gezogen.

**Spizzirkel**



**Spizzirkel**

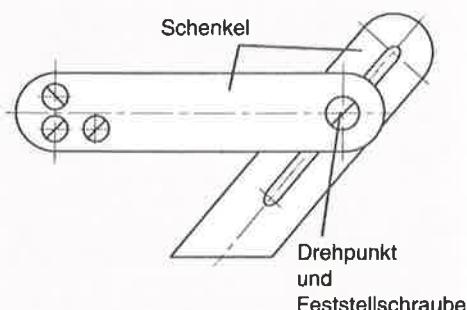
Der Spizzirkel besteht aus zwei Schenkeln mit Spitzen. Die Spitzen müssen härter als der anzureißende Werkstoff und gleich lang sein.



Ist der Mittelpunkt des anzureißenden Kreisbogens außerhalb des Werkstückes, so muß eine Anreißbeilage benutzt werden.

Die Anreißbeilage muß die gleiche Dicke wie das anzureißende Werkstück haben.

Schmiege



### Schmiege

Die Schmiege besteht aus:

- ▶ zwei Schenkeln
- ▶ dem Drehpunkt mit Feststellschraube

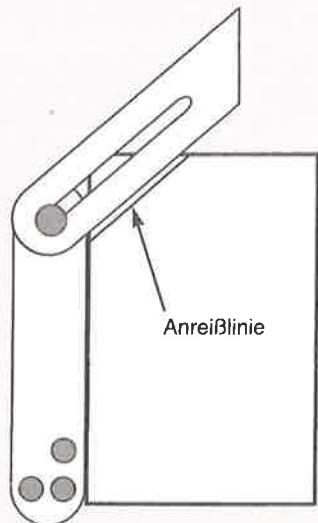
Sie wird benötigt zum:

- ▶ Abgreifen und
- ▶ Übertragen

von Winkelgrößen (innen und außen) auf das Werkstück.



Arbeitstechnik



### Arbeitstechnik

Feststellschraube lösen.

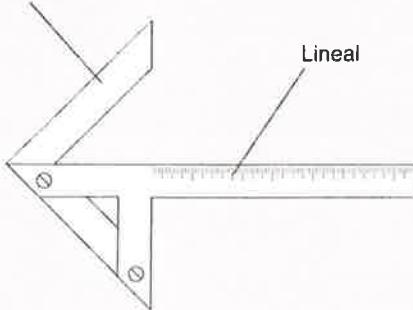
Schenkel an den abzugreifenden Winkel anlegen.

Feststellschraube anziehen.

Schmiege auf das Werkstück legen und Winkel durch Ziehen von Anreißlinien übertragen.

Zentrierwinkel

90° Winkel



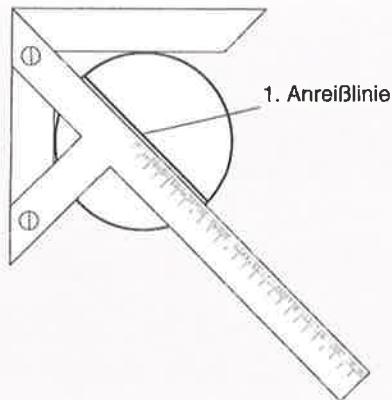
Zentrierwinkel

Der Zentrierwinkel besteht aus:

- dem 90°Winkel und
- dem Lineal

Der Winkel ist als Anschlagwinkel ausgelegt.

Arbeitstechnik



Arbeitstechnik

Das Anreißen von Mittelpunkten an Wellen, Nocken u.a., kann mit dem Zentrierwinkel ausgeführt werden.

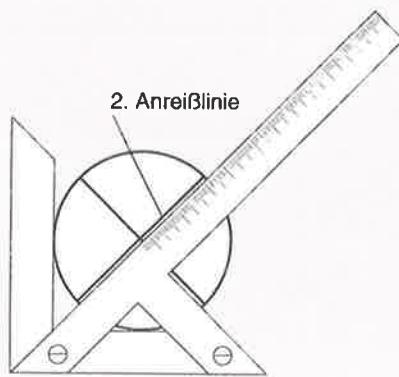
Er wird zum Anreißen auf die Stirnfläche gelegt und gegen den Kreisumfang gedrückt.

Die Anreißkante des Lineals halbiert den Winkel.

Daher geht die Anreißkante des Zentrierwinkels durch den Kreismittelpunkt.

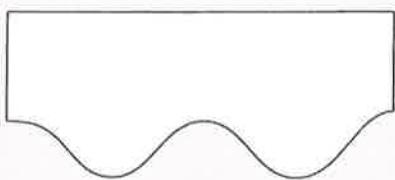
Durch zwei ca. 90° versetzte Anrisse ist der Mittelpunkt bestimmt.

Zur sicheren Lage von Rundmaterial werden Prismenstücke verwendet.

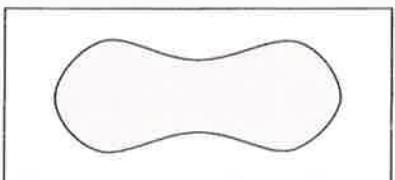


F12

**Anreißschablonen**



Außenschablone



Innenschablone

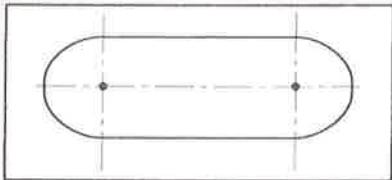
**Anreißschablone**

Die Anreißschablone, meist eine Blechschablone, erleichtert das Anreißen schwieriger Formen die häufig wiederkehren.

Die Schablone muß sehr genau gearbeitet werden, damit die Maße des Anrisses mit den gewünschten Maßen übereinstimmen.

Die Schablone wird auf das Werkstück gelegt und der Anriß mit der Reißnadel übertragen.

**Anreißen eines Langloches**

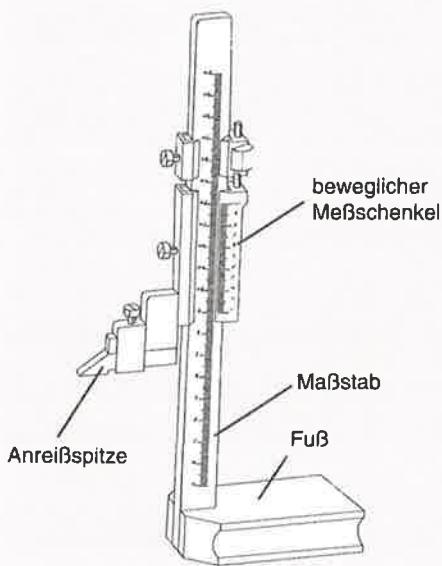


**Anreißen eines Langloches**

Muß ein Langloch auf einem Werkstück angerissen werden, so werden erst die Mittelpunkte der Bohrungen angerissen und gekörnt.

Danach werden mit dem eingestellten Zirkel die Halbkreise angerissen. Abschließend werden die Endpunkte der Halbkreise durch das Ziehen von Anreißlinien verbunden.

Höhenreißer

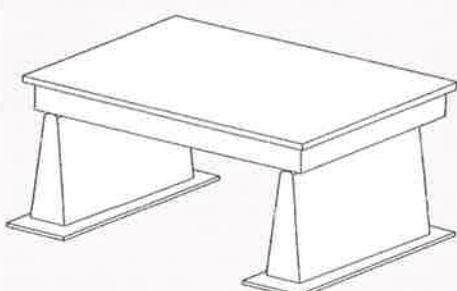


#### Aufbau des Höhenreißers

Der Höhenreißer besteht aus:

- dem Fuß
- der festen Schiene mit Maßstab
- dem beweglichen Meßschenkel mit Nominus, Feineinstellschraube und Feststellschraube.
- der Anreißspitze

Anreißplatte



#### Anreißplatte

Anreißplatten haben eine ebene, genau bearbeitete Oberfläche.

Sie werden aus Grauguß oder Hartgestein hergestellt.

Sie dienen als Unterlage für die anzureibenden Werkstücke und als Bezugsebene (Arbeitsfläche) für den Höhenreißer.

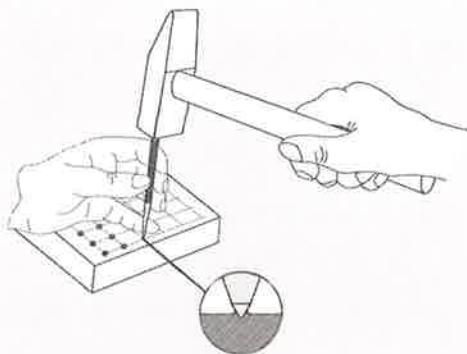
#### Merke

Die Anreißplatte ist vor Beschädigungen und Verunreinigungen zu schützen.

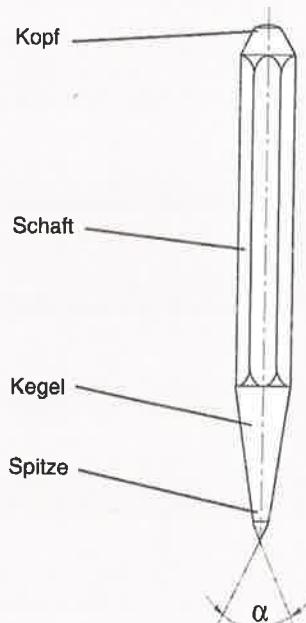
Sie sollte nicht als Ablageplatz für Werkzeuge und sonstige Gegenstände dienen.

- Auf keinen Fall darf sie als Unterlage beim Schweißen, Richten (Hämmern) und Körnen verwendet werden.

**Das Körnen**



**Arbeitsmittel**



**4.2 Körnen**

Körnungen haben folgenden Zweck:

- Kontrollpunkte für Anreißlinien (dauerhafte Festlegung)
- Einsatzpunkt für Anreißwerkzeuge (Zirkel)
- Ansatzpunkt für Bohrer

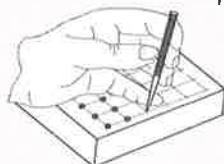
**Körner**

Er besteht aus:

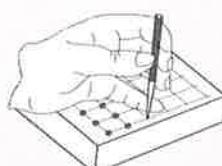
- Kopf
- Schaft
- Kegel
- Spitze (Anreißkörner 30° – 60°, Bohrkörner 90°)

**Arbeitstechnik**

Ansetzen des Körners



Aufrichten des Körners



Schlagen des Körners



**Arbeitstechnik**

Zum Körnen benötigen wir folgende Hilfsmittel:

1. Eine feste Stahlunterlage.
2. Einen Schlosserhammer 300 oder 500g.

Eine harte und ebene Unterlage verhindert das Zurückfedern des Körners und eine eventuelle Verformung dünner Werkstücke.

Das Werkstück wird zum Körnen auf eine Stahlunterlage gelegt. Der Körner wird mit den Fingerspitzen, nicht mit der Faust gehalten.

Beim Ansetzen wird der Körner vom Auge fortgeneigt. Die zu körnende Stelle muß sichtbar sein.

Beim Aufsetzen des Körners wird die Hand auf das Werkstück aufgelegt.

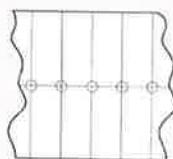
Der Körner wird senkrecht aufgerichtet und erhält mit dem Hammer einen Schlag, der in Richtung der Körnerachse erfolgen muß.

Der Blick ist beim Körnen stets auf die Körnerspitze zu richten. Anschließend wird die Körnung auf Genauigkeit überprüft.

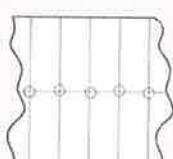
Die Genauigkeit einer Körnung ist abhängig von:

- dem genauen Anreißen.
- der geschliffenen Körnerspitze.
- dem Ansetzen des Körners.
- der Haltung des Körners.
- der richtigen Hammerführung.

**Fehler beim Körnen**



Richtig



Falsch

**Fehler beim Körnen**

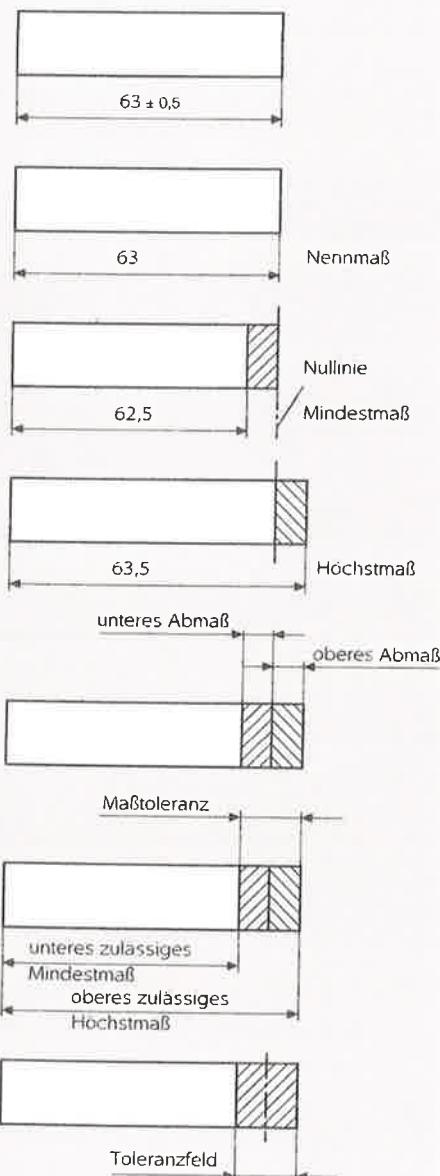
Körnungen müssen mittig auf der Anreißlinie liegen. Sind sie seitlich versetzt, so können sie durch weitere Schläge auf den zur Mitte geneigten Körner korrigiert werden.

### Maße und Toleranzen

Bei jeder Fertigung müssen Abweichungen (**Toleranzen**) vom geforderten Maß (**Nennmaß**) zugelassen werden.

Bei wirtschaftlicher Fertigung soll die Toleranz so groß wie möglich und so klein wie nötig gewählt werden.

#### Maße und Toleranzen



Es sind folgende Begriffe festgelegt:

**Nennmaß** ist das auf der Zeichnung angegebene Maß (63), auf das sich die zulässigen Abweichungen  $\pm 0,5$  beziehen.

**Mindestmaß** ist das kleinste zulässige Maß.  
 $63 \text{ minus } 0,5 = 62,5$   
 Mindestmaß 62,5 mm

**Höchstmaß** ist das größte zulässige Maß.  
 $63 \text{ plus } 0,5 = 63,5$   
 Höchstmaß 63,5 mm

**oberes Abmaß** = Höchstmaß - Nennmaß

**unteres Abmaß** = Mindestmaß - Nennmaß

**Maßtoleranz** ist die Differenz zwischen Höchstmaß und Mindestmaß.  
 $63,5 \text{ minus } 62,5 = 1$   
 Maßtoleranz = 1 mm

**Istmaß** ist das durch Messen ermittelte Maß eines Werkstückes.

**Toleranzfeld** ist der Bereich zwischen Höchstmaß und Mindestmaß.

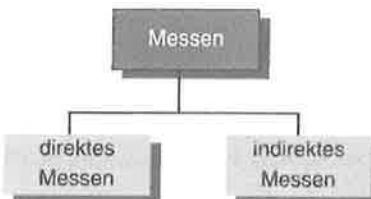
Liegt das Istmaß zwischen Höchstmaß und Mindestmaß, also in der Toleranz, so ist das Werkstück "gut".

## 4. Messen und Lehren

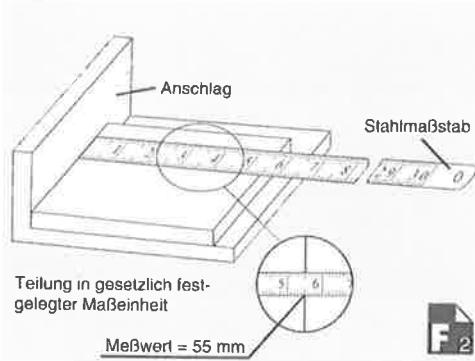
### 4.1 Messen

Messen ist das Feststellen eines Meßwertes durch Vergleichen einer gegebenen Größe mit einer gesetzlich festgelegten Maßeinheit.

Wir unterscheiden:



#### Direktes Messen



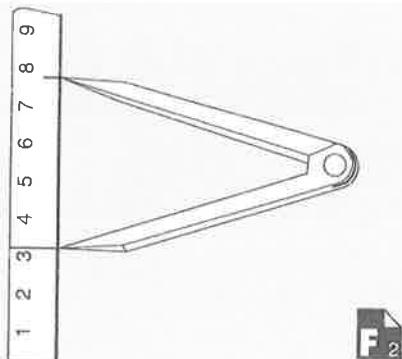
#### Das direkte Messen

Beim direkten Messen wird der zu messende Gegenstand unmittelbar mit dem bekannten Maß verglichen. Z.B. vergleicht man die Länge eines Werkstückes mit der Skala eines Maßstabes. Der Maßstab wird dabei unmittelbar an die zu messende Länge oder senkrecht zu den Bezugsebenen angelegt.

#### Merksatz

- Beim Ablesen senkrecht auf die Ablesestelle blicken! (parallaxenfreies Ablesen)

#### Indirektes Messen



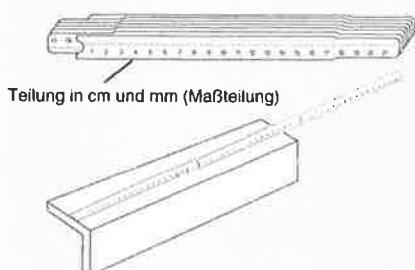
#### Das indirekte Messen

Beim indirekten Messen wird das Maß durch Zwischenschalten eines Hilfsmittels vom Meßzeug auf das Werkstück übertragen.

#### Beispiel

Ein Maß wird mit dem Zirkel auf dem Stahlmaßstab abgegriffen und auf das Werkstück übertragen.

**Gliedermaßstab**

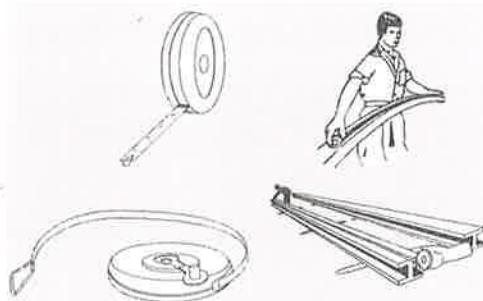


**4.1.1 Meßzeuge**

**Gliedermaßstab**

Der Gliedermaßstab wird verwendet bei Arbeiten, bei denen eine Maßgenauigkeit von  $\pm 1$  mm erforderlich ist, (Rohzuschnitt von Werkstücken).

**Bandmaße**



**Bandmaß**

Zum Messen von Längen im Meßbereich von 1-100 m werden Bandmaße eingesetzt. Ablesemöglichkeit 1mm. Bandmaße werden für grobe Messungen, wie z.B. beim Zuschneiden von Rohren oder Profilstählen über 2 m Länge verwendet. Aber auch für Raummessungen wird das Bandmaß eingesetzt.

**Stahlmaßstab**



**Stahlmaßstab**

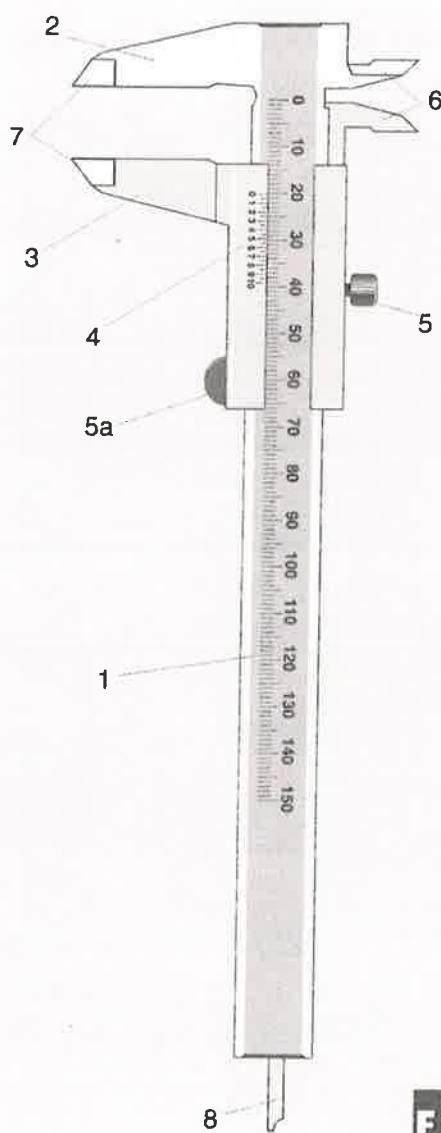
Zum Messen der Werkstückmaße benutzen wir den Stahlmaßstab. Stahlmaßstäbe haben im Allgemeinen auf der oberen Hälfte eine 1/2 mm und auf der unteren Hälfte eine 1 mm Teilung.

Der Stahlmaßstab wird beim Anreißen und zum Messen bei Arbeiten, deren Genauigkeit 0,5 mm nicht übersteigt, benötigt.

Meßschieber nach DIN 862 (Form A)



Meßschieber



**Meßschieber (Schieblehre)**

Der Meßschieber ist ein anzeigenendes Meßgerät. Mit ihm können :

- Außen-
  - Innen- und
  - Tiefenmessungen
- durchgeführt werden.

Maße mit einer Genauigkeit von 0,1 mm bzw. bis 0,05 mm können vom Meßschieber abgelesen werden.

**Aufbau des Meßschiebers**

Die Teile des Meßschiebers sind:

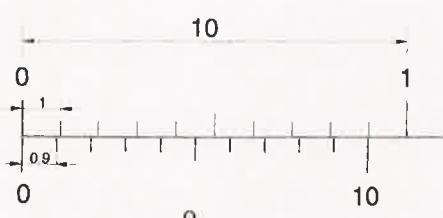
1. Die Schiene mit der Strichskala in Millimeter.
2. Der feste Meßschenkel.
3. Der verschiebbare Meßschenkel.
4. Der Schieber mit Noniusteilung.
5. Die Feststellschraube (Form 1A).
- 5a. Die Klemmvorrichtung (Form 2A).
6. Die Schneidenflächen zum Messen von Innenmaßen.
7. Die Meßflächen zum Messen von Gewinden.
8. Die Tiefenmeßstange zum Messen von Bohrungstiefen, Nuttiefen und Steghöhen.

Nonius



F 4

Zehntel-Nonius



F 4

### Der Nonius

Der Nonius ist ein Hilfsmaßstab (Ablesehilfe). Seine Teilung ist anders als die des Hauptmaßstabes. Dadurch wird es möglich, Bruchteile eines Millimeters abzulesen. Die Ablesegenauigkeit ist von der Noniusteilung abhängig.

### Der Zehntel- (1/10-) Nonius mit 9mm Noniuslänge

In der Nullstellung deckt sich der Nullstrich der Hauptteilung mit dem Nullstrich des Nonius.

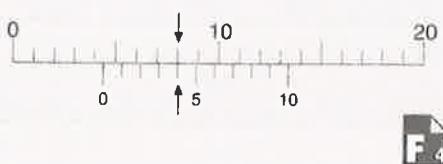
9 Skalenteile der Hauptteilung werden in 10 Skalenteile, den Nonius aufgeteilt.

1 Skalenteil des Nonius =  $9 : 10$ .

1 Skalenteil = 0,9 mm.

Der Anfangsstrich des Nonius gibt die vollen Millimeter auf dem Hauptmaßstab an. Der Teilstrich des Nonius, der mit einem Teilstrich der Hauptteilung übereinstimmt, gibt die Zehntelmillimeter an.

Ablesebeispiel



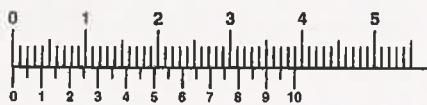
F 4

### Beispiel

Beim Ablesen des Nonius nehmen wir den Nullstrich des Nonius als Komma an. Man liest zuerst links vom Nullstrich auf der Hauptskala die ganzen Millimeter ab. Der Teilstrich des Nonius, der mit einem Teilstrich der Hauptteilung übereinstimmt, gibt die Anzahl der Zehntel Millimeter an.

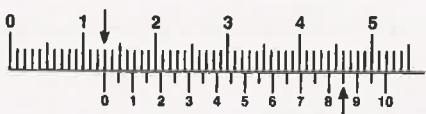
Abgelesenes Maß: 4.4 mm

Zwanzigstel-Nonius



F 5

Ablesebeispiel



F 5

Zwanzigstel-Nonius

Der Zwanzigstel- (1/20) Nonius mit 39 mm Noniuslänge.

39 mm des Hauptmaßstabes sind auf dem Hilfsmaßstab (Nonius) in 20 gleiche Teile aufgeteilt. Der Nonius beträgt daher 1,95 mm; er ist also um 0,05 mm (= 1/20 mm) kleiner als 2 Skalenteile (= 2 mm) des Hauptmaßstabes. Somit ergibt sich als Ablesegenauigkeit 1/20 mm = 0,05 mm.

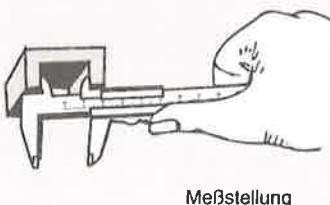
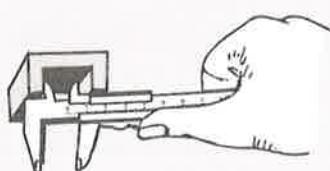
Beispiel

Abgelesenes Maß : 12,85 mm

Außenmessung



Innenmessung



Handhabung des Meßschiebers

Außenmessungen

1. Den Meßschieber auf Übermaß einstellen.
2. Den festen Meßschenkel an das Werkstück anlegen.
3. Den verschiebbaren Meßschenkel gegen das Werkstück schieben und das Maß ablesen.

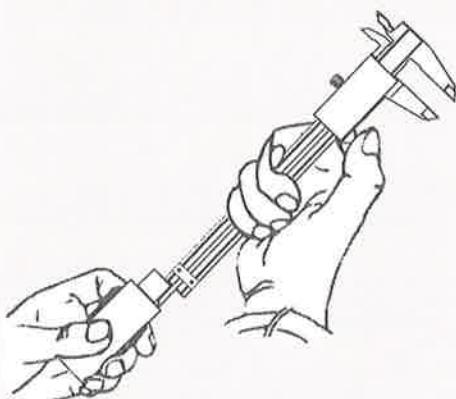
Innenmessungen

1. Den Meßschieber auf Untermaß einstellen.
2. Die feste Schneidenfläche innen an das Werkstück anlegen.
3. Die verschiebbare Schneidenfläche gegen den gegenüberliegenden Meßpunkt schieben und das Maß ablesen.

Merksatz

Bevor eine Messung durchgeführt wird, muß beim Meßschieber nach dem Lichtspaltverfahren die Nullstellung überprüft werden.

Tiefenmessung



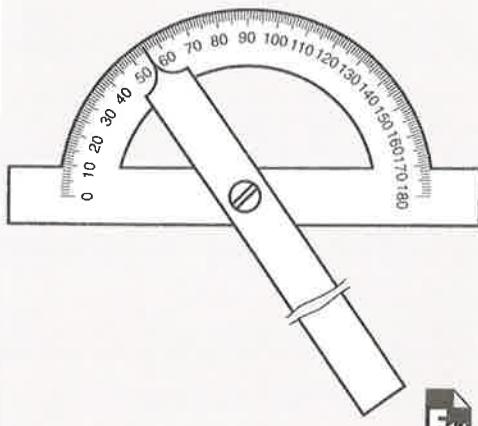
**Tiefenmessungen**

Bei Tiefenmessungen muß die „Meßfläche für Tiefenmessungen“ (Ende der Tiefenmeßstange) fest und rechtwinklig gegen das Werkstück gedrückt werden.

Erst danach ist die Tiefenmeßstange mit dem verschiebbaren Meßschenkel auszufahren.

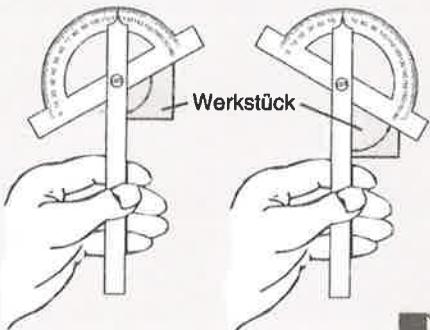
Zum Ablesen muß der Meßschieber vom Werkstück abgehoben werden.

**Winkelmaß**



F14

**Anlegen des Werkstückes**



F14

**Winkelmaß**

Winkelmaß ermöglichen das Messen und Einstellen von verschiedenen Winkelgrößen.

Die Rundskala des Winkelmaßes hat eine Winkeleinteilung von 0 - 180°.

► Die Ablesegenauigkeit beträgt 1°.

Um das Meßergebnis direkt ablesen zu können, muß das Werkstück auf der rechten Seite des Winkelmaßes angelegt werden.

**Winkeleinheiten**

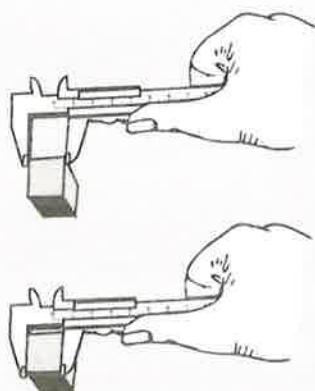
Winkel werden in Grad angegeben.

1 Grad = 60 Winkelminuten

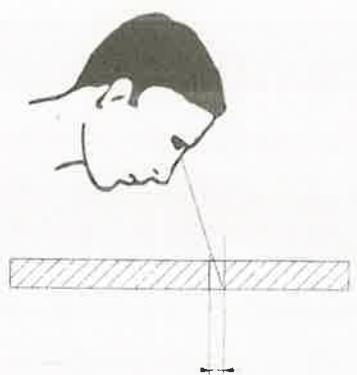
1 Winkelminute = 60 Winkelsekunden

$1^\circ = 60'$ ;  $1' = 60''$

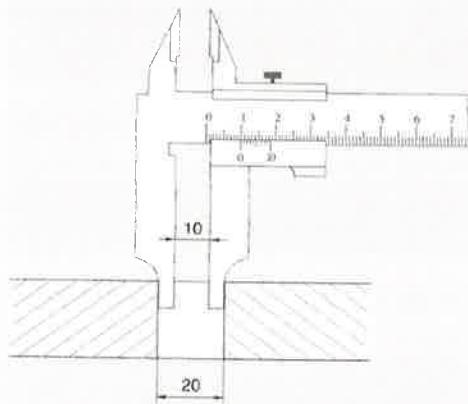
Meßfehler



Ablesefehler durch schräge Blickrichtung



Ablesefehler bei Innenmessung



4.1.2 Meßfehler

- Die Parallelität der Meßschenkel des Meßschiebers wird nach dem Lichtspaltverfahren geprüft.
- Die Genauigkeit der Meßzeuge ist von der Bezugstemperatur ( $20^{\circ}\text{C}$ ) abhängig.
- Werkstücke/ Meßtiefen müssen zum Messen sauber und grätfrei sein.
- Die Meßschenkel müssen möglichst weit über das Werkstück geführt werden.
- Meßschieber beim Messen nicht verkantern
- Beweglichen Meßschenkel nicht mit zu großem Handdruck gegen die zu messende Fläche drücken.
- Beim Ablesen des Maßes senkrecht auf die Ablesestelle blicken.
- Der Meßschieber ist ein Feinmeßzeug und deshalb vor Verunreinigung und Beschädigung zu schützen.

► Innenmessung

Bei dem abgebildeten Meßschieber muß bei Innenmessungen immer die Meßschnabeldicke zum Ablesewert addiert werden, d.h., der Ablesewert ist nicht der Meßwert!

## 4.2 Lehren

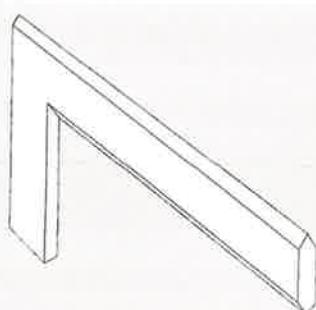
Nach DIN 2257 ist das Feststellen, ob bestimmte Längen, Winkel oder Formen eines Prüfgegenstandes die durch Maß oder Formverkörperungen – die Lehren – gegebenen Grenzen einhalten oder in welcher Richtung sie diese überschreiten. Der Betrag der Abweichung wird nicht festgestellt. Eine Grenzlehrung erfordert zwei Maßverkörperungen, die den beiden Grenzmaßen entsprechen.

### 4.2.1 Prüfzeuge

Zum Prüfen von Flächen verwendet man in der Werkstatt Haarwinkel und Haarlineale, die besonders bearbeitete Flächen besitzen.

Mit diesen Flächenprüfmitteln kann man Unebenheiten am Werkstück feststellen. Die Größe der Abweichung lässt sich allerdings nicht zahlenmäßig bestimmen.

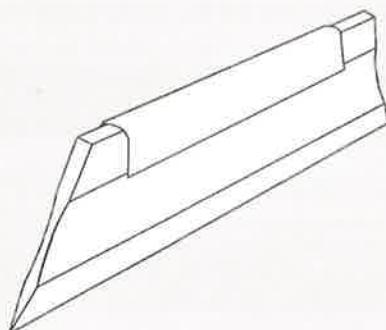
Haarwinkel



#### Haarwinkel

Der Haarwinkel besitzt im Gegensatz zum Flächenwinkel an einer oder an beiden Innenseiten messerartig geschliffene Flächen. Geprüft wird nach dem Lichtspaltverfahren.

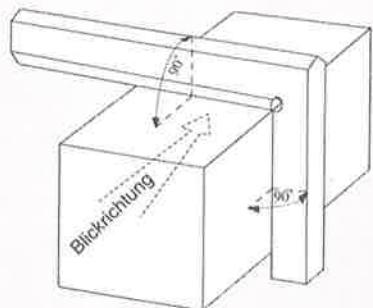
Haarlineal



#### Haarlineal

Das Haarlineal ist an einer Seite messerartig geschliffen und ermöglicht ein genaues Prüfen der Ebenheit nach dem Lichtspaltverfahren.

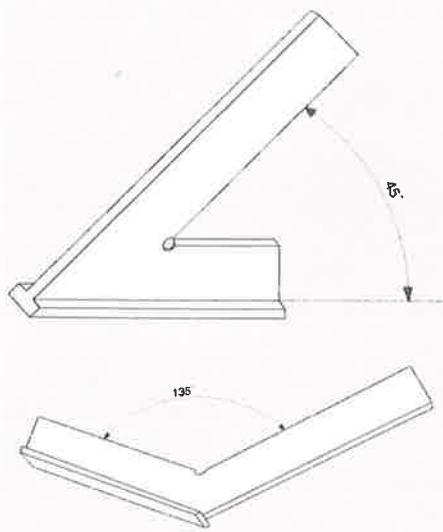
**Arbeitstechnik Haarwinkel**



**Arbeitstechnik**

Wenn man bearbeitete Flächen von Werkstücken und Meßflächen der Prüfgeräte aneinanderlegt und gegen das Licht hält, so wird ein Lichtspalt sichtbar. Je feiner und gleichmäßiger der Lichtspalt ist, um so genauer ist die Ebenheit oder Winkligkeit des bearbeiteten Werkstückes.

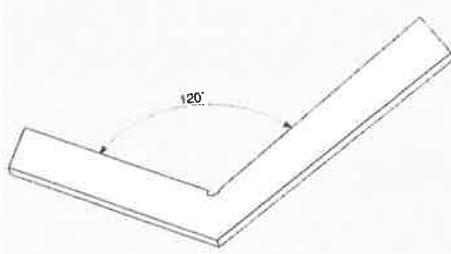
**Gehrungswinkel**



**Gehrungswinkel**

Winkel mit  $45^\circ$  und  $135^\circ$  bezeichnet man als Gehrungswinkel. Sie dienen zum Anreißen von Schrägschnitten.

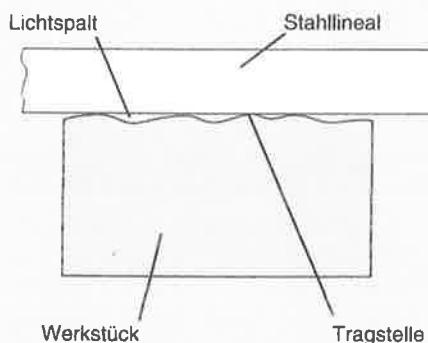
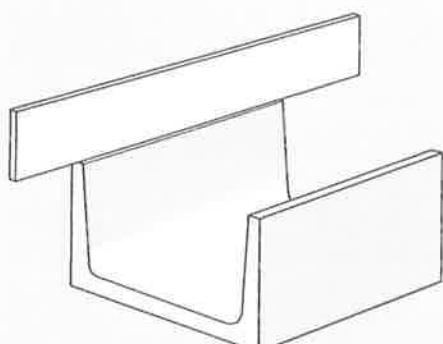
**Sechskantflachwinkel**



**Sechskantflachwinkel**

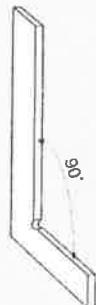
Sie dienen zum genauen Anreißen und Prüfen von  $60^\circ$  bzw.  $120^\circ$  Winkeln.

Lichtspaltverfahren



Rechte Winkel (90° Winkel)

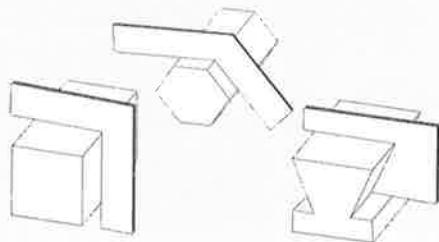
Flachwinkel



Anschlagwinkel



Prüfen mit festen Winkeln



**Das Lichtspaltverfahren**

Beim Lichtspaltverfahren wird die Ebenheit einer Fläche geprüft. Dazu wird das Stahlzahnstange auf die zu prüfende Fläche senkrecht aufgelegt.

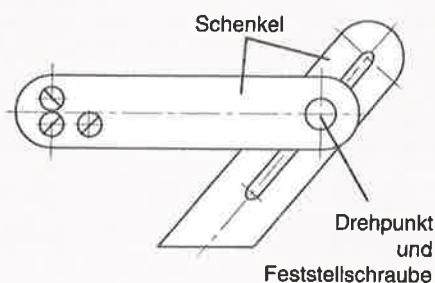
Das Werkstück wird mit dem Stahlzahnstange in Augenhöhe gegen eine Lichtquelle gehalten. Nur dort, wo Vertiefungen vorhanden sind, erscheint ein Lichtspalt.

Um eine ebene Fläche zu erzielen, werden die Tragstellen mit einem Werkzeug weiter bearbeitet.

**Lehren von Winkeln**

Winkel werden auch mit Lehren geprüft. Dies sind meistens feste Winkel, die einen bestimmten Winkel verkörpern. Zum Prüfen wird die Winkellehre mit ihren Prüfflächen an das Werkstück angelegt. Tritt ein Lichtspalt zwischen Prüfgegenstand und Lehre auf, so weicht der vorhandene Winkel vom geforderten Winkel ab. Der Ist-Wert des Winkels wird dabei nicht festgestellt. Winkellehren mit einem Winkel von 90° – so genannte rechte Winkel – werden am häufigsten gebraucht. Dabei unterscheidet man Flachwinkel und Anschlagwinkel. Anschlagwinkel werden vorwiegend zum Anreißen benutzt.

Schmiege



### Schmiege

Die Schmiege besteht aus:

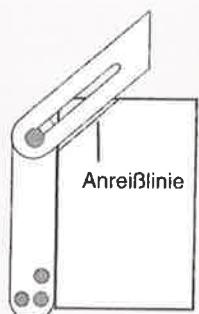
- zwei Schenkeln
- Drehpunkt mit Feststellschraube

Sie wird benötigt zum:

- Abnehmen
- Übertragen

von Winkelgrößen (innen und außen) auf das Werkstück.

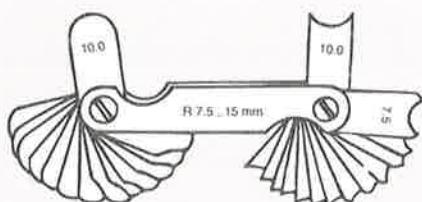
Arbeitstechnik



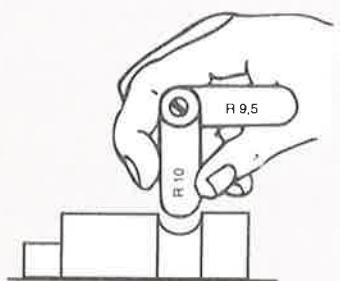
### Arbeitstechnik

1. Feststellschraube lösen
2. Schenkel an den abzugreifenden Winkel anlegen
3. Feststellschraube anziehen
4. Schmiege auf das Werkstück legen und Winkel durch Ziehen von Anreißlinien übertragen

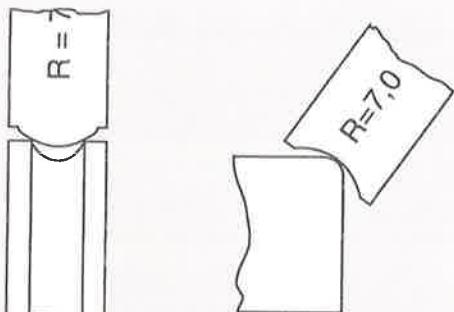
**Radienlehre**



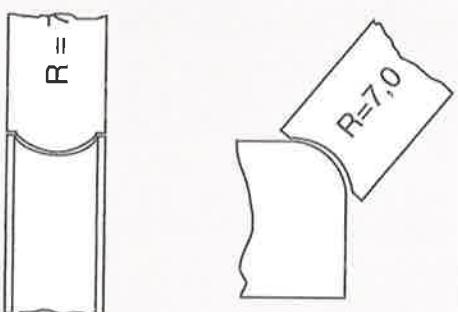
**Innenradius**



**Arbeitstechnik**



Rundung zu klein



Rundung paßt zur Lehre

**Radienlehre (Radienschablone)**

Hohlkehlen und erhabene Abrundungen prüft man mit der Radienschablone. Die Rundung des Prüfstücks vergleicht man mit dem entsprechenden Profil der Lehre. Man arbeitet hier nach dem Lichtspaltverfahren. Bei einer Radienlehre ist der Radius in „Millimeter“ auf einer Blechsablonen angegeben. Die Radienschablone wird als Lehre bezeichnet, da jede Schablone nur ein einziges Maß enthält.

**Arbeitstechnik**

Rundungen, die Teile von Kreisen sind, prüft man mit Radienlehren. Beim Prüfen hält man die Lehre rechtwinklig an das Werkstück. Fehler sind am Lichtspalt zu erkennen.

In der Technik kennen wir den Außen- und den Innenradius.

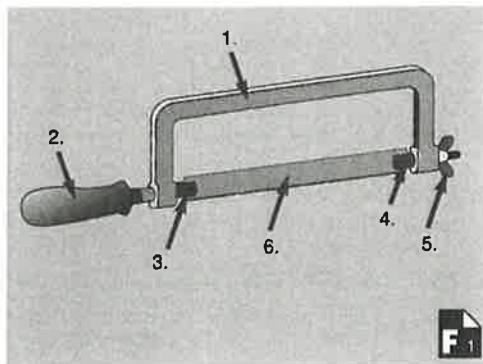
Der Außenradius ist nach außen gewölbt oder erhaben (konvex).

Der Innenradius ist nach innen gewölbt oder hohl (konkav).

### 3. Allgemeine Grundlagen

#### 3.1 Aufbau der Handbügelsäge

Handbügelsäge

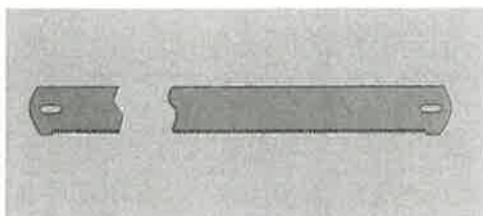


Die Handbügelsäge besteht aus folgenden Teilen:

- 1. Bügel
- 2. Griff
- 3. Heftkloben mit Kreuzloch und Haltestift
- 4. Spannkloben mit Kreuzloch und Haltestift
- 5. Spannmutter
- 6. Sägeblatt

#### 3.2 Das Sägeblatt

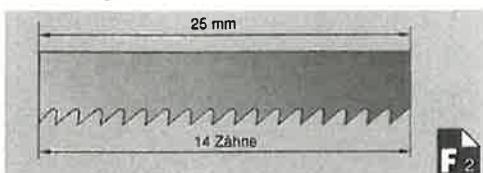
Sägeblatt



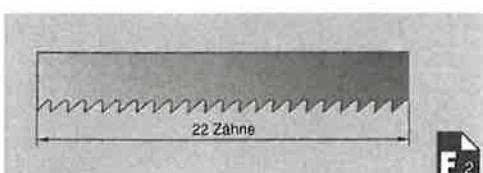
Das Sägeblatt ist ein mehrschneidiges spanendes Werkzeug. Es besteht aus vielen hintereinanderliegenden meißelartigen Schneidezähnen, die man auch Sägezähne nennt.

Sägeblätter werden aus unlegiertem Werkzeugstahl oder aus Schnellschnittstahl hergestellt und zusätzlich gehärtet.

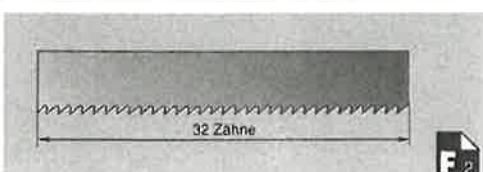
Zahnteilungen



- Für weiche Werkstoffe oder bei langen Schnittfugen verwendet man Sägeblätter mit grober Zahnteilung zur besseren Spanabfuhr aus dem Werkstück.

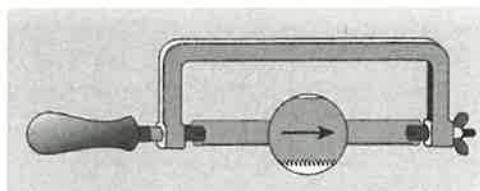


- Für harte Werkstoffe oder bei kurzen Schnittfugen verwendet man Sägeblätter mit mittlerer Zahnteilung.



- Für dünne Bleche und dünnwandige Rohre und Profile verwendet man Sägeblätter mit feiner Zahnteilung.

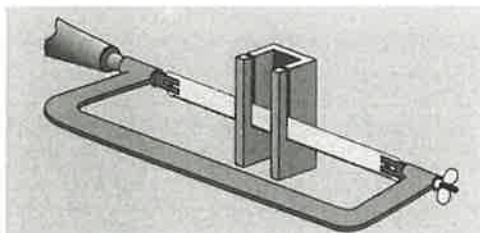
**Einspannen des Sägeblattes**



**3.3 Einspannen eines Sägeblattes**

Da mit der Bügelsäge nur auf Stoß gearbeitet wird, ist das Sägeblatt so einzuspannen, daß die Zähne in Stoßrichtung (nach vorne) zeigen. Mit der Spannmutter des Spannklobens wird das Sägeblatt über die Haltestifte gespannt.

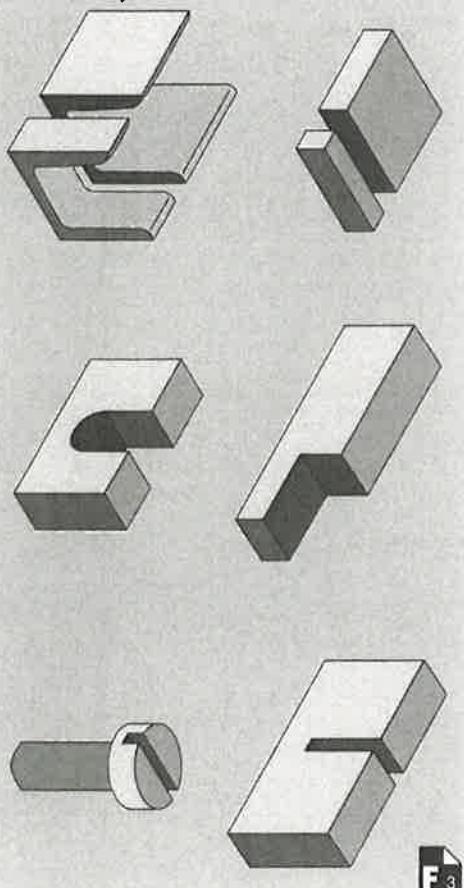
**Umspannen des Sägeblattes**



Bei tiefen Schnitten kann das Sägeblatt im rechten Winkel zum Bügel gespannt werden.

Sägeblatt zur Verminderung der Reibung mit Öl schmieren.

**Sägeschnittarten**



Man unterscheidet:

**Absägen**

**Aussägen**

**Schlitzen (Einsägen)**

**Zahnformen**

Bogenzähne Zahnlücken Winkelzähne F<sub>4</sub>

### 3.4 Zahnformen

Grundsätzlich unterscheidet man zwei Zahnformen: **Winkelzähne** und **Bogenzähne**. Beide Zahnformen werden bei Hand- und Maschinensägeblättern verwendet. Die Wahl der vorteilhaftesten Zahnform ist abhängig von dem zu bearbeitenden Werkstoff. Bogenzähne erreichen eine höhere Schnittleistung und können größere Kräfte aufnehmen als Winkelzähne.

**Spanbildung**

F<sub>4</sub>

### 3.5 Spanbildung

Die Zähne des Sägeblattes sind so angeordnet, daß die Säge nur in einer Richtung schneidet.

Beim Sägen kommen die Schneidezähne nacheinander zum Eingriff. Sie heben kleine Späne ab und führen diese in Zahnlücken aus der Schnittfuge heraus.

**Winkel am Sägezahn**

F<sub>4</sub>

### Winkel an den Sägezähnen

Die Winkel an den Sägezähnen sind für die Bearbeitung aller Metalle gleich.

Es bedeuten:

- α = Freiwinkel ( $40^\circ$ ) (Alpha)
- β = Keilwinkel ( $45^\circ$ ) (Beta)
- γ = Spanwinkel ( $5^\circ$ ) (Gamma)

**Zahnteilung**

F<sub>5</sub>

### 3.6 Zahnteilung

Je nachdem, ob der zu bearbeitende Werkstoff weich oder hart, die Schnittfuge kurz oder lang ist, wählt man Sägeblätter mit:

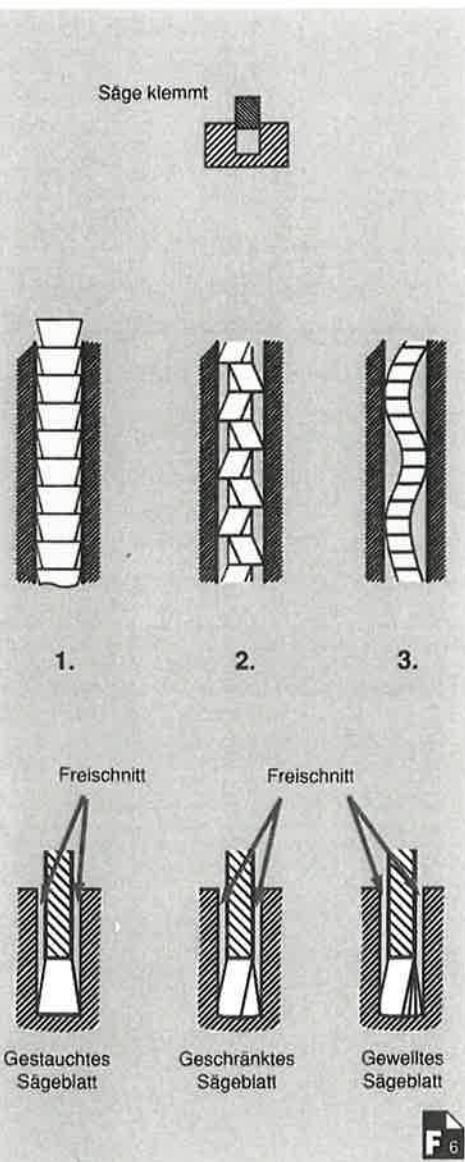
- grober,
- mittlerer oder
- feiner Zahnteilung.

Unter der Zahnteilung (t) versteht man den Abstand von Zahn zu Zahn. Sie wird immer in Millimeter angegeben.

Die Zähnezahl wird auf 25 mm Sägeblattlänge bezogen.

### 3.7 Sägeblattarten

#### Sägeblattarten



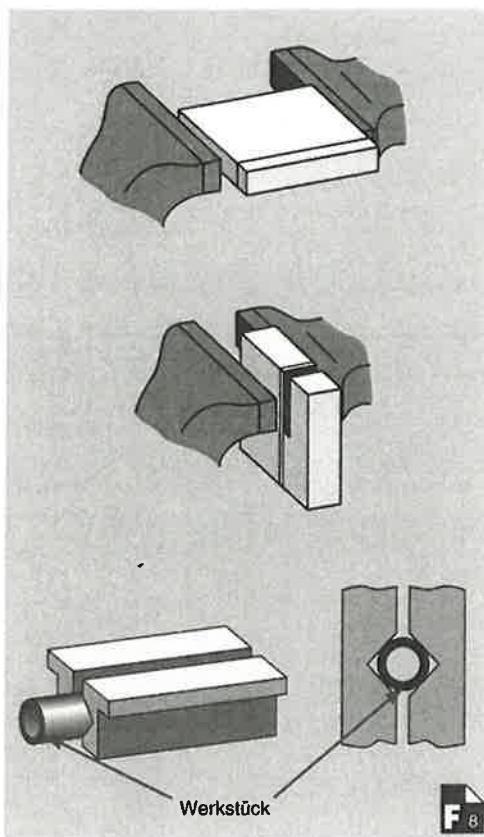
Um beim tieferen Eindringen des Sägeblattes in den Werkstoff ein Festklemmen zu verhindern, werden die Sägeblätter so ausgeführt und ausgebildet, daß sie sich selbst freischneiden.

Wir unterscheiden folgende Arten von Sägeblättern:

1. Sägeblätter mit gestauchten Zähnen
2. Sägeblätter mit geschränkten Zähnen
3. Sägeblätter mit gewellten Zähnen

#### 4.2 Spannen des Werkstückes

##### Einspannen von Werkstücken



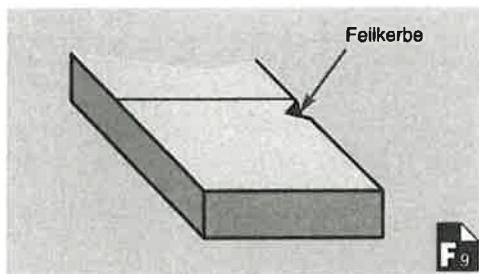
Beim Einspannen des Werkstückes zum Sägen sind entscheidend:

- ▶ festes Einspannen, möglichst nahe an der Schnittstelle,
  - ▶ gute Sicht des Anrisses,
  - ▶ Lage des verlangten Sägeschnittes;
- längere Schnitte erfordern ein Nachspannen des Werkstückes.

Runde Werkstücke - Rundstahl, Rohre - in Prismenbacken spannen, um Verformungen zu vermeiden.

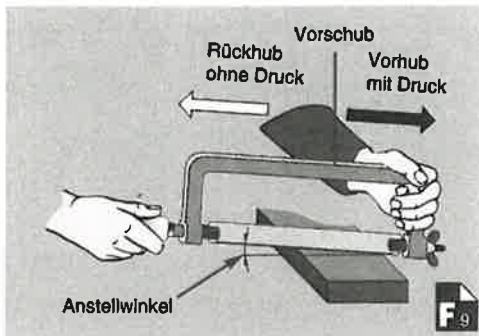
#### 4.3 Anfeilen und Ansägen

##### Anfeilen



Zur besseren Führung des Sägeblattes beim Ansägen Führungskerbe mit der Dreikantfeile dicht neben der Anreißlinie in das "Abfallstück" feilen.

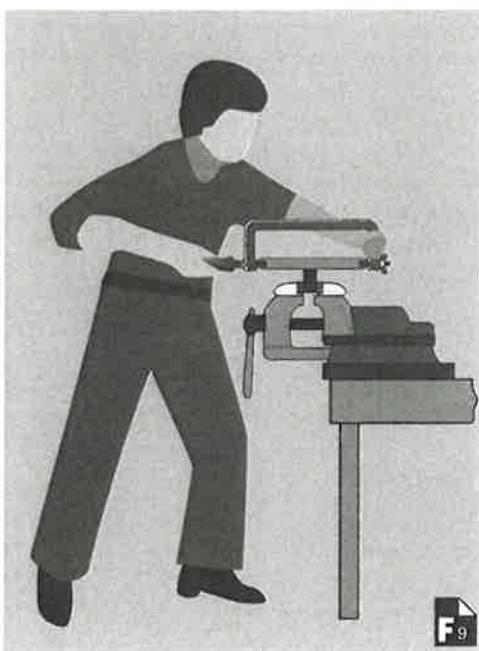
##### Anstellwinkel



Die Anreißlinie muß sichtbar bleiben. Mit kleinem Anstellwinkel und geringem Druck ansägen, damit die Säge nicht seitlich abrutscht.

Bei voller Führung des Sägeblattes Schnittdruck verstärken und gesamte Sägeblattlänge ausnutzen.

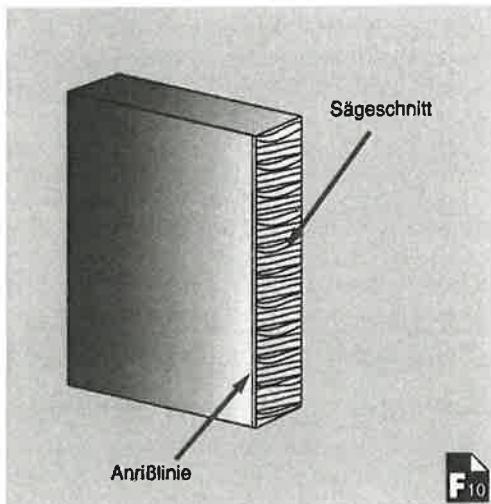
##### Sägehaltung



Beim Sägen mit der Bügelsäge erfolgt die Bewegung aus den Armen heraus und wird durch eine entsprechende Körperbewegung unterstützt. Damit die Bewegungen frei und unbehindert sind, ist auf richtigen Abstand zum Werkstück zu achten.

#### 4.4 Bearbeitungszugabe

**Bearbeitungszugabe**



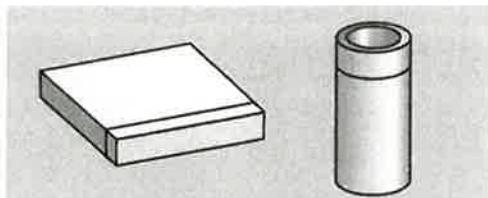
Muß das Werkstück nach dem Sägen noch weiter bearbeitet werden, z.B. durch Feilen, so ist eine Bearbeitungszugabe von ca. 1 mm beim Sägeschnitt zu berücksichtigen. Nach dem Sägen muß der Anriß noch sichtbar sein!

##### Hinweis

Zur Erzielung einer freien und unbehinderten Bewegung sowie einer günstigen Schnittleistung müssen folgende Punkte beachtet werden:

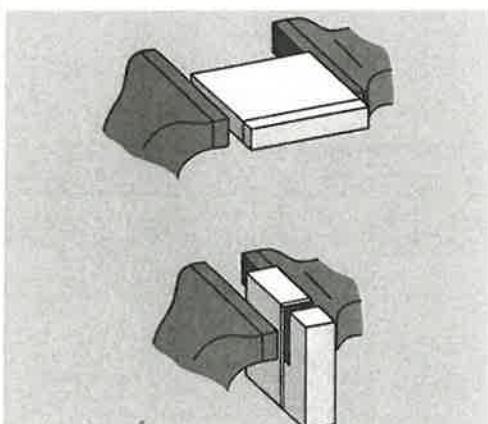
- ▶ richtige Stellung zum Werkstück einnehmen
- ▶ die Säge geradlinig führen und nicht verkanten
- ▶ in Schnittrichtung gleichmäßig drücken bei zu leichtem Druck rutscht die Säge, bei zu starkem Druck brechen die Zähne aus
- ▶ beim Zurückführen der Säge nicht drücken und nicht abheben, da das Sägeblatt sonst beschädigt wird.
- ▶ Da nach dem Sägen der Anriß sichtbar sein muß, werden bei Maßangaben generell nur + Toleranzen eingetragen.  
z.B. 70 + 1

#### 4.5 Arbeitstechnik

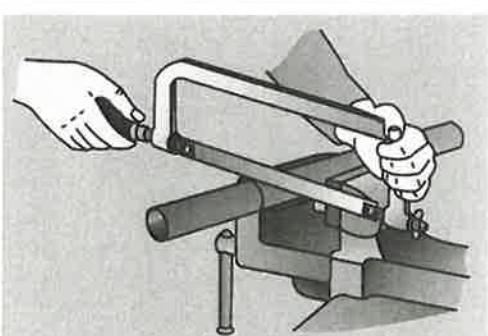


Werkstück ggf. mit Bearbeitungszugabe anreißen

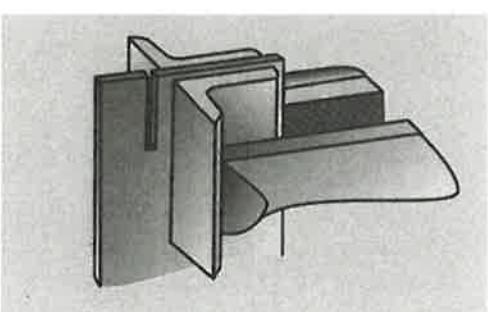
- Rundstähle und Rohre rundum anreißen



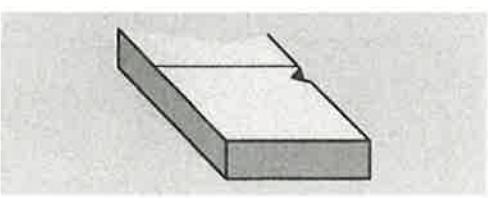
Werkstück unter Beachtung der Schnittlänge, senkrecht bzw. waagerecht, möglichst nah an der Schnittstelle fest in den Schraubstock einspannen.



- Rundstahl oder Rohre in Prismenbacken spannen oder die unter den Schraubstockbacken befindlichen Rohrspannbacken benutzen.



- Dünne bzw. lange Bleche zwischen Winkelstähle spannen. So wird ein Federn beim Sägen verhindert.



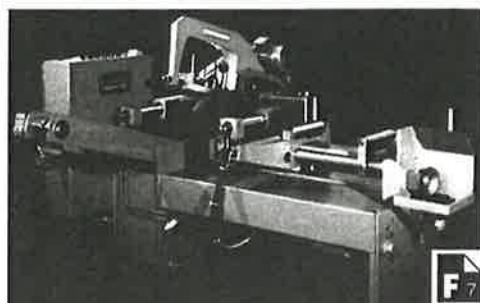
Zur besseren Führung des Sägeblattes beim Ansägen Führungskerbe mit der Dreikantfeile dicht neben der Anreißlinie in das "Abfallstück" feilen.

## 4. Metallsägen



### 4.1 Maschinensägen

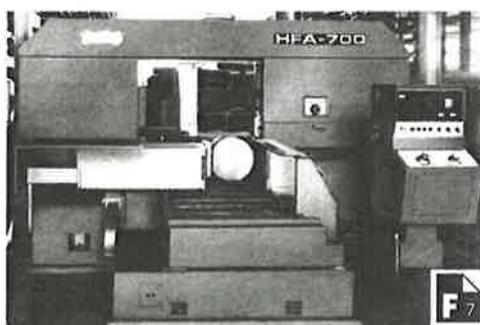
Maschinenbügelsäge



Maschinenbügelsäge

Zum Ablängen von Rohren und Profilen wird die Maschinenbügelsäge eingesetzt. Die Schnittbewegung, die der Handbügelsäge entspricht, bewirkt ein maschinell getriebener Kabelfuß.

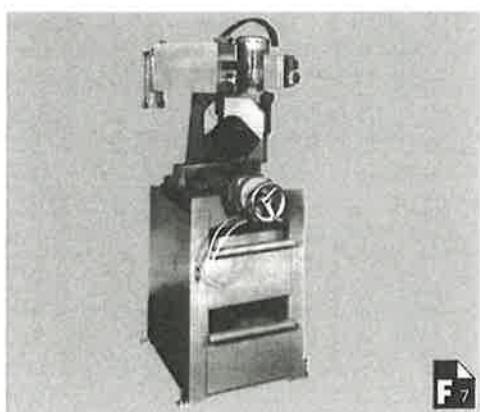
Bandsäge



Bandsäge

Bei der Bandsäge wird die geradlinige Schnittbewegung durch ein endloses Sägeblatt ausgeführt, das, über maschinengetriebene Umlenkrollen gespannt, den Schnitt in einem Hub, also ununterbrochen, ausführt. Benutzt wird die Bandsäge zum Trennen von Blechen und dünnen Werkstücken.

Kreissäge



Kreissäge

Das Kreissägeblatt führt eine kreisförmige ununterbrochene Schnittbewegung aus. Maschinenkreissägen haben wegen ihrer hohen Drehfrequenzen große Zerspanungsleistungen. Sie werden daher zum Trennen großer Querschnitte in der Serienfertigung eingesetzt.

### 3. Allgemeine Grundlagen

#### 3.1 Bohrmaschinen

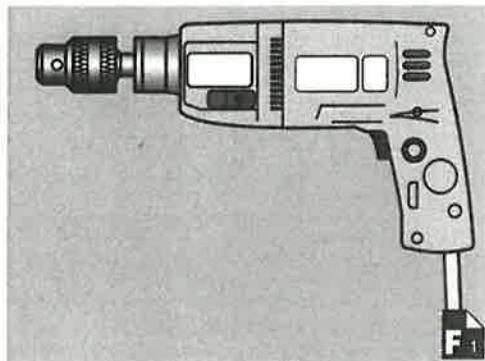
Zum Bohren gibt es verschiedene Bohrmaschinen. Die Auswahl der geeigneten Bohrmaschinen richtet sich im wesentlichen nach der

- ▶ Größe der Bohrung
- ▶ Form des Werkstückes und
- ▶ Lage des Werkstückes

**Wir unterscheiden:**

#### 1. Elektrische Handbohrmaschine

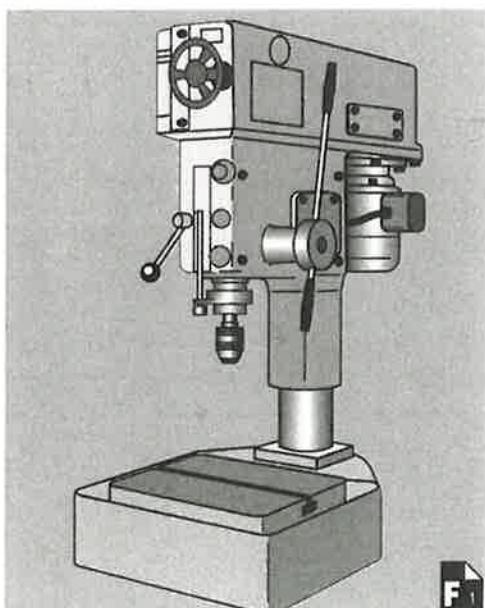
Elektr. Handbohrmaschine



Zum Bohren von Löchern bei Installationen und Montage

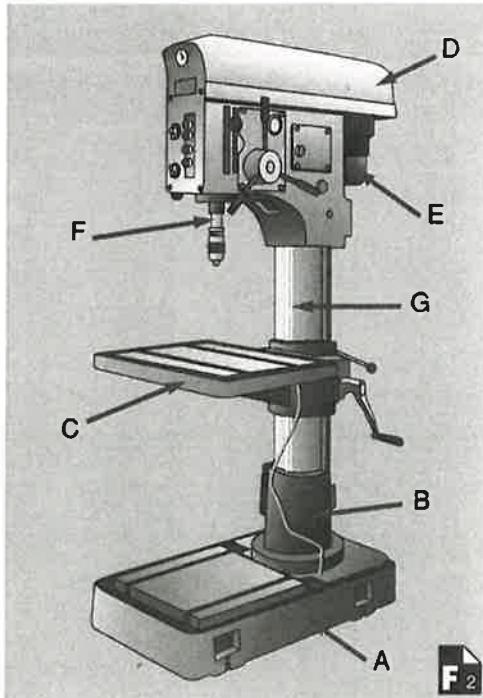
#### 2. Tischbohrmaschine

Tischbohrmaschine



Zum Bohren von kleineren Bohrungen (bis 13mm)

Säulenbohrmaschine



### 3. Säulenbohrmaschine

Zum Bohren von kleinen und größeren Löchern (auch über 13mm).

Die Säulenbohrmaschine besteht aus folgenden Hauptteilen:

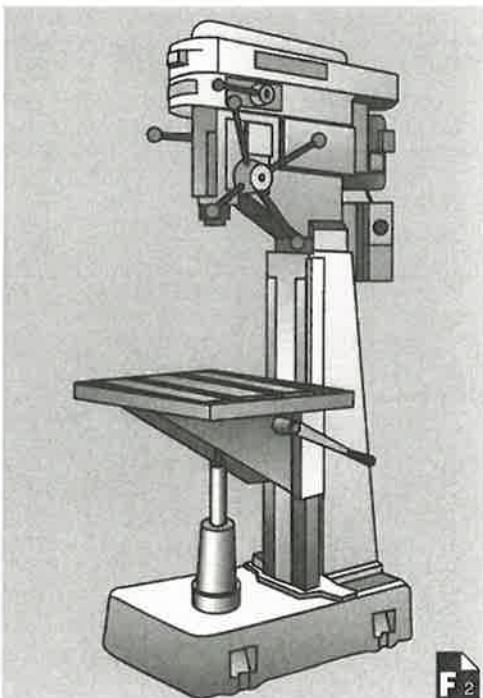
- A. Fuß
- B. Ständer
- C. Bohrtisch
- D. Getriebe
- E. Motor
- F. Bohrspindel
- G. Säule

### 4. Ständerbohrmaschine

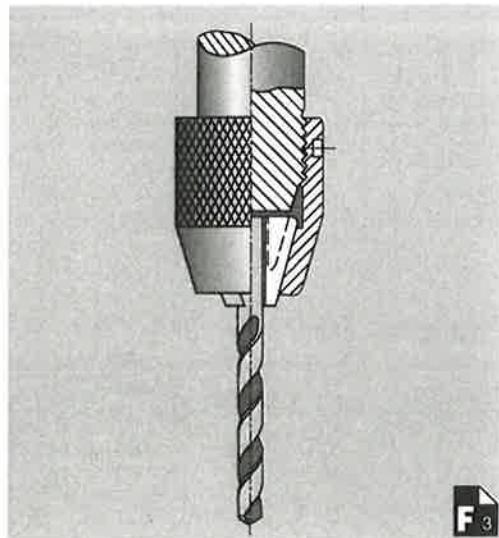
Zum Bohren von großen und maßgenauen Löchern.

Der Bohrtisch ist nicht schwenkbar, da er eine zusätzliche Abstützung besitzt.

Ständerbohrmaschine



Bohrfutter



### 3.2 Spannen der Werkzeuge/Werkstücke

#### Spannen der Bohrwerkzeuge

Je nach der Form des Bohrerschaftes wird der Bohrer ins Bohrfutter gespannt oder direkt von der Bohrspindel aufgenommen.

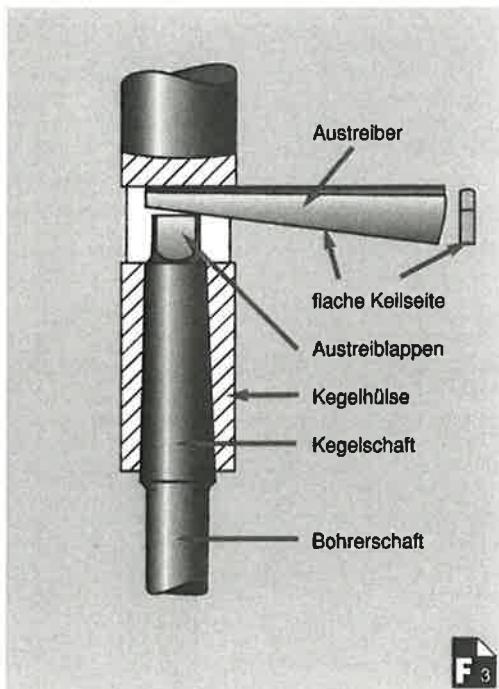
#### Spannen ins Bohrfutter (zylindrischer Bohrerschaft)

Das Bohrfutter wird von Hand so weit geöffnet, daß der Bohrerschaft von unten eingeführt werden kann.

Der Bohrer wird anschließend so fest eingespannt, daß er sich im Futter nicht mehr drehen kann.

Vor dem Einspannen ist darauf zu achten, daß der Bohrerschaft unbeschädigt und sauber ist.

Innenkegel



#### Aufnahme des Bohrers in die Bohrspindel

Kleinere Kegel (Morsekegel) der Bohrer müssen durch Aufstecken entsprechender Hülsen (Reduzierhülsen) dem Innenkegel der Bohrspindel angepaßt werden.

Die Kraftübertragung von der Bohrspindel auf den Bohrer erfolgt durch Reibschlüß im Kegel.

Der Austreibblappen am Ende des Bohrers dient zum Schutz des Kegels vor Beschädigung durch den Austreiber.

Er hat nicht die Aufgabe, Kraft zu übertragen!

Hülse und Bohrspindel haben einen Durchbruch. Er dient zur Aufnahme des Austreibers.

Zum Lösen des Bohrers aus der Spindel oder Hülse ist ein passender Austreiber zu verwenden.

Vor dem Einspannen des Bohrers in die Spindel ist darauf zu achten, daß Innen- und Außenkegel unbeschädigt, schmutz- und fettfrei sind.

**3.3 Drehzahl, Schnittgeschwindigkeit,  
Vorschub**

Einstellen der Umdrehungsfrequenz (Drehzahl)

Die Drehzahl ist abhängig vom:

- Durchmesser des Bohrers
- Werkstoff des Bohrers
- Werkstoff des Werkstückes

Die Drehfrequenz des Bohrers lässt sich über die Schnittgeschwindigkeit errechnen.

Die Schnittgeschwindigkeit ist von der Zerspanungseignung des Werkstoffs und der Warmstandsfestigkeit der Bohrschneide abhängig.

Die Schnittgeschwindigkeit wird angegeben in m/min.

**HSS = Hochleistungs-Schnellarbeitsstahl**

Die Schnittgeschwindigkeit wird nach folgender Formel berechnet:

$$v = \frac{d \cdot \pi \cdot n}{1000} \text{ m/min}$$

v = Schnittgeschwindigkeit

d = ø des Bohrers in mm

n = Drehzahl  $\text{min}^{-1}$

Durch Umstellung der Schnittgeschwindigkeitsformel lässt sich die Drehzahl wie folgt berechnen:

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

Berechnungsbeispiel:

**ges:** n =  $\text{min}^{-1}$

**geg:** v = 20 m/min

d = 15 mm

$$\text{Formel: } n = \frac{20 \cdot 1000}{15 \cdot \pi} = \underline{\underline{424 \text{ min}^{-1}}}$$



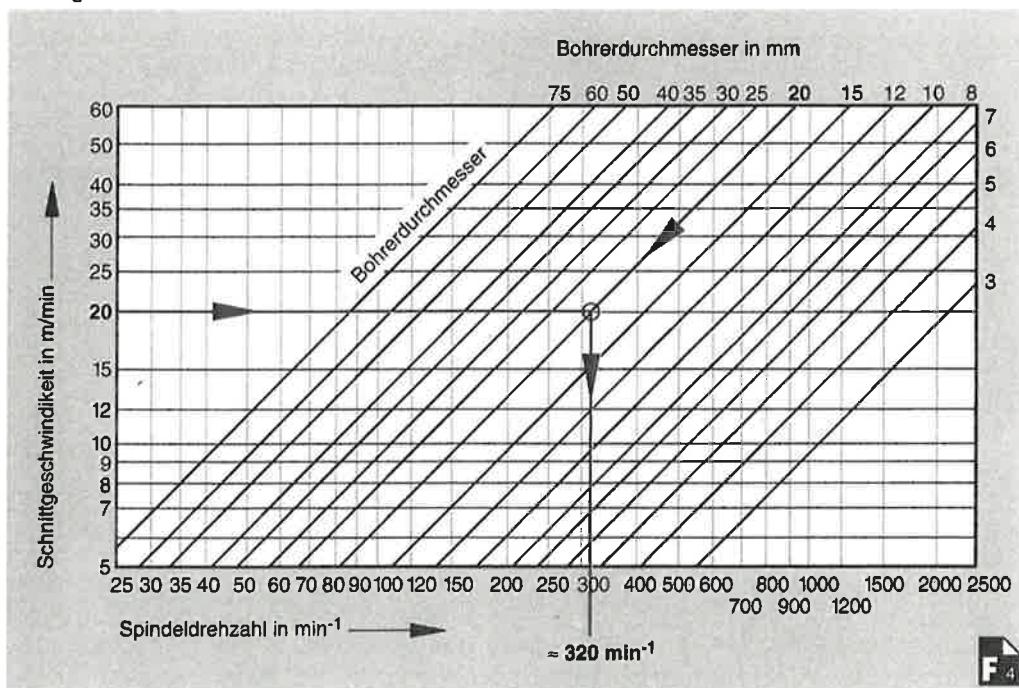
**Ablesebeispiel:**

**geg:**  $v = 20 \text{ m/min}$   
 $d = 20 \text{ mm}$

**ges:**  $n = \text{min}^{-1}$

**Formel:** abgelesene Drehzahl  
ca.  $320 \text{ min}^{-1}$

VD-Diagramm



Zur schnelleren Einstellung der Drehzahl sind die Bohrmaschinen mit einem VD-Diagramm ausgestattet.

Anhand des Boherdurchmessers und der vorgegebenen Schnittgeschwindigkeit lässt sich die Drehfrequenz am VD-Diagramm ablesen.

Ist die berechnete oder abgelesene Drehzahl an der Bohrmaschine nicht einstellbar, dann muß die nächst kleinere Drehzahl gewählt werden.

**Auswahl des Vorschubs**

Außer der Schnittgeschwindigkeit muß beim Bohren auch der Vorschub berücksichtigt werden.

Der Vorschub ist die manuelle oder maschinelle Vorwärtsbewegung des Bohrers in das Werkstück.

Man bemäßt ihn in mm pro Umdrehung.

Für eine - in etwa - Bestimmung des Bohrvorschubs kann gelten:

Weiche Werkstoffe: Vorschub  $\approx 0,02 \times$  Boherdurchmesser

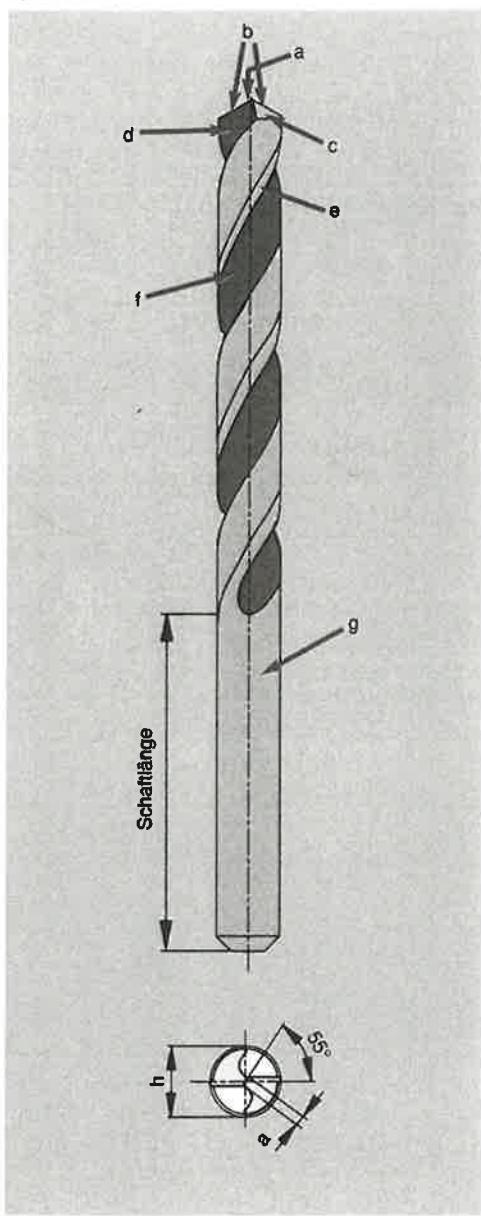
Harte Werkstoffe: Vorschub  $\approx 0,01 \times$  Boherdurchmesser

## 4. Bohren, Senken, Reiben

### 4.1 Bohren

Mit dem Bohrwerkzeug (Bohrer) werden kreisförmige Löcher hergestellt.

Spiralbohrer



#### 4.1.1 Aufbau eines Spiralbohrers

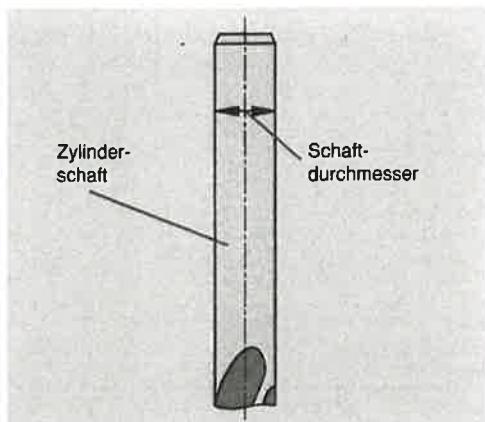
Der Spiralbohrer besteht aus:

- a. Querschneide
- b. Hauptschneiden
- c. Freiflächen
- d. Spanfläche
- e. Fasen (mit Nebenschneide)
- f. Spannut
- g. Zylindrischer Schaf
- h. Boherdurchmesser

Die Bohrerspitze hat einen kegelförmigen Anschliff. Die beiden Hauptschneiden bilden den Spitzewinkel. Durch den Hinterschliff der Hauptschneiden wird der Freiwinkel erzielt.

Im Bereich des Bohrerkerns entsteht die Querschneide ( $55^\circ$  zur Hauptschneide). Sie mahlt, aber schneidet nicht.

**Zylinderschaft**



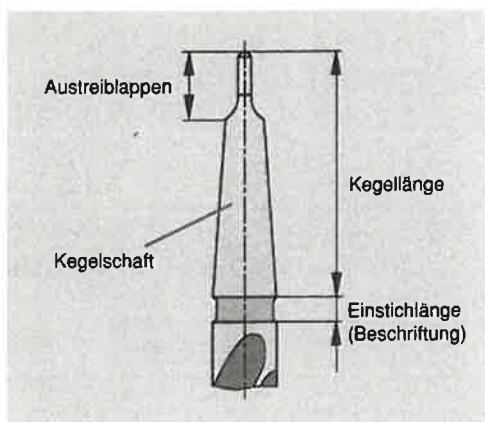
**Schaftausführungen**

**1. Zylindrischer Bohrschaft**

Bohrer bis  $\varnothing$  13 mm haben in der Regel einen zylindrischen Schaft.

Sie lassen sich deshalb im Bohrfutter schnell ein- und ausspannen.

**Kegelschaft**

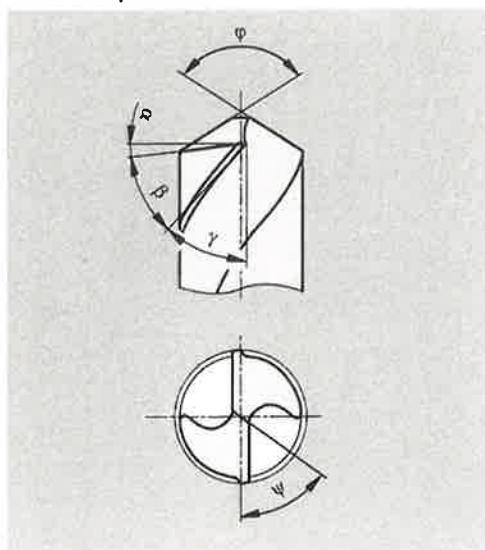


**2. Kegeliger Bohrschaft**

Bohrer über 13 mm haben im allgemeinen einen kegeligen Schaft.

Durch die Kegelhaftung (Reibschluß) erreicht man eine Kraft-Mitnahme und einen guten Rundlauf des Bohrers.

**Winkel am Spiralbohrer**



**Winkel am Spiralbohrer**

Der Spiralbohrer besitzt einen kegelförmigen Anschliff mit einem Spitzenwinkel für Stahl von  $118^\circ$ .

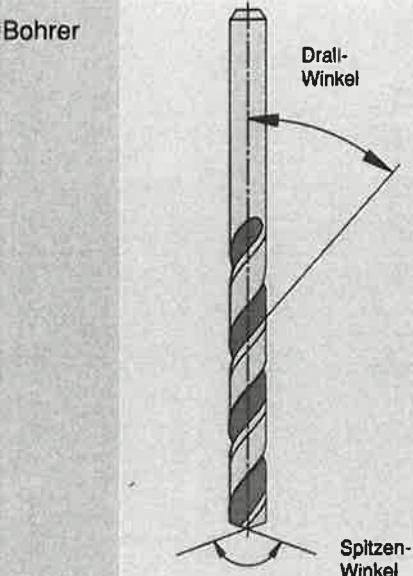
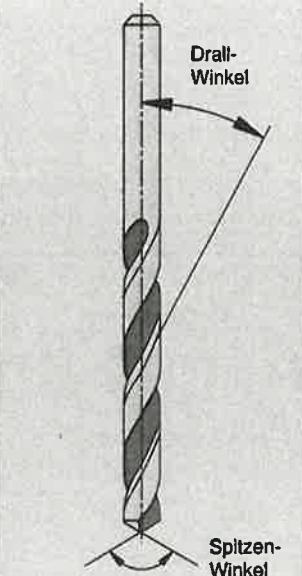
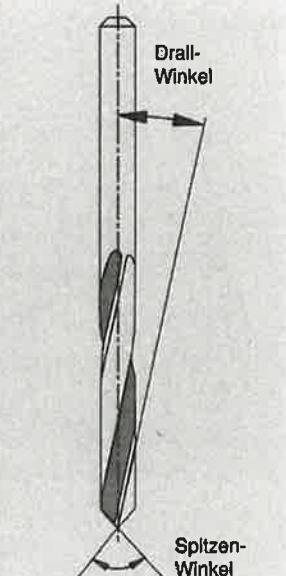
Es bedeuten:

- $\varphi$  (Sigma) = Spitzenwinkel
- $\alpha$  (Alpha) = Seitenfreiwinkel
- $\beta$  (Beta) = Keilwinkel
- $\gamma$  (Gamma) = Spanwinkel
- $\psi$  (PSI) = Querschneidewinkel

#### 4.1.2 Spiralbohrer für verschiedene Werkstoffe

Wir unterscheiden für die Bearbeitung unterschiedlicher Werkstoffe folgende Bohrertypen (DIN 1414).

Bohrer für verschiedene Werkstoffe

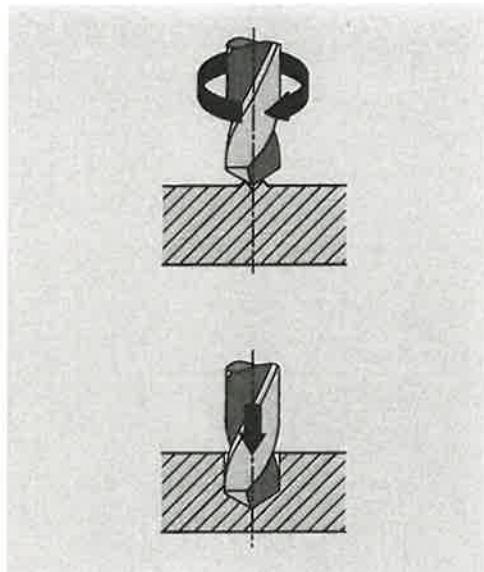
Bohrer			
Werkstoff	<b>Typ W</b> für weiche Werkstoffe z.B. Aluminium, Kupfer	<b>Typ N</b> für normale Werkstoffe z.B. Baustähle, Gußeisen	<b>Typ H</b> für harte und spröde Werkstoffe z.B. Messing, Guß
Drall-Winkel	35° - 40°	16° - 30°	10° - 13°
Spitzen-Winkel	140°	118° / 130° - 140°	80° / 118° / 140°



In der Regel werden Bohrer aus Schnellarbeitsstahl (SS-Stahl) oder Hochleistungs-Schnellarbeitsstahl (HSS-Stahl) hergestellt.

Bei Sonderausführung werden die Schneiden der Bohrer mit Hartmetall bestückt (sehr hohe Schnittleistung).

**Hauptbewegungen**



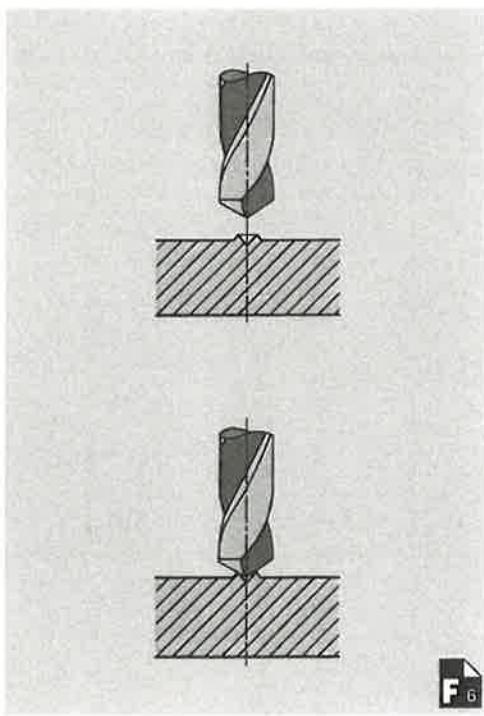
**4.1.3 Hauptbewegungen**

Beim Bohren unterscheiden wir zwei Hauptbewegungen:

1. Die Drehbewegungen des Bohrers.

2. Die Verschubbewegung des Bohrers. Sie ist die Bewegung des Bohrers in das Werkstück.

**Anbohren**



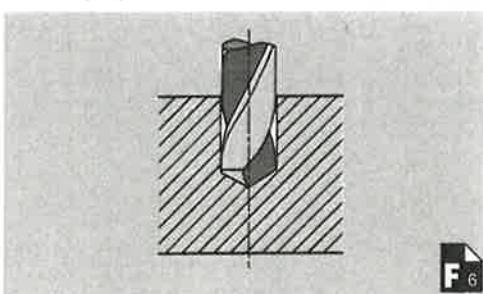
**Anbohren**

Damit der Bohrer beim Anbohren nicht verläuft, muß das Werkstück vor dem Bohren gekörnt werden. Die Körnung gibt dem Bohrer die erste Führung. Sie muß größer sein als die Querschneide des Bohrers (Bohrkörner 90°)

Beim Anbohren muß die Bohrerachse mit der Körnungsmitte übereinstimmen (fluchten).

Nach dem Anbohren ist die Lage der Bohrung zu kontrollieren.

**Bohrvorgang**



**Bohren**

Nach dem Anbohren ist mit gleichmäßigem Bohrdruck (Vorschub) weiterzubohren und mit einem geeigneten Kühlsmiermittel zu kühlen und schmieren!

Um längere Späne zu vermeiden, ist der Vorschub mehrmals zu unterbrechen.

Lange Späne führen zur Verletzungsgefahr

**Merksatz**

► zu kleiner Vorschub:

**Bohrer schabt und wird zu schnell stumpf**

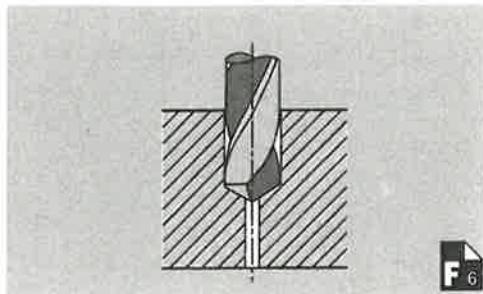
► zu großer Vorschub:

**Es entsteht eine zu große Schnittkraft, wodurch der Bohrer verlaufen, verbiegen oder brechen kann.**

Beim Austritt des Bohrers aus dem Werkstück ist der Vorschub zu verringern.

Dadurch wird ein Einhaken des Bohrers verhindert.

**Aufbohren**



**Aufbohren**

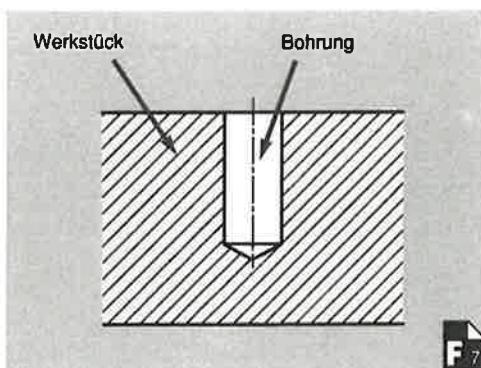
Zur Verminderung der Vorschubkraft werden größere Bohrungen (ab 10 mm) zuerst vorgebohrt und dann aufgebohrt. Der Bohrerdurchmesser zum Vorbohren muß etwas größer als die Querschneide des Fertigbohrers gewählt werden.

#### 4.1.4 Grundlöcher

##### Der Begriff Grundloch

Unter Grundlöcher verstehen wir Bohrungen, die nur bis zu einer bestimmten Tiefe in das Werkstück gebohrt werden.

Grundloch



Muß eine Bohrung ein bestimmtes Tiefenmaß besitzen, so wird die Bohrtiefe wie folgt berechnet:

$$L = l + l_a$$

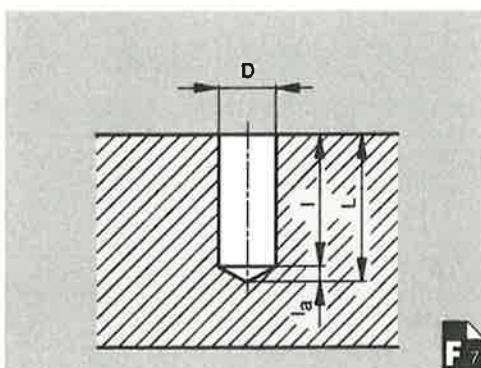
$L$  = Bohrtiefe

$l$  = Bohrlochtiefe

$l_a$  = Bohrerspitze

Die Tiefe der Bohrerspitze ( $l_a$ ) beträgt  $0,3 \times D$ .

Grundlochabmessungen



Beispiel:

Geforderte Bohrlochtiefe 14 mm.  
Bohrdurchmesser  $\varnothing$  5 mm.

$$\begin{aligned} L &= l + l_a \\ &= 14 + 0,3 \cdot 5 \text{ mm} \\ &= 15,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

#### 4.1.5 Arbeitstechnik



##### 1. Werkstück einspannen

Das angerissene und gekörnte Werkstück waagerecht und fest in den Maschinen-schraubstock einspannen. Unterlagen be-nutzen und Schraubstock gegen Herum-schlagen sichern.



##### 2. Bohrmaschine einrichten

Bohrtischhöhe einstellen. Umdrehungs-frequenz und Vorschub ermitteln und ein-stellen. Bohrer/Senker oder Reibahle ein-spannen. Werkstück zur Bohrermittelachse ausrichten. Ggf. Kühl- und Schmiermittel-versorgung sicherstellen.



##### 3. Persönliche Schutzausrüstung prüfen

Beachte hierzu Seite 28:  
"Allgemeine Hinweise zur Arbeitssicherheit"



##### 4. Werkstück bohren, senken oder reiben

Bohrmaschine einschalten. Arbeitsvorgang durchführen. Nach Beendigung des Arbeits-ganges Bohrmaschine abschalten, Werk-stück ausspannen und Bohrmaschine säu-bern. Hinweise zum Umweltschutz beachten. Bohrungen mit dem Handentgrater oder Senker entgraten.

#### 4.2 Senken

**Entgrater**



F<sub>8</sub>

Senker sind Bohrwerkzeuge, die in verschiedenen Ausführungen hergestellt werden.

Die Auswahl richtet sich nach der auszuführenden Arbeit.

Heute werden Senker überwiegend aus Schnellarbeitsstahl (SS-Stahl) oder aus Hochleistungsstahl (HSS-Stahl) hergestellt. Schnellarbeitsstähle sind hochlegierte Stähle.

**Kegelsenker**



F<sub>9</sub>

Zum Ansenken für z.B. Senkschrauben.

**Flachsenker**



F<sub>8</sub>

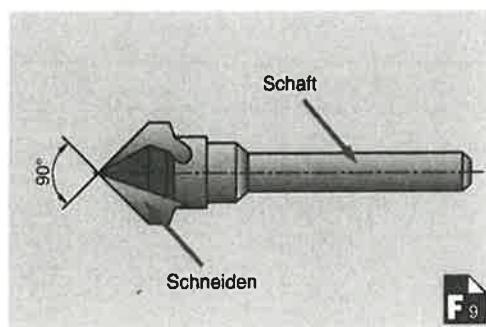
Zum Ansenken für z.B. Innensechskantschrauben.

#### 4.2.1 Aufbau von Kegel- und Flachsenkern

##### Kegelsenker

Kegelsenker werden zum Entgraten von Bohrungen und zum Herstellen von kegelförmigen Schrauben- oder Nietkopfsenkungen verwendet.

Aufbau - Kegelsenker



Kegelsenker werden wie folgt bezeichnet:

##### Beispiel:

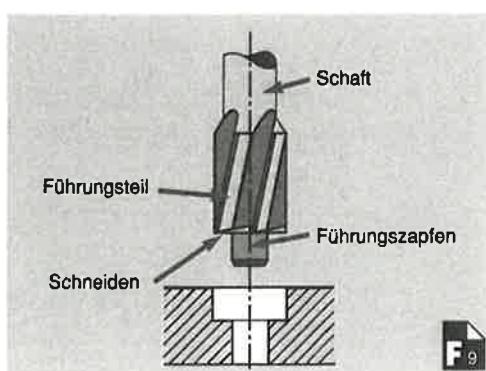
Kegelsenker A = 90° x 12,5 DIN 335  
A = zylindrischer Schaft  
90° = 90° Spitzenwinkel  
12,5 = ø 12,5 mm

Zum Entgraten und Senken von Bohrungen für Schraubenköpfe verwendet man den 90° Senker.

##### Flachsenker mit Führungszapfen

Flachsenker werden zum Herstellen von zylindrischen Schraubensenkungen an Bohrungen verwendet.

Aufbau - Flachsenker



Flachsenker werden wie folgt bezeichnet:

##### Beispiel:

Flachsenker 15 x 9 DIN 973  
15 = ø des Führungsteils  
9 = ø des Führungszapfens

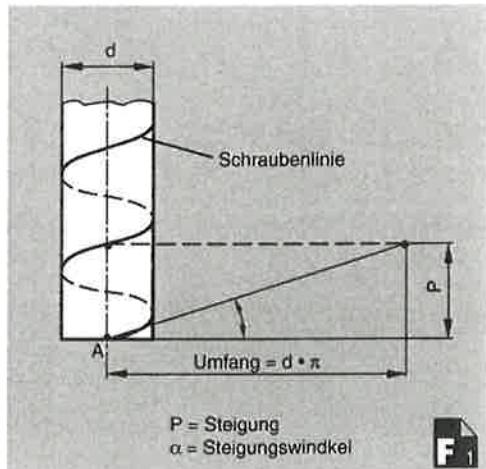
**4.4 Allgemeine Hinweise zur Arbeitssicherheit**

- Niemals Schaltungen an unbekannten Maschinen vornehmen!
- Schutzvorrichtungen an Maschinen dürfen nicht entfernt werden!
- Werkzeug und Werkstück stets fest einspannen und gegen Herumschlagen sichern!
- Niemals bei laufender Maschine Messungen am Werkstück durchführen!
- Späne sind nur mit Hilfe eines Handfegers oder Pinsels zu entfernen und nur an stillstehender Maschine!
- Bei sämtlichen Maschinenarbeiten ist enganliegende Kleidung sowie ein Haarnetz zu tragen!
- Bei kurzspanenden Werkstoffen ist das Tragen einer Schutzbrille notwendig!
- Das Tragen von Ringen, Ketten, Armbändern und Armbanduhren ist verboten!
- Ölklecke am Arbeitsplatz sind umgehend zu beseitigen!

### 3. Allgemeine Grundlagen

#### 3.1 Gewindeaufbau

Schraubenlinie



#### Schraubenlinie

Wird ein Punkt auf der Mantelfläche eines sich drehenden Zylinders gleichmäßig axial bewegt, so entsteht eine wendelförmige Linie, die Schraubenlinie.

Der axiale Abstand bei einer Umdrehung des Zylinders wird als Steigung ( $P$ ) bezeichnet.

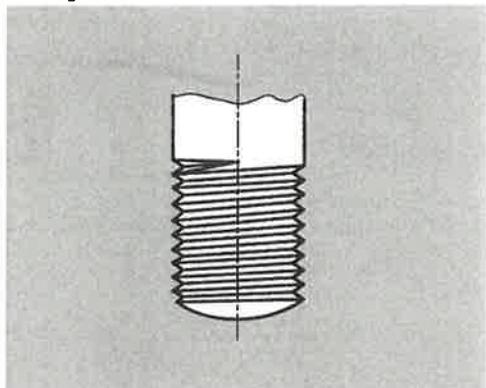
Der Steigungswinkel  $\alpha$  und die Steigung  $P$  sind voneinander abhängig.

► Je größer  $\alpha$ , desto größer  $P$ .

► Je kleiner  $\alpha$ , desto kleiner  $P$ .

Wird im Verlauf dieser Schraubenlinie eine Rille mit bestimmtem Profil in das Werkstück eingeschnitten, so erhalten wir ein Gewinde.

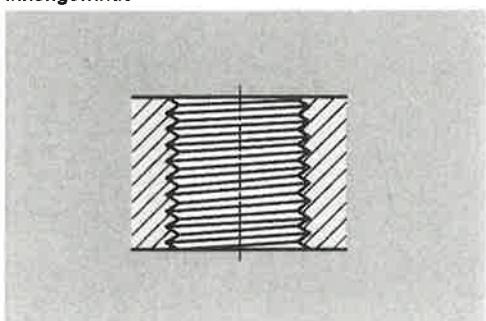
Außengewinde



#### Außengewinde

Arbeitet man das Profil in die Mantelfläche eines Bolzens ein, so erhält man ein Außen-gewinde.

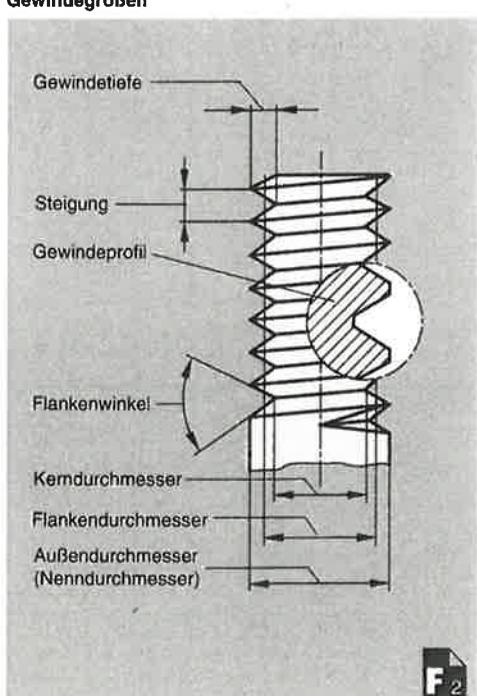
Innengewinde



#### Innengewinde

Arbeitet man das Profil in die Mantelfläche einer Bohrung ein, so erhält man ein Innen-gewinde.

### Gewindegrößen

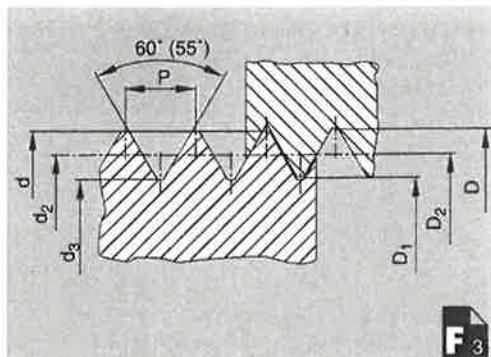


### 3.2 Bezeichnungen am Gewinde

Die wichtigsten Bezeichnungen am Gewinde sind:

- Nenndurchmesser: Ist der äußere Gewindedurchmesser
- Kerndurchmesser: Bei Außengewinde ist es der Durchmesser des noch vorhandenen Restquerschnittes. Bei Innengewinde entspricht er ungefähr dem Durchmesser des Bohrloches.
- Flankendurchmesser: Er liegt ungefähr in der Mitte zwischen dem Nenn- und Kerndurchmesser.
- Flankenwinkel: Als Flankenwinkel bezeichnet man den Winkel zwischen den Gewindeflanken.
- Steigung: Die Steigung ist der axiale Abstand von Gewindegang zu Gewindegang.
- Gewindetiefe: Sie gibt an, wie tief das Gewindeprofil in den Werkstoff hineinragt.
- Gewindeprofil: Es gibt die Form des Gewindes an.

Metrisches ISO-Gewinde



3.3 Bestimmungsgrößen am Gewinde

Die Gewindegroßen sind genormt und werden durch Kurzzeichen angegeben. Die Maßangaben sind aus Tabellen zu entnehmen.

Es werden die Maße des:

- Außengewindes mit kleinen Buchstaben, die des
- Innengewindes mit großen Buchstaben bezeichnet.

d = Nenndurchmesser des Bolzens

D = Nenndurchmesser der Mutter

$d_3$  = Kerndurchmesser des Bolzen

$D_1$  = Kerndurchmesser der Mutter

$d_2$  = Flankendurchmesser des Bolzens

$D_2$  = Flankendurchmesser der Mutter

P = Steigung

$60^\circ$  = Flankenwinkel (Metrisches ISO Gewinde)

$55^\circ$  = Flankenwinkel (Whitworth-Gewinde)

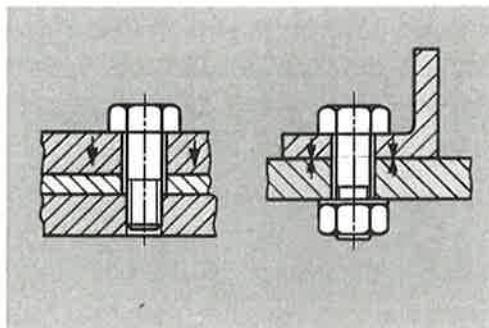
### 3.4 Einteilung der Gewinde

Gewinde werden nach vier Gesichtspunkten eingeteilt:

#### 1. Verwendungszweck

Hier unterscheiden wir Befestigungs- und Bewegungsgewinde.

Befestigungsgewinde



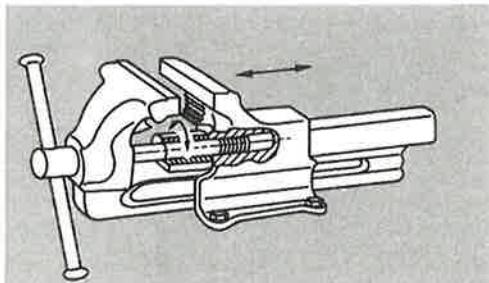
#### ► Befestigungsgewinde

sind in der Regel eingängige Spitzgewinde mit einem Flankenwinkel von  $60^\circ$  ( $55^\circ$ ) und einem Steigungswinkel von maximal  $5^\circ$ .

Befestigungsgewinde müssen kraftschlüssig so hohe Reibungskräfte erzeugen, daß ein selbständiges Lösen ausgeschlossen ist.

Erfüllt ein Befestigungsgewinde diese Bedingung, so wirkt es selbsthemmend.

Bewegungsgewinde

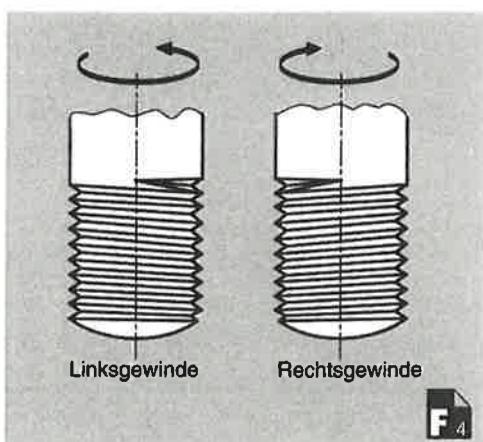


#### ► Bewegungsgewinde

dienen der Umwandlung von Drehbewegungen in geradlinige Bewegungen oder umgekehrt.

Bewegungsgewinde haben je nach Beanspruchung unterschiedliche Profile und können mehrgängig sein.

Gewindearten



## 2. Drehsinn

Wir unterscheiden:

- Rechtsgewinde und
- Linksgewinde

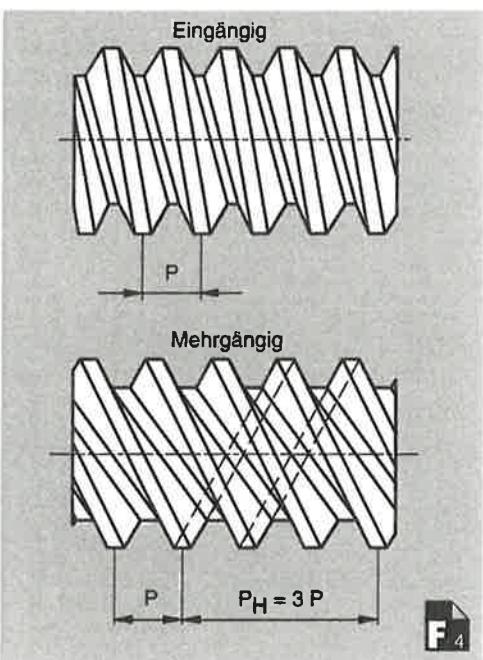
Hält man eine Schraube senkrecht, so steigen die Gewindegänge beim Rechtsgewinde nach rechts und beim Linksgewinde nach links an.

Normalerweise sind die Gewinde rechts-gängig.

Ein Linksgewinde wird nur dann verwendet, wenn sich ein Rechtsgewinde lösen würde, (z.B. Schleifscheibenbefestigung, Spannschloß, Fahrradpedale) oder bei Verwechs-lungsgefahr (Gasflaschen).

Die Gewindebezeichnung erhält den Zusatz LH (Left Hand) z.B. M 16-LH.

Gewindearten



## 3. Gangzahl

Wir unterscheiden:

- eingängige und
- mehrgängige Gewinde

Die Anzahl der Gewindegänge lässt sich an den Gewindeanfängen abzählen.

Die gebräuchlichsten Gewinde sind ein-gängig.

Beim zweigängigen Gewinde ist die Stei-gung das Zweifache der Steigung des ein-gängigen Gewindes, so daß bei geringer Drehung eine große axiale Bewegung er-reicht wird (Spindelpressen, Schnecken).

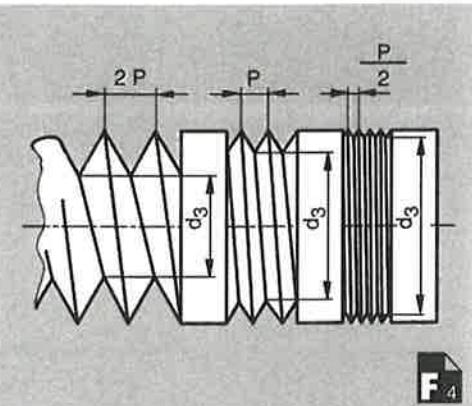
Die Anzahl der Gewindegänge errechnet sich aus dem Verhältnis:

$$\frac{P_H \text{ (Gangzahl = Steigung)}}{P \text{ (Steigung = Teilung)}}$$

Z. B. Tr 30 x 12 P6 bedeutet:

$$\frac{12\text{mm}}{6\text{mm}} = \underline{\underline{2-\text{gängig}}}$$

Steigung



Wachsende Steigung bewirkt bei gleichbleibendem Nenndurchmesser größere Gewindetiefe und kleineren Kerndurchmesser.

Regelgewinde werden durch das Profilkurzzeichen mit dem Nenndurchmesser eindeutig angegeben.

Die Kurzbezeichnung für ein Gewinde mit 20 mm Nenndurchmesser lautet z. B.:

► M 20

M = Metrisches Gewinde  
20 = 20 mm Nenndurchmesser

Feingewinde haben eine geringere Steigung als Regelgewinde. Die abweichende Steigung wird in der Gewindebezeichnung besonders erwähnt.

Die Kurzbezeichnung für ein Feingewinde lautet z.B.:

► M 20 x 2

M = Metrisches Feingewinde  
20 = 20 mm Nenndurchmesser  
2 = 2 mm Steigung

Feingewinde eignen sich als Befestigungsgewinde, weil die Schraubenbolzen größere Zugbelastung ertragen. Die geringere Gewindesteigung verhindert außerdem, daß sich die Verbindung von selbst löst.

Besonders günstig sind Feingewinde an dünnwandigen Rohren.

#### 4. Profil

Nach dem Gewindeprofil unterscheiden wir u.a.:

- Spitzgewinde
- Trapezgewinde
- Sägegewinde
- Rundgewinde

##### Spitzgewinde

Alle Spitzgewinde haben kleine Steigungswinkel und dienen als Befestigungsgewinde. Ihr Gewindeprofil ist dreieckig ausgeformt.

Wir unterscheiden:

- Metrische ISO-Gewinde

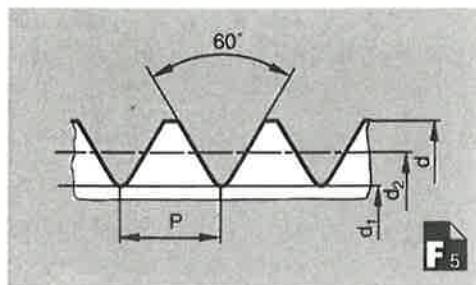
Sie werden als

- Regelgewinde und
- Feingewinde

hergestellt.

Nenndurchmesser  $d$ , Kerndurchmesser  $d_1$  und Flankendurchmesser  $d_2$  sowie Steigung  $P$  werden in mm angegeben. Der Flankenwinkel beträgt  $60^\circ$ .

Metrisches Gewinde



##### Whitworth-Gewinde

Außendurchmesser  $d$ , Kerndurchmesser  $d_1$  und Flankendurchmesser  $d_2$  werden in Zoll gemessen. Die Steigung  $P$  wird in Gang pro Zoll angegeben, der Flankenwinkel beträgt  $55^\circ$ .

Whitworth-Gewinde unterscheidet sich zwischen dem Rohrgewinde nach DIN/ISO 228 (Innen- und Außengewinde zylindrisch und im Gewinde nichtdichtend) und nach DIN 2999 (Innengewinde zylindrisch, Außengewinde kegelig, im Gewinde dichtend).

Die Kurzbezeichnung für ein Rohrgewinde G 3/4 und R 1/2 ist z. B.:

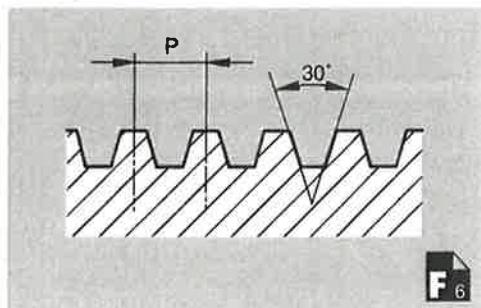
##### G 3/4

G = Gewindeart nach DIN/ISO 228  
3/4 = Außen- und Innendurchmesser in Zoll

##### R 1/2

R = Gewindeart nach DIN 2999  
1/2 = Außengewinde in Zoll

Trapezgewinde



► Trapezgewinde

sind in zwei Richtungen axial belastbar. Der Flankenwinkel beträgt  $30^\circ$ . Das Gewinde hat "Spitzenspiel", d.h. die Gewindegänge müssen am Kerndurchmesser und am Außendurchmesser des Bolzens "Spiel" haben.

Als Bewegungsgewinde ist es oft mehrgängig und stark belastbar.

Die Kurzbezeichnung für ein 30 mm Trapezgewinde lautet:

**Tr 30 x 6**

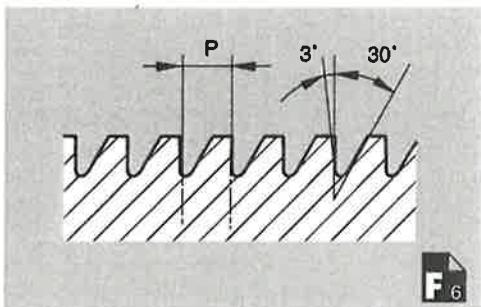
Tr = Trapezgewinde

30 = Nenndurchmesser 30 mm

6 = Steigung 6mm

Bevorzugter Einsatz in z.B. Spindelpresen.

Sägengewinde



► Sägengewinde

sind besonders für größere einseitig wirkende axiale Belastung geeignet. Die tragende Flankenseite steht annähernd senkrecht zur Schraubenachse. Das Gewinde zentriert sich am Außendurchmesser. Die starke Ausrundung der Gewindegänge am Bolzenkern vermindert die Kerbwirkung und erhöht so die Belastbarkeit.

Die Kurzbezeichnung für ein 24 mm Sägenwinde lautet:

**S 24 x 6**

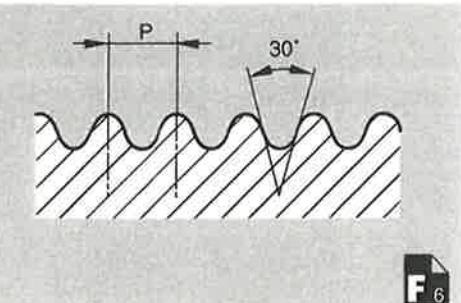
S = Sägengewinde

24 = Nenndurchmesser 24 mm

6 = Steigung 6mm

Bevorzugt eingesetzt für z.B. Spannzangen an Werkzeugmaschinen.

Rundgewinde



► Rundgewinde

sind unempfindlicher gegenüber Beschädigung und Verschmutzung. Daher wird es überwiegend für Armaturen, Schlauchverschraubungen, Eisenbahnkupplungen, Glühlampenfassungen usw. eingesetzt.

Die Kurzbezeichnung für ein Rundgewinde mit einem Nenndurchmesser von 30 mm lautet:

**Rd 30 x 1/8**

Rd = Rundgewinde

30 = Nenndurchmesser 30 mm

1/8 = Steigung 1/8 Zoll

**Merke**

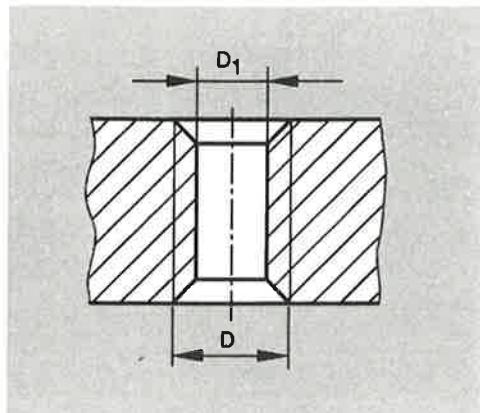
Trapez-, Sägen- und Rundgewinde werden als Bewegungsgewinde eingesetzt.

## 4. Manuelle Gewindeherstellung

Bei geringen Stückzahlen und kurzen Gewinden wird das Gewinde von Hand hergestellt.

### 4.1 Gewindebohren (Innengewinde)

Kernlochabmessungen



Kernlochabmessungen

Die Bohrung, die zum Einschneiden des Gewindes erforderlich ist, wird als Gewindekernloch ( $D_1$ ) bezeichnet.

Die Kernlochdurchmesser sind nach DIN 13 genormt.

Sie werden wie folgt ermittelt:

$$D_1 = D - P \text{ (mm)}$$

Beispiel:

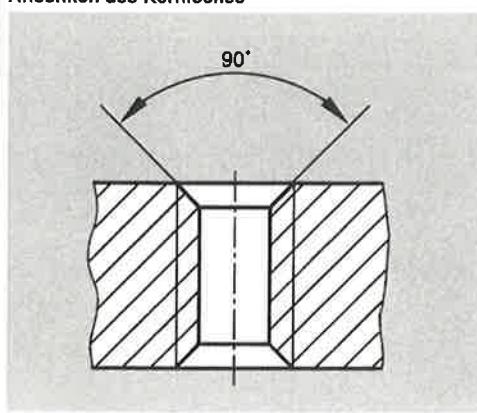
$$D = 10 \text{ mm}$$

$P = 1,5 \text{ mm}$  (lt. Tabellenbuch)

$$\begin{aligned} D_1 &= D - P \\ &= 10 \text{ mm} - 1,5 \text{ mm} \\ &= \underline{\underline{8,5 \text{ mm}}} \end{aligned}$$

Der Kernlochdurchmesser kann auch dem Tabellenbuch entnommen werden. Der Bohrerdurchmesser muß dem Kernlochdurchmesser entsprechen.

Ansenken des Kernloches

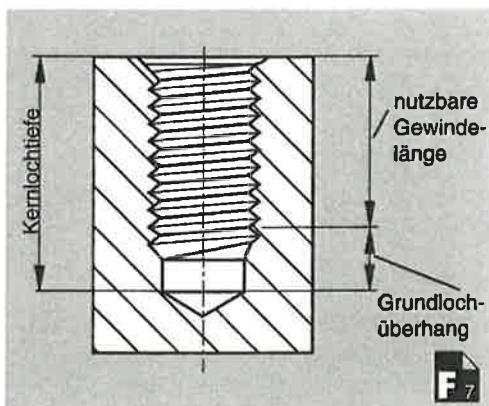


#### Merke

Kernlöcher müssen mindestens auf das Maß des Gewinde-Nennendurchmesser ( $D$ ) angehoben werden ( $90^\circ$ ). Dadurch ist das Anschneiden mit dem Gewindebohrer leichter und der erste und letzte Gewindegang wird nicht über die Werkstückoberfläche hinausgedrückt.

#### 4.1.1 Gewindebohren in Grundlöcher

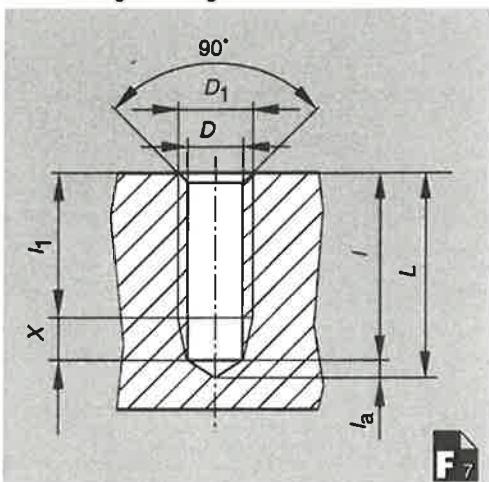
Gewindebohren in Grundlöcher



Die Gewinderillen des Satzgewindebohrers sind am Anschnitt nicht voll ausgeprägt.

Die Kernlochtiefe muß daher größer sein als die nutzbare Gewindelänge.

Bezeichnungen Innengewinde im Grundloch



$L$  = Bohrlochtiefe

$l$  = Kernlochtiefe

$l_1$  = Gewindetiefe

$l_a$  = Bohrerspitze, für Stahl =  $0,3 \times D$

$D_1$  = Nenndurchmesser des Gewindes

$D$  = Kerndurchmesser der Bohrung

$X$  = Gewindeauslauf =  $0,7 \times D$

► Die Bohrlochtiefe wird wie folgt berechnet:

$$L = l + l_a$$

**Beispiel:**

Ein M6 Innengewinde soll 7 mm tief in eine Stahlplatte geschnitten werden. Wie tief muß das Kernloch gebohrt werden?

geg.:  $D_1 = M6$

$D = 5 \text{ mm}$  (lt. Tab.)

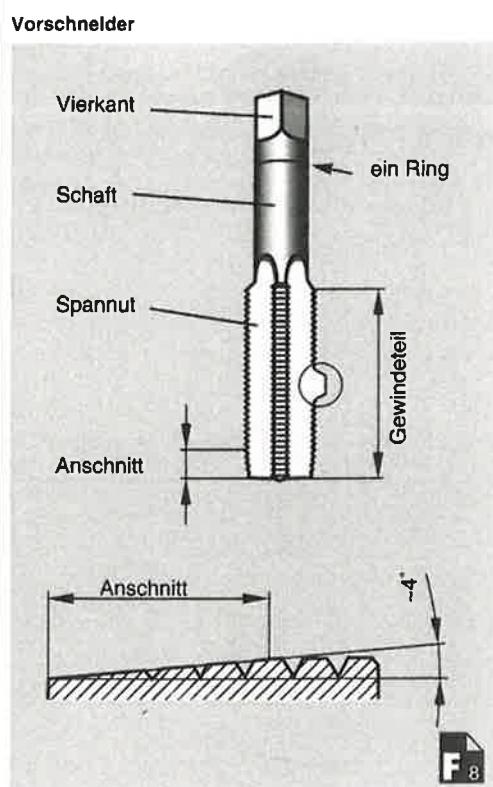
ges.:  $L$  in mm

Formel:  $L = l_1 + X + l_a$

$$L = 7 \text{ mm} + 0,7 \times 5 \text{ mm} + 0,3 \times 5 \text{ mm}$$

$$L = 7 \text{ mm} + 3,5 \text{ mm} + 1,5 \text{ mm}$$

$$\underline{\underline{L = 12 \text{ mm}}}$$



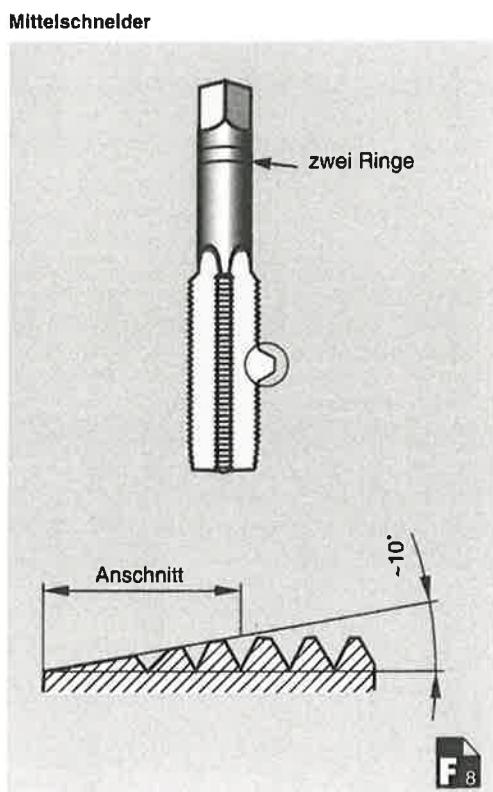
#### 4.1.2 Arbeitsmittel zum Schneiden von Innengewinden

Zum Gewindeschneiden von Hand verwendet man einen 3-teiligen Handgewindebohrersatz.

Der Satz besteht aus:

##### ► Dem Vorschneider

Der Vorschneider ist mit einem Ring gekennzeichnet. Er schneidet ca. 50% des Gewindes (Spananteil). Er besitzt zur besseren Führung einen langen Anschnitt.

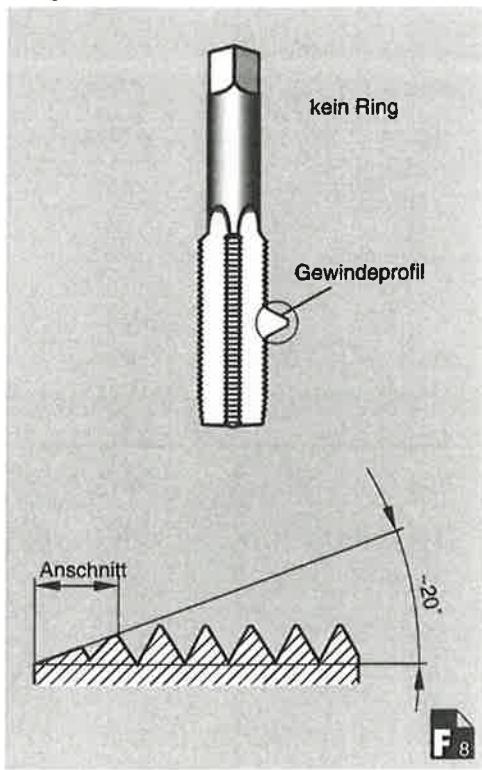


##### ► Dem Mittelschneider

Der Mittelschneider ist mit zwei Ringen gekennzeichnet. Er leistet ca. 33% der Zerstreuungsarbeit.

Da durch den Vorschneider eine leicht ausgeprägte Führungsrille in die Bohrung geschnitten wurde, kann der Anschnitt des Mittelschneiders verkürzt werden.

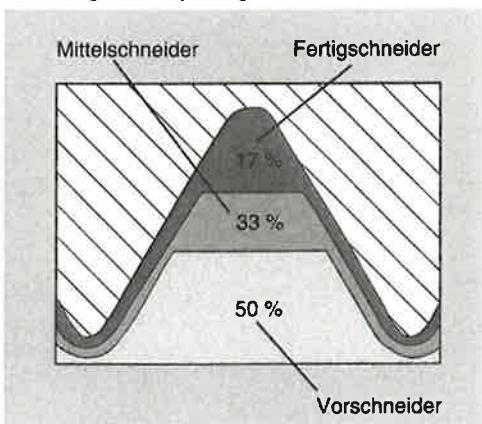
Fertigschneider



► Dem Fertigschneider

Der Fertigschneider besitzt **keine Ringe**. Er übernimmt nur ca. 17% der Spanleistung. Wie sein Name sagt, schneidet er das Gewinde voll aus.

Aufteilung der Zerspanung

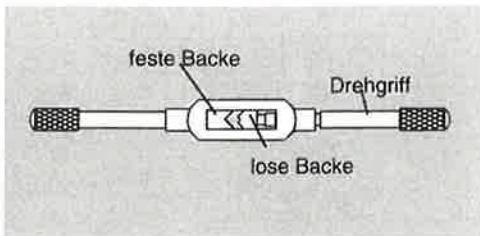


#### 4.1.4 Windeisen

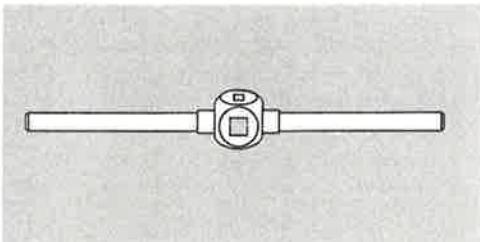
Zum Eindrehen (Winden) von Gewindebohrern können verschiedene Windeisen verwendet werden.

Das Windeisen wird auf den Vierkant des Werkzeuges aufgesetzt und sollte möglichst gut passen.

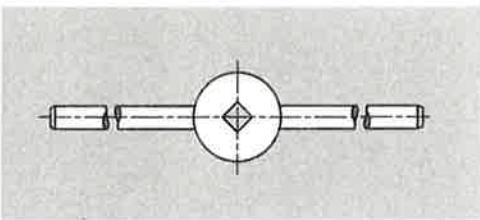
##### Verstellbares Windeisen



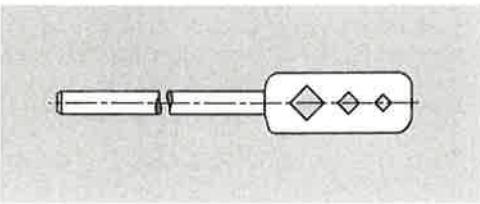
##### Kugelwindeisen



##### Windeisen - zweizärmig fest



##### Windeisen - einarmig fest



##### Verstellbare Windeisen

Vorrangig kommen die verstellbaren Windeisen zum Einsatz.

Es gibt sie in verschiedenen Größen. Da je nach Ausführung eine oder beide Backen in einem begrenzten Bereich verstellbar sind, können verschiedene große Werkzeuge eingespannt werden.

##### Merke

Nur fest eingespannte Werkzeuge erleichtern das Anschneiden und vermindern die Unfallgefahr.

##### Nichtverstellbare Windeisen

► Kugelwindeisen mit vier verschiedenen Lochgrößen

► zweiarmige feste Windeisen

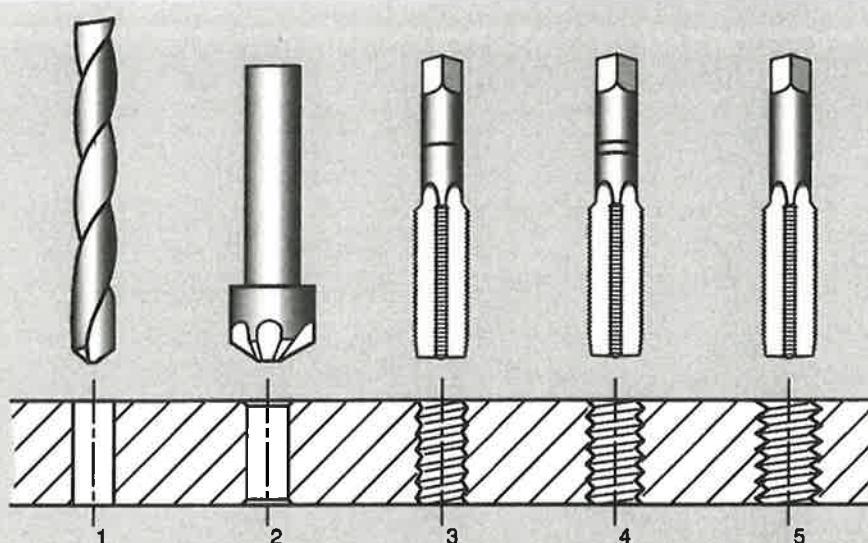
► einarmige feste Windeisen

Es wird dort eingesetzt, wo aus Platzgründen ein zweizärmiges Windeisen hinderlich ist.

##### Merke

Die Gewindebohrer können nur eingesteckt, aber nicht festgespannt werden.

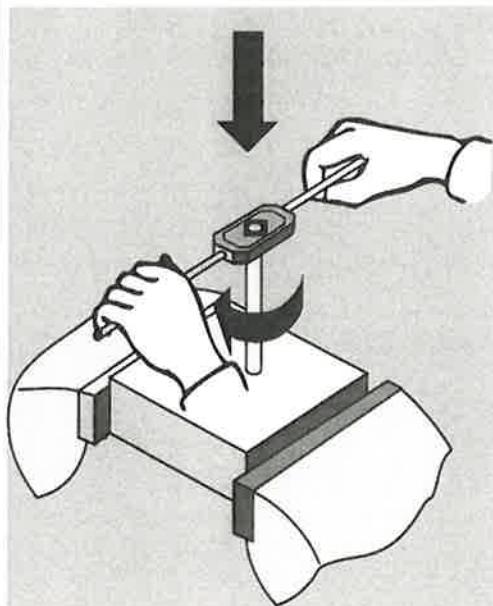
4.1.5 Arbeitsfolge zum Erstellen eines  
Innengewindes



1. Bohren des Kernloches
2. Ansenken der Kernlochbohrung
3. Vorschneiden
4. Mittelschneiden
5. Fertigschneiden

F9

Arbeitsvorgang



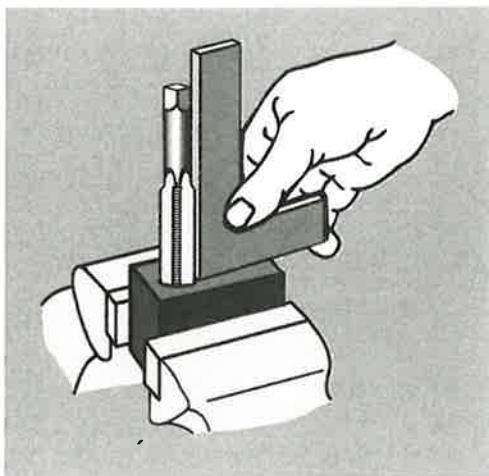
Bewegungen beim Gewindeschneiden

- Hauptbewegung  
drehende Bewegung des Gewindebohrers.
- Vorschubbewegung  
axiale Bewegung in das Werkstück.

Winden des Gewindebohrers unter gleichmäßigen Druck beider Hände.

Kurzes Zurückdrehen, (ca. 1/2 Umdrehung),  
um die Späne zu brechen.

**Arbeitstechnik**



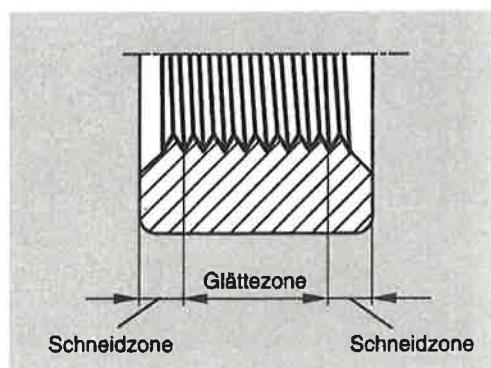
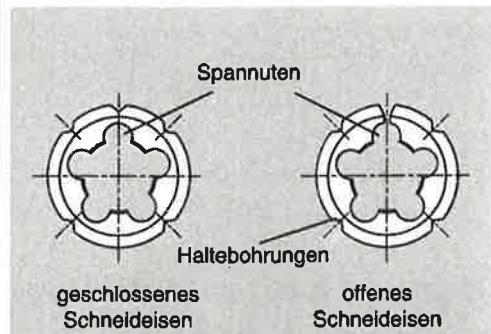
**4.1.6 Arbeitstechnik beim Gewindebohren**

Nach dem Bohren und beidseitigem Senken ( $90^\circ$ ) des Kernloches wird der Vorschneider im Windeisen fest eingespannt.

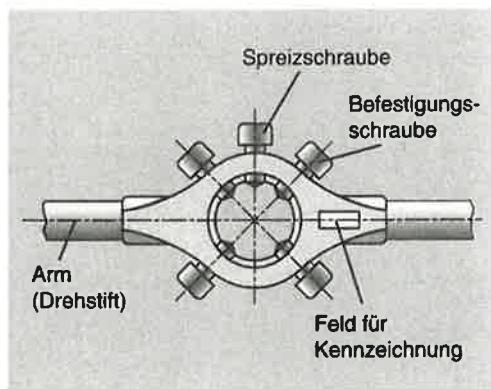
- ▶ Vorschneider rechtwinklig zur Werkstückoberfläche ins Kernloch setzen.
- ▶ Unter leichtem Druck anschneiden (ca. 3 Gewindegänge).
- ▶ Winkligkeit prüfen.
- ▶ Notwendige Korrektur nur während des Schneidvorganges vornehmen.
- ▶ Während des Schneidvorganges Gewindebohrer öfter um etwa 1/2 Umdrehung zurückdrehen (zum Brechen der Späne).
- ▶ Nach Beendigung des Schneidvorganges Gewindebohrer herausdrehen.
- ▶ Bei der Benutzung des Mittel- und Fertigschneiders in gleicher Arbeitsweise vorgehen. Eine Korrektur der Winkligkeit ist hierbei jedoch nicht mehr möglich.
- ▶ Während des gesamten Schneidvorganges ist Schneidöl zu verwenden.
- ▶ Die geschnittenen Innengewinde werden nach dem Säubern mit einer Grenzlehre geprüft.

#### 4.2.1 Arbeitsmittel zum Schneiden von Außengewinde

##### Schneideisen



##### Schneideisenhalter



##### Schneideisen

Zum Schneiden von Außengewinden in einem Arbeitsgang werden Schneideisen verwendet.

Sie bestehen aus:

- Schnellarbeitsstahl (HSS)
- dem Schneidenteil mit Spanbrechernutten
- dem Anschnitt
- den Haltebohrungen

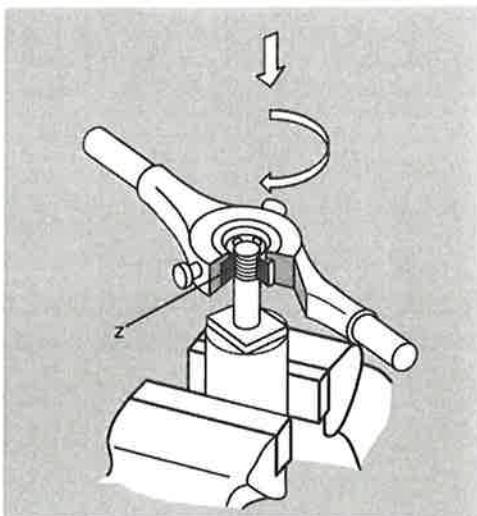
Die ersten beiden Gewindegänge des Schneideisens werden kegelförmig ausgeführt und übernehmen die Zerspanungsarbeit. Die nachfolgenden Gewindegänge haben im wesentlichen die Aufgabe, das Gewinde zu glätten.

##### Schneideisenhalter

Der Schneideisenhalter dient zur Aufnahme des Schneideisens und ermöglicht durch seine beiden Arme (Drehtstifte) den Gebrauch des Schneideisens.

**4.2.2 Arbeitsvorgang/Arbeitstechnik**

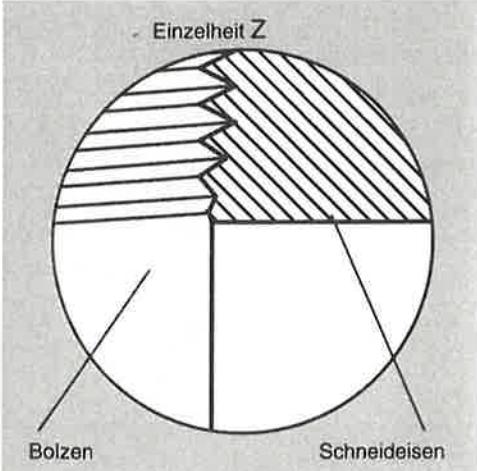
**Arbeitsvorgang**



**Bewegungen beim Gewindeschneiden**

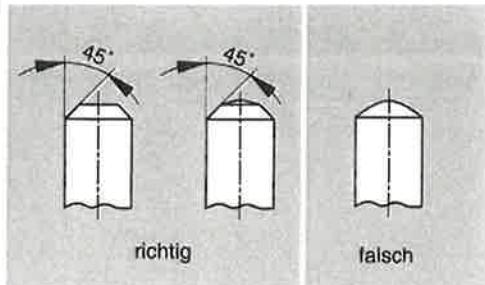
- ▶ Hauptbewegung  
ist die Drehbewegung des Schneideisens
- ▶ Vorschubbewegung  
ist die Axialbewegung in das Werkstück

**Einzelheit Z**



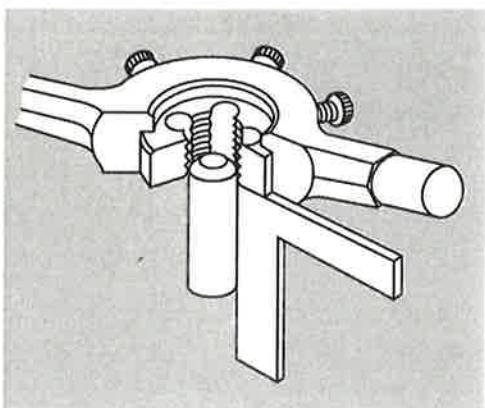
Das Windeisen unter gleichmäßigem Druck beider Hände drehen. Späne durch häufiges Zurückdrehen (ca. 1/2 Umdrehung) brechen.

**Arbeitstechnik**



- Bolzenende anfassen, damit das Schneideisen besser faßt!

**Aufsetzen des Schneideisens**



**Arbeitsvorgang**

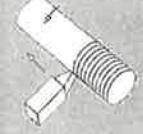
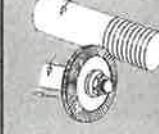
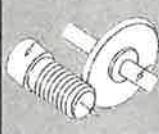
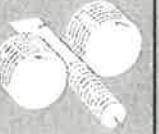
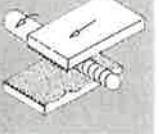
- Schneideisen in den Schneideisenhalter einsetzen.
- Schneideisen rechtwinklig zur Werkstückachse aufsetzen.
- Unter gleichmäßigem Druck beider Hände und gleichzeitigem Drehen im Uhrzeigersinn anschneiden.
- Unterbrechen des Spanvorganges (Drehbewegung), halbe Drehung entgegen Uhrzeigersinn. Die Späne werden gebrochen und fallen ab.
- Angegebene Gewindelänge muß voll nutzbar sein.
- Während des gesamten Schneidevorgangs Kühlsmiermittel verwenden.
- Das fertige Außengewinde wird nach dem Reinigen mit einer Prüfmutter auf Funktion geprüft.

2.4 Maschinelle Herstellungsverfahren

• Übersicht über einige Verfahren zur Herstellung von Gewinden auf Werkzeugmaschinen

Gewindeherstellung durch Spanen

Gewindeherstellung durch Umformen

Drehen	Wirbeln	Langgewindefräsen	Schleifen	Walzen	Rollen
					
<b>Werkzeug:</b> Gewindedrehmeißel mit dem Profil des zu schneidenden Gewindes	Ringförmiger Messerkopf	Scheibenförmiger Einprofilfräser	Ein- oder mehrprofilige Schleifscheibe	Umlaufende Walzen mit Gewindeprofil	Platten mit Gewindeprofil
<b>Werkstück- bzw. Werkzeugbewegung:</b> Vorschub des Meißels muß der Gewindesteigung entsprechen	Messerkopf kreist mit hoher Drehzahl exzentrisch um das sich langsam drehende Werkstück	Umdrehungen des Werkstückes entsprechen der Anzahl der Gewindegänge	Schleifscheibe dreht sich mit hoher Drehzahl um das sich langsam drehende Werkstück	Walzen drücken das Gewinde spanlos in den sich mithdrehenden Bolzen	Platten drücken das Gewinde spanlos in den sich mithdrehenden Bolzen
<b>Maschine:</b> Leitspindeldrehmaschine	Gewindewirbelmaschine Leitspindelmaschine mit Wirbelgerät	Langgewindefräsmaschine und Universalfräsmaschine	Gewindeschleifmaschine	Gewindewalzmaschine	Gewinderollmaschine
<b>Anwendung:</b> • kurze und lange Außengewinde • kurze Innen Gewinde • vorwiegend Einzelfertigung und kleine Stückzahlen	• vorwiegend für lange Außen-Gewinde, z.B. Leitspindeln	• beliebig lange Gewinde, z.B. Spindeln mit Trapezgewinde und Schnecken	• maßgenaue Gewinde mit hoher Oberflächengüte, auch in gehärteten Werkslücken, z.B. Gewindelehrdorne, Gewindebohrer	• nur für Außengewinde in der Massenfertigung bei kaltumformbaren Werkstoffen, z.B. Schrauben	