

Werkstoffbearbeitung

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Messen	wb 2
1. 1. Längenmessung	wb 2
1. 2. Winkelmessung	wb 11
1. 3. Flächenmessung	wb 14
1. 4. Meßfehler	wb 14
1. 5. Fragen zu Abschnitt 1	wb 14a
2. Anreißen	wb 15
2. 1. Ankörnen	wb 19
2. 2. Fragen zu Abschnitt 2	wb 19a
3. Spanabhebende Formung	wb 20
3. 1. Meißeln	wb 22
3. 2. Sägen	wb 23
3. 3. Feilen	wb 25
3. 4. Schaben	wb 27
3. 5. Bohren	wb 28
3. 6. Senken	wb 31
3. 7. Reiben	wb 33
3. 8. Gewindeschneiden	wb 33
3. 9. Drehen	wb 36
3. 10. Fragen zu Abschnitt 3	wb 37a/b
4. Spanlose Formung	wb 38
4. 1. Richten	wb 38
4. 2. Biegen	wb 39
4. 3. Schneiden	wb 42
4. 4. Lochen	wb 43
4. 5. Stanzen	wb 43
4. 6. Schmieden	wb 44
4. 7. Fragen zu Abschnitt 4	wb 48a
5. Verbindungsarten	wb 49
5. 1. Schrauben	wb 49
5. 2. Stiften	wb 51
5. 3. Keilen	wb 52
5. 4. Federn	wb 52
5. 5. Nieten	wb 52
5. 6. Löten	wb 57
5. 7. Schweißen	wb 60
5. 8. Fragen zu Abschnitt 5	wb 62a

		Seite
6.	Wärmebehandlung von Stahl	wb 63
6. 1.	Glühen	wb 63
6. 2.	Härten	wb 63
6. 3.	Fragen zu Abschnitt 6	wb 64a
7.	Schmier- und Kühlmittel	wb 65
7. 1.	Schmiermittel	wb 65
7. 2.	Kühlmittel	wb 65
7. 3.	Fragen zu Abschnitt 7	wb 66a
8.	Unfallverhütung	wb 67
8. 1.	Fragen zu Abschnitt 8	wb 69a

1. Messen



Messen ist das Vergleichen gegebener Größen mit einer gesetzlich festgelegten Maßeinheit

Beim Messen werden **gleichartige** Größen miteinander verglichen, z. B. Längenmaße mit Längenmaßen, Raummaße mit Raummaßen usw. .

Man unterscheidet:

Unmittelbares (direktes) Messen

Die Abmessungen eines Werkstückes werden unmittelbar mit dem »Maß« verglichen.

Mittelbares (indirektes) Messen

Das »Maß« wird durch Zwischenschalten eines weiteren Meßgerätes, z. B. eines Innentasters, festgestellt.

Beim Herstellen von Werkstücken werden verschiedene Meßverfahren angewendet.

Von besonderer Bedeutung sind die Längenmessung, die Winkelmessung, die Flächenmessung (Messen der Ebenheit) und das Messen mit besonderen Meßgeräten (Meßuhr, Dorn, Rachenlehre u. ä.), das im allgemeinen zur Längenmessung gezählt wird.

1.1. Längenmessung

Für das Messen von Längen wird in vielen Ländern, so auch in Deutschland, das metrische System mit dem »Urmeter« als Ausgangsmaß angewandt. Das Meter ist etwa der vierzigmillionste Teil des Erdumfanges am Äquator. In Paris wird ein Stab entsprechender Länge aus Platin-Iridium als genaues Urmeter aufbewahrt. Alle Staaten, die das metrische System anwenden, besitzen eine Kopie dieses Urmeters. Es sei hier nur erwähnt, daß es in neuerer Zeit zur Bestimmung der genauen Länge eines Meters bereits zuverlässigere Methoden gibt, so daß man heute nicht mehr auf das Urmeter in Paris zurückgreifen muß.

Von dem Meter sind alle kleineren und größeren Maßeinheiten abgeleitet.

$$1 \text{ m} = 10 \text{ dm} = 100 \text{ cm} = 1000 \text{ mm} = 1\,000\,000 \mu; 1000 \text{ m} = 1 \text{ km}$$

Alle Maße auf technischen Zeichnungen werden in Millimetern angegeben. Werden andere Maßeinheiten benutzt, so muß die Benennung angegeben werden.

In einigen Ländern wird nicht das Meter, sondern der Zoll (") als Maßeinheit benutzt.

$$1'' = 25,4 \text{ mm}$$

Teile des Zolls werden als Brüche angegeben,

$$\text{z. B. } \frac{3}{8}'', \frac{1}{2}'', \frac{3}{4}''.$$

Längen-Meßwerkzeuge und ihre Anwendung

Der **Stahlmaßstab** ist ein bis etwa 40 cm langes Lineal mit Millimeteerteilung (Abb. 1). Zuweilen sind auch Maßstäbe mit Zolleinteilung gebräuchlich.

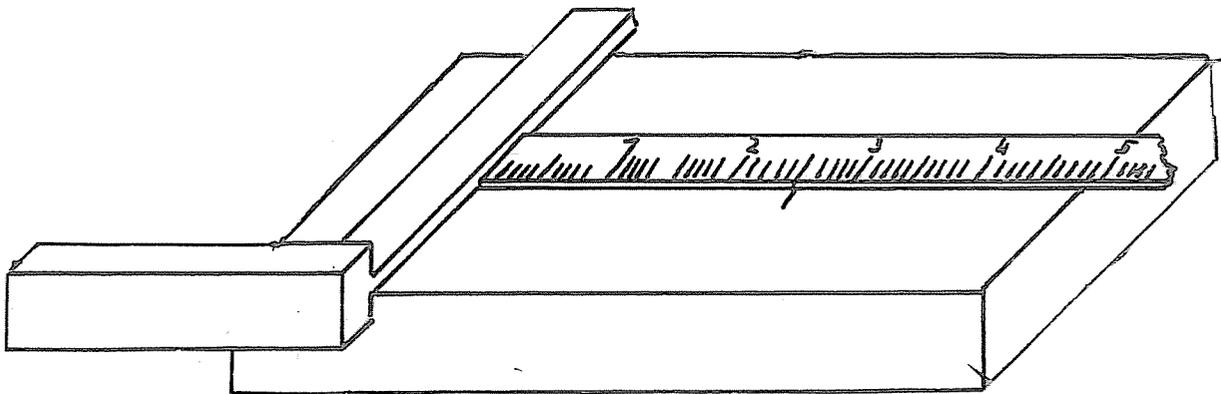


Abb. 1 Messen mit dem Maßstab

Der **Gliedermaßstab**, wegen der häufig vorhandenen Zolleinteilung auch Zollstock genannt, besteht aus Holz oder Metall (Abb. 2). Er wird für größere Längenmessungen verwendet, bei denen die durch das Verziehen des Holzes und das Lockerwerden der Verbindungsstellen bedingte Meßgenauigkeit in Kauf genommen wird.

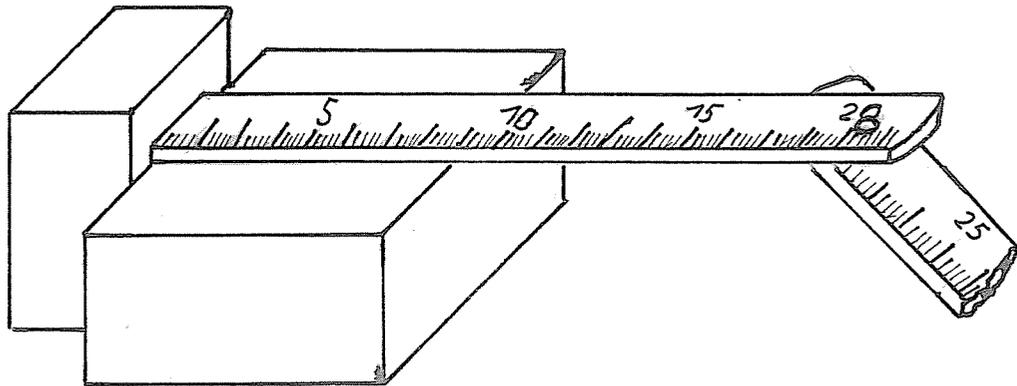


Abb. 2 Messen mit dem Gliedermaßstab

Bandmaß und **Rollbandmaß** (Abb. 3) sind ebenfalls für größere Längenmessungen bestimmt. Sie werden je nach Verwendungszweck in Längen von 2 m, 3 m, 5 m oder 20 m hergestellt und bestehen aus Stahl oder Leinwand.

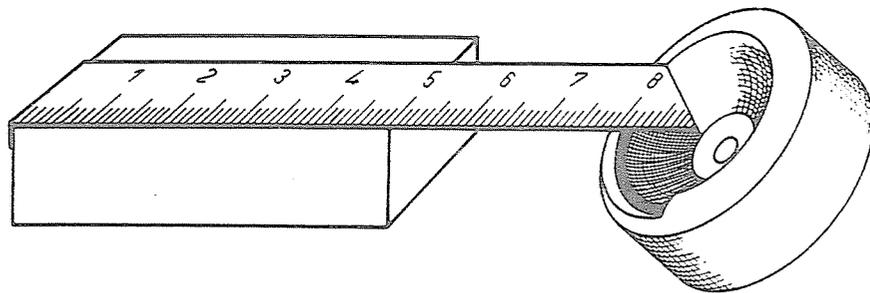


Abb. 3 Messen mit dem Rollbandmaß

Außen- und **Innentaster** (Abb. 4 und 5) werden zum Prüfen paralleler Flächen benutzt. Man kann auch mit Hilfe des Tasters Maße von einem Werkstück abnehmen und mit einem geeigneten Längenmeßwerkzeug vergleichen. Stellt man umgekehrt den Taster auf eine bestimmte Länge ein, so kann man das Werkstück während der Fertigung auf seine Abmessungen überprüfen.

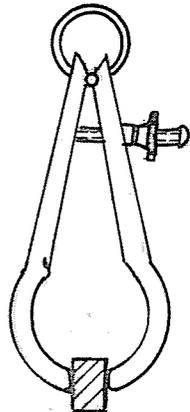


Abb. 4 Messen mit dem Außentaster

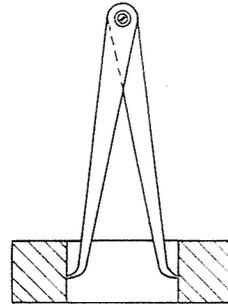


Abb. 5 Messen mit dem Innentaster

Der **Meßschieber** oder die **Schieblehre** (Abb. 6) ist bereits ein Präzisionsmeßgerät, mit dem man bis zu 0,1 mm genau messen kann. Er besteht aus einem Lineal mit Millimereinteilung (Hauptskala), an dessen Anfang der feste Meßschenkel sitzt.

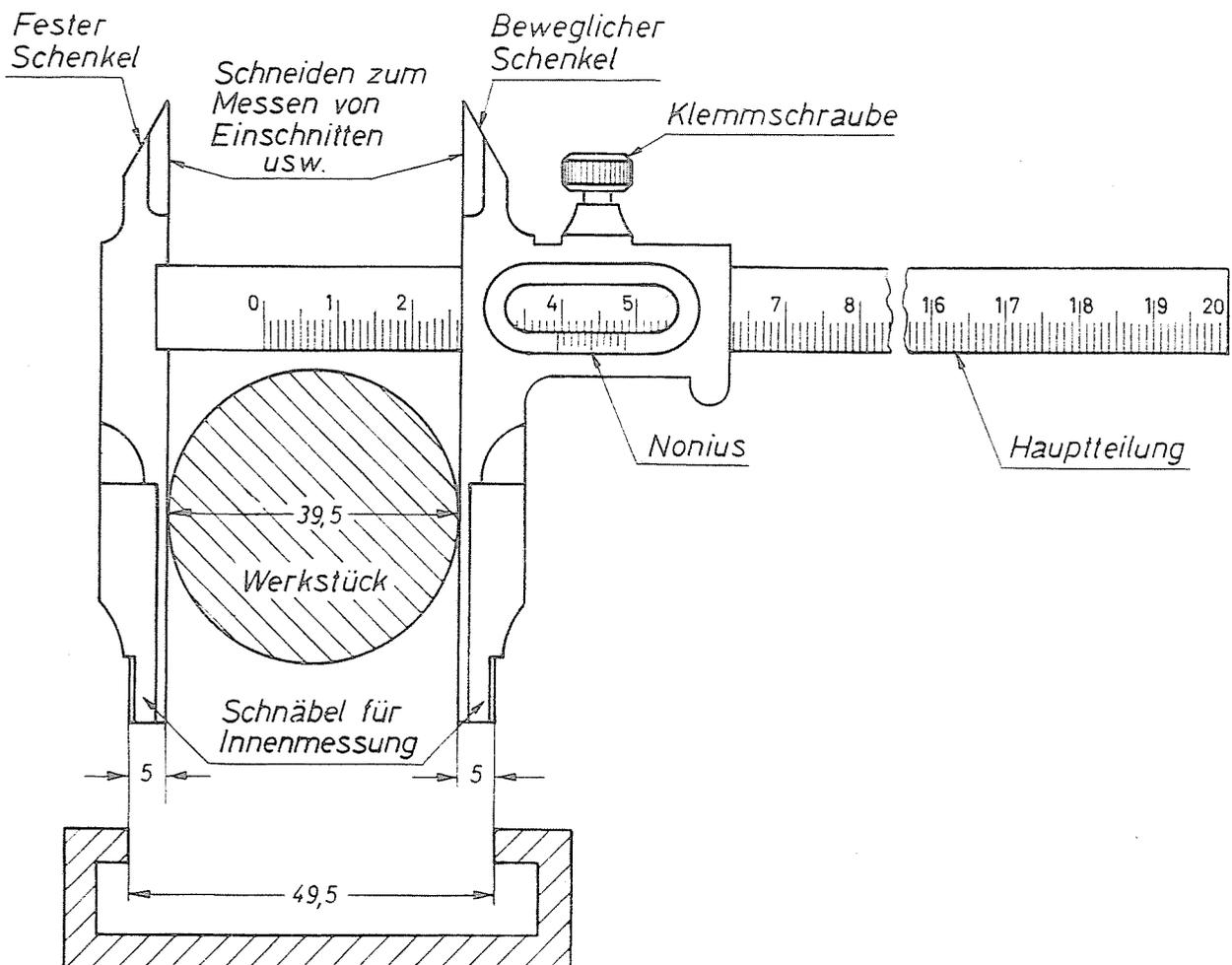


Abb. 6 Messen mit dem Meßschieber (Schieblehre)

Der bewegliche Meßschenkel mit dem Nonius wird beim Messen auf dem Lineal verschoben (Abb. 7). Die Noniuseinteilung ist neun Millimeter lang und in 10 gleiche Teile unterteilt. Demnach beträgt die Entfernung von Teilstrich zu Teilstrich 0,9 mm. Mit Hilfe dieser Einteilung kann man auf $\frac{1}{10}$ mm genau ablesen.

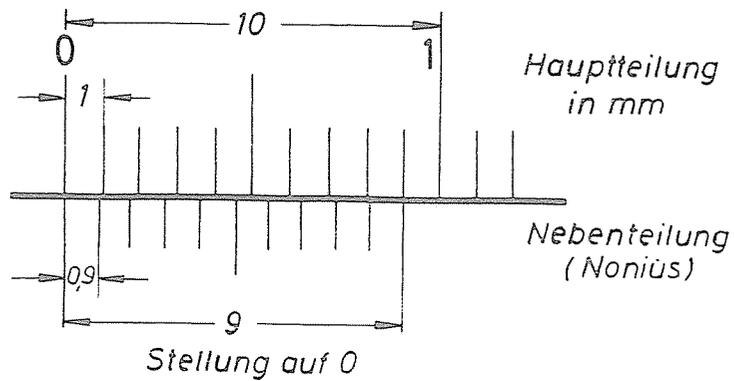


Abb. 7 Noniuseinteilung

Deckt sich der Nullstrich des Nonius (Abb. 8) genau mit einem Teilstrich der Hauptkala, so handelt es sich immer um volle Millimeter. Fällt dagegen ein anderer Teilstrich des Nonius (als der Nullstrich) mit einem Teilstrich der Hauptkala zusammen, dann gibt die diesem Noniusstrich zugeordnete Zahl die Zehntelmillimeter an, die dem unterhalb des Nonius-Nullstriches zunächst liegenden Millimeterwert der Hauptkala zuzurechnen sind.

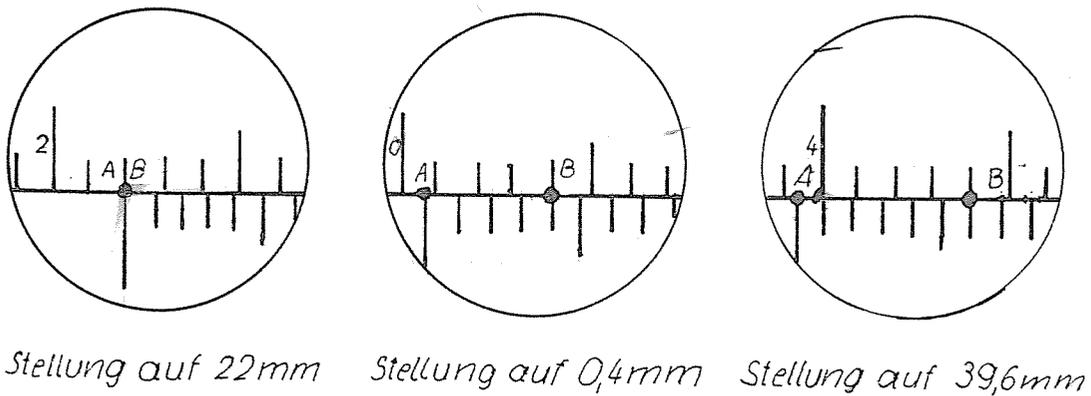


Abb. 8 Nonius-Ablesebeispiele



Hat man z. B. beim Messen eines Körpers (Abb. 9) festgestellt, daß der Nullstrich des Nonius zwischen dem 10. und 11. Millimeter der Hauptskala steht (Punkt A) und der sechste Teilstrich des Nonius (der Nullstrich rechnet nicht mit!) sich genau mit einem Teilstrich der Hauptskala deckt (Punkt B), so sind zu den **vollen zehn Millimetern** (siehe die »1« auf der Hauptskala!) noch 0,6 mm (siehe den Teilstrich »6« – Punkt B – auf der Noniusskala!) hinzuzuzählen. Die Gesamtlänge beträgt also:

$$10 \text{ mm} + 0,6 \text{ mm} = 10,6 \text{ mm.}$$

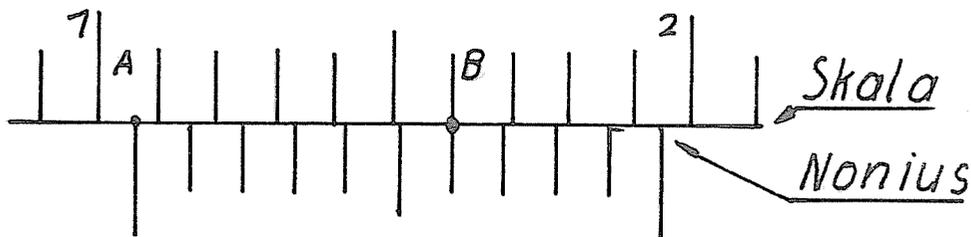
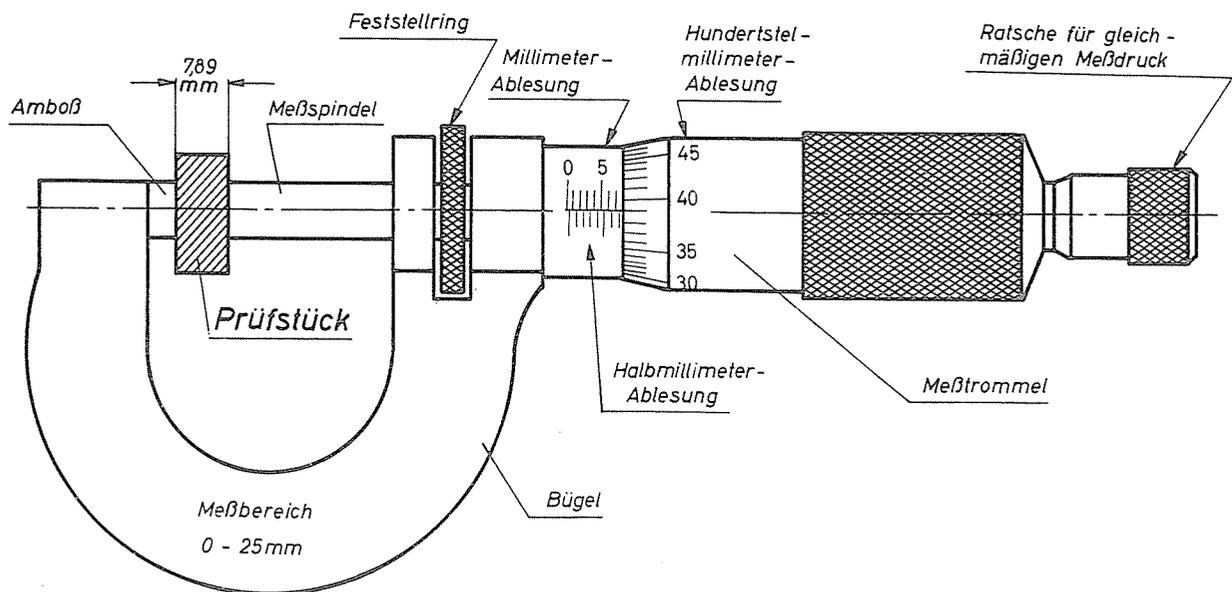


Abb. 9 Ablesung 10,6 mm

Mit Hilfe der am unteren Ende der Meßschenkel befindlichen Schnäbel sind auch Innenmessungen möglich. Jeder Schnabel für die Innenmessung hat, wie in Abb. 6 gezeigt, eine Stärke von 5 mm. Wenn nun, wie im Beispiel, auf der Meßskala mit Hilfe des Nonius 39,5 mm als Meßwert abgelesen werden, so muß man dazu $2 \times 5 \text{ mm}$ für die Meßschnäbel hinzuzählen. Der Innenmeßwert beträgt also tatsächlich:

$$39,5 \text{ mm} + (2 \times 5 \text{ mm}) = 49,5 \text{ mm.}$$

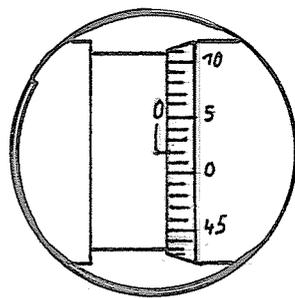
Die **Meßschraube**, auch **Mikrometerschraube** genannt, gestattet Messungen mit einer Genauigkeit von 0,01 mm. Das Meßteil der Meßschraube ist eine Spindel mit Feingewinde, verbunden mit einer Mantelhülse, auf der die Skala für die Hundertstel-Millimeter-Ablesung eingraviert ist.



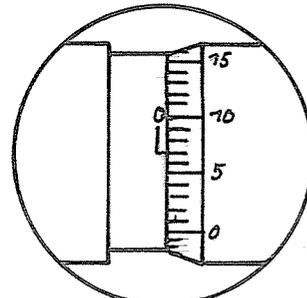
Umdrehungen der Meßtrommel bzw. Meßspindel	Auf der Meßtrommel abgelaufene Teilstriche	Vorschub der Meßspindel in mm
1	50	$\frac{50}{100} = \frac{1}{2}$
$\frac{1}{50}$	1	$\frac{1}{100}$
2	$2 \times 50 = 100$	1

Abb. 10 Meßschraube

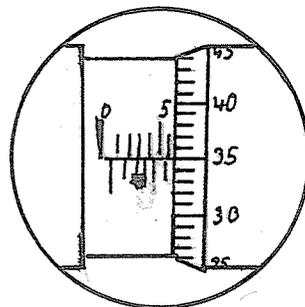
Diese Spindel schraubt man unter gleichzeitiger Drehung der auf der Mantelhülse befindlichen 50-Teilstrich-Skala* über einen fest auf dem Spindellager eingravierten Ablesestrich mit Millimeterteilung. Da die Spindel eine Steigung von $\frac{1}{2}$ mm hat, bedeutet jede ganze Spindelumdrehung (= 50 Teilstriche der Meßskala) eine Spindelverschiebung um $\frac{1}{2}$ mm. Jeder Teilstrich der Meßskala gibt daher $\frac{1}{100}$ mm Spindelverschiebung an.



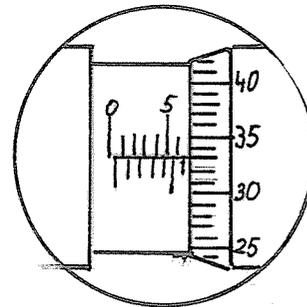
Stellung auf 0,02



Stellung auf 0,57



Stellung auf 6,35



Stellung auf 7,83



Abb. 11 Meßbeispiele

* Bei einer anderen Meßschraubenausführung, als in Abb. 10 dargestellt, trägt die Mantelhülse auf dem Umfang 100 Gradteile; die Spindel hat dabei aber eine Steigung von 1 mm. Auch hier gibt jeder Teilstrich der Meßskala eine Spindelverschiebung um $\frac{1}{100}$ mm an!

Meßuhren werden für das Längenmessen verwendet, wenn Abweichungen von einem bestimmten Meßwert festgestellt werden sollen. Es handelt sich hierbei also um Vergleichsmessungen. Die Ablesegenauigkeit beträgt 0,01 mm. Bei den Meßuhren hat die Verlängerung des Taststiftes meist eine Zahnstangeneinfräsung. Durch das Verschieben des Taststiftes beim Messen wird auch das in die Zahnstange eingreifende Zahnrad gedreht und der Zeiger der Meßuhr bewegt.

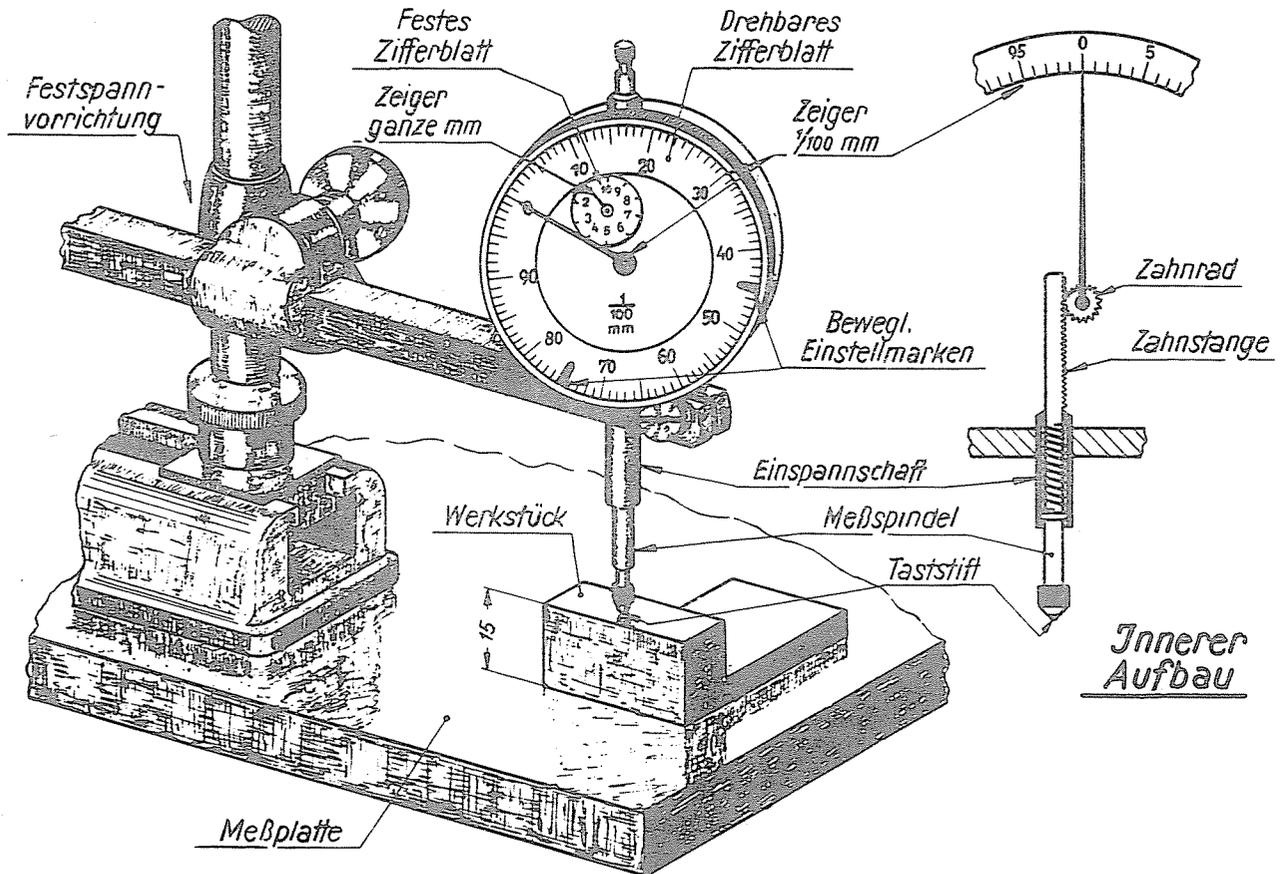


Abb. 12 Meßuhr

Festwert-Meßzeuge besitzen zwischen ihren Meßflächen nur ein einziges unveränderliches Maß. Sie haben heute im Zeitalter der Massenfertigung wieder stark an Bedeutung gewonnen.

Radiuslehren werden zum Bestimmen von Hohlkehlen oder erhabenen Abrundungen benötigt. Man bezeichnet sie auch als Konkav- oder Konvexlehren.

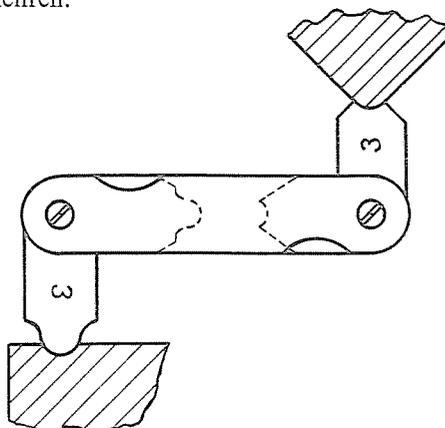


Abb. 13 Radiuslehre

Grenzlehren

Unter diesem Begriff versteht man

Grensrachenlehren

Grenzlehrdorne

Durch die Gut- und durch die Ausschußseite einer **Grenzlehre** wird das obere und das untere Maß festgelegt. Die zulässigen Abweichungen eines Werkstückes müssen innerhalb dieser beiden Grenzmaße (Toleranz) liegen.

Mit **Grensrachenlehren** überprüft man zumeist zylindrische Teile. Die Gutseite soll fast nur durch das Eigengewicht der Lehre über das zu messende Stück gleiten, während die Ausschußseite (rote Kennzeichnung) nur »anschnäbeln« darf (d. h. der Zylinderfläche gerade noch keinen Durchlaß gewährt!).

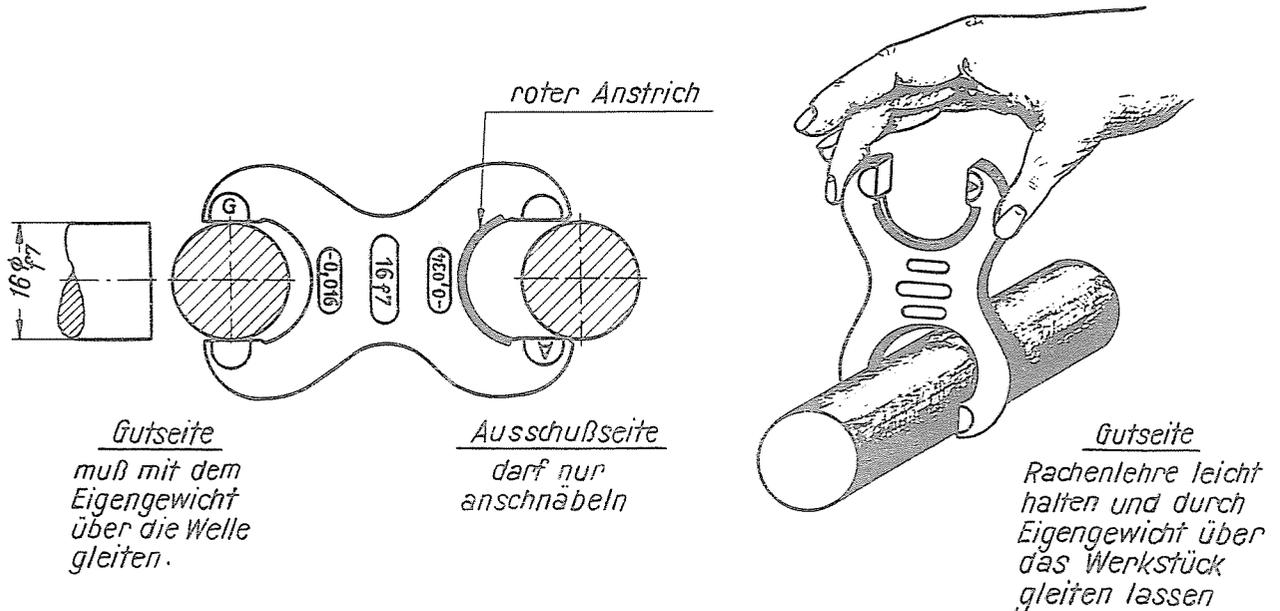


Abb. 14 Grensrachenlehre

Beim Überprüfen von Bohrungen muß die Gutseite der **Grenzlehrdorne** leicht in die Bohrung gleiten, die Ausschußseite (roter Farbring) darf nur anfassen.

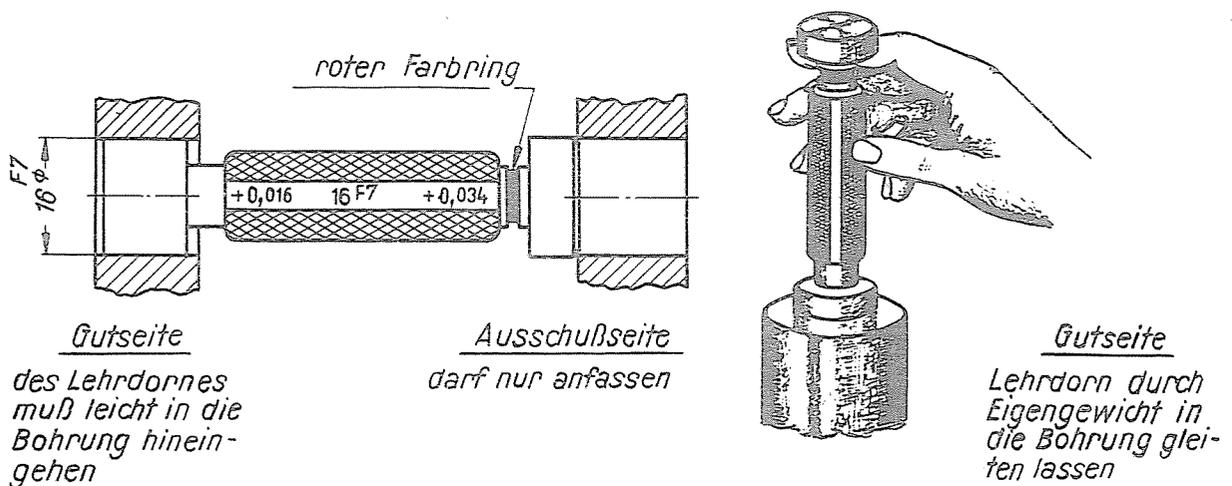


Abb. 15 Grenzlehrdorn

Endmaße oder **Parallelendmaße** ermöglichen genaueste Messungen. Sie dienen in den Werkstätten als Urmaße und werden zum Einstellen oder Überprüfen von Meßwerkzeugen benötigt. Man verwendet sie auch bei sehr genauen Messungen und bei der Herstellung genauester Anrisse.

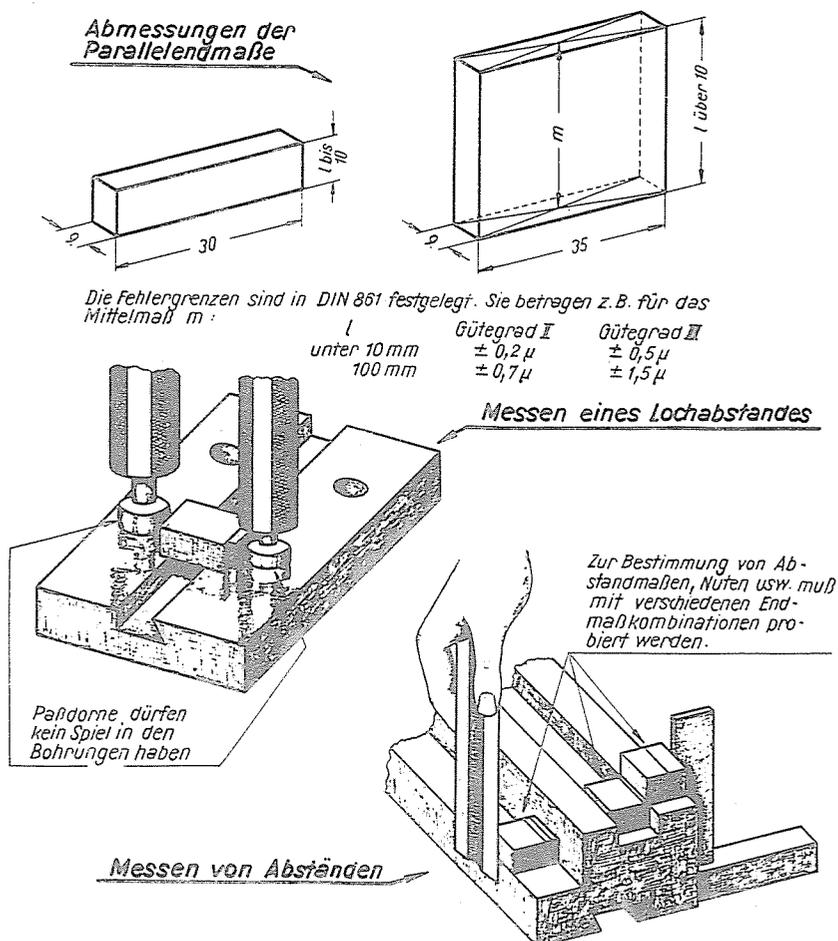


Abb. 16 Messen mit Parallelendmaßen

1. 2. Winkelmessung

Die Maßeinheit für den Winkel ist der Grad. Ein Grad (1°) ist der 360te Teil des Kreisumfangs, im Bogenmaß gemessen.

$$1^\circ = 60' \text{ (Minuten)} = 3600'' \text{ (Sekunden)}$$

Zum Messen von Winkeln verwendet man **Anschlag-** und **Blattwinkel**, für größere Genauigkeit **Haarwinkel**. Diese Winkel werden hauptsächlich für 30° , 45° , 60° , 90° und 120° hergestellt. Der gebräuchlichste ist der 90° -Winkel.

Der **Anschlagwinkel** wird mit dem dickeren Schenkel an die Bezugsfläche gelegt und dann behutsam nach unten gezogen, bis die Innenfläche des dünneren Schenkels auf die Meßfläche zu liegen kommt. Er darf keinesfalls mit einer Kante angelegt werden, weil sonst Meßfehler entstehen. Für **Blatt-** und **Haarwinkel** gilt sinngemäß das zuvor Gesagte.

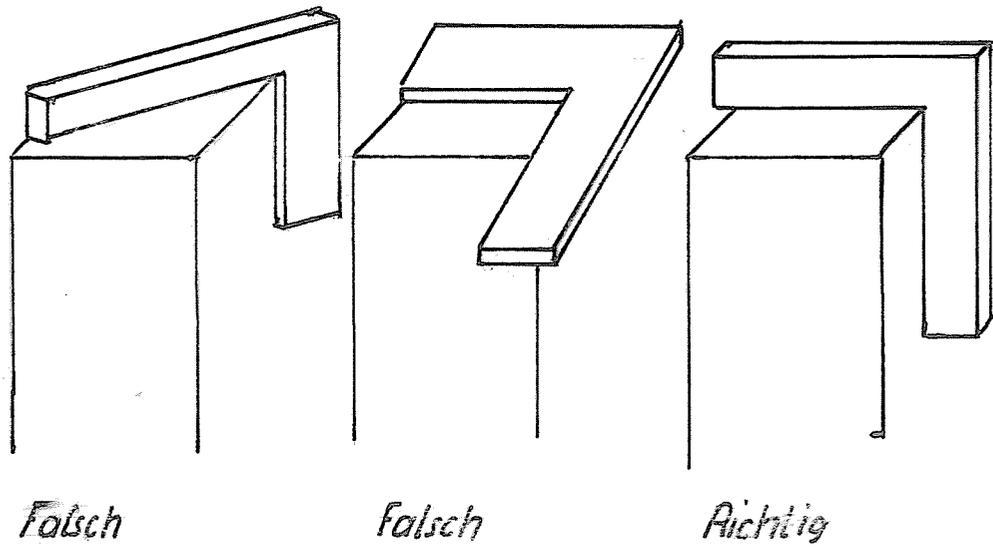


Abb. 17 Messen mit einfachem Winkel

Schmiegen sind verstellbare Winkel ohne Gradeinteilung. Sie lassen sich mit dem Universal-Winkelmesser auf jede beliebige Größe einstellen.

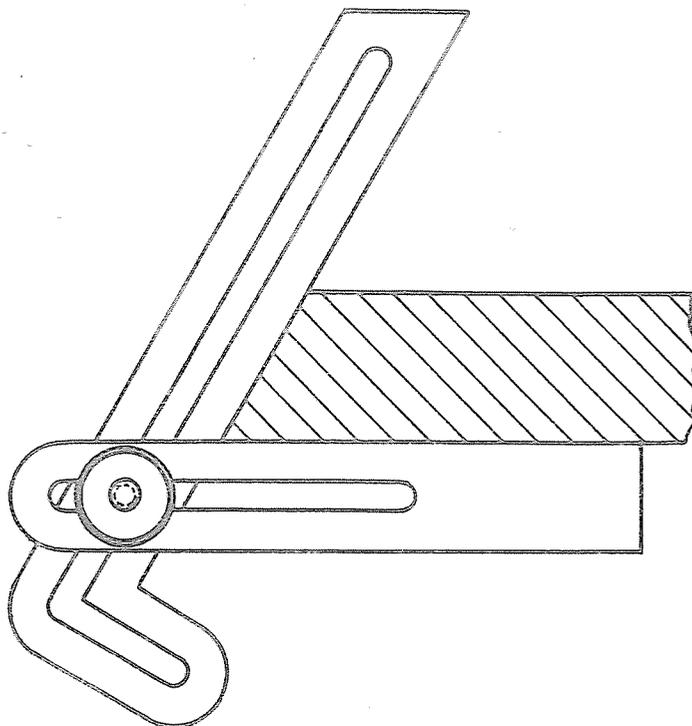


Abb. 18 Messen mit verstellbarem Winkel

Der **Universal-Winkelmesser** ist ein verstellbarer Winkelmesser, an dessen Gradeinteilung jede gemessene Winkelgröße sofort abgelesen werden kann. Dieser Universal-Winkelmesser besteht aus einer festen Meßschiene mit einer feststehenden Hauptteilung, die in 4 Bereiche zu je 90° eingeteilt ist. Sie zählt von 0° nach beiden Richtungen bis 90° ansteigend und von da bis auf 0° abfallend.

Der drehbare Meßschenkel ist außerdem längenverschiebbar und mit einer Nebenteilung (Nonius) fest verbunden. Diese Nebenteilung ist ebenfalls nach beiden Richtungen ausgeführt, weil deren Ablesung in der gleichen Richtung wie die Hauptteilung gezählt werden muß. Der Nonius am Universal-Winkelmesser ermöglicht das Ablesen von Winkeln mit einer Genauigkeit von 5 Minuten ($5'$).

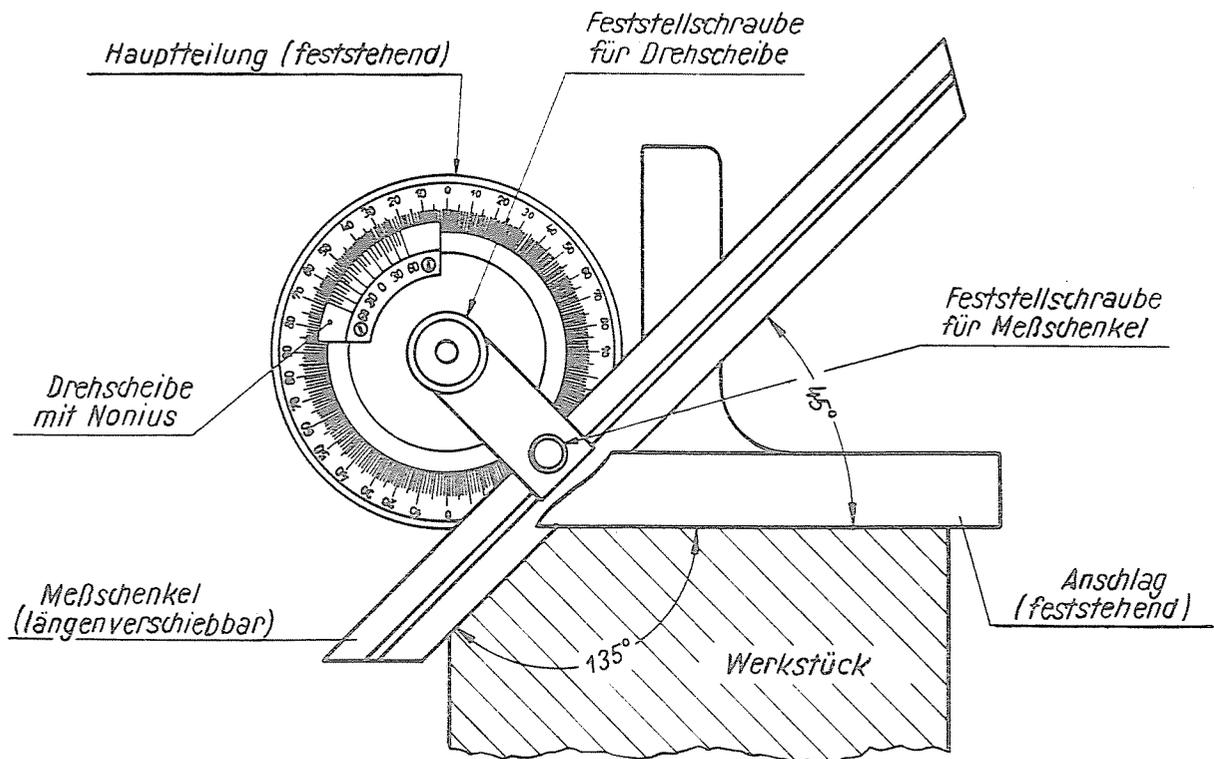


Abb. 19 Messen mit dem Universal-Winkelmesser

Der in vorstehendem Beispiel (Abb. 19) eingestellte Winkel von 135° setzt sich zusammen aus den nach der Eigenart der Hauptteilung charakteristischen Teileinstellungen:

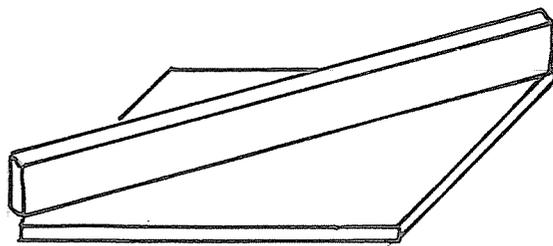
$$\begin{array}{r}
 180,0^\circ \text{ (entsprechend dem Scheitelwert } 0^\circ \text{ auf der Hauptteilung)} \\
 - 45,0^\circ \text{ (entsprechend der Verdrehung der Drehscheibe vom Scheitelwert } 0^\circ \text{ aus nach links auf } 45^\circ \\
 \text{— Noniusstrich »0« zeigt auf } 45^\circ\text{!)} \\
 \hline
 135,0^\circ \\
 \hline
 \hline
 \end{array}$$

Der spitze Winkel zwischen den beiden Meßschenkeln beträgt dann:

$$180,0^\circ - 135,0^\circ = \underline{\underline{45,0^\circ}}$$

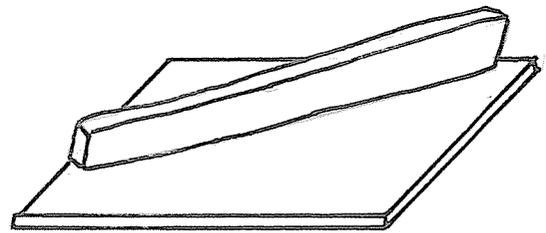
1. 3. Flächenmessung

Lineale mit besonders sorgfältig gearbeiteten Meßflächen dienen zum Überprüfen von ebenen Flächen. Mit Hilfe von Haarlinealen können Werkstücke noch genauer nachgeprüft werden. Das Werkstück wird gegen das Licht gehalten und das Lineal in verschiedenen Richtungen über die ganze Fläche aufgelegt. An der Größe des Lichtspaltes erkennt man die Größe der Unebenheit der Fläche. Die Größe der Unebenheit läßt sich jedoch nicht in Zahlen bestimmen.



Richtig

Dünne Lineale mit der Schmalseite auflegen



Falsch

Messung ist ungenau, weil die Kante bei dünnen Linealen meist krumm ist



Abb. 20 Messen mit dünnem Lineal

1. 4. Meßfehler

Meßfehler können bedingt sein durch Gerätefehler und durch Bedienungsfehler.

Gerätefehler treten vor allem auf durch Verschleiß, Abnutzung, toten Gang usw.; deshalb ist es notwendig, die Gerätegenauigkeit ständig zu überwachen.

Bedienungsfehler sind vor allem:

Falsche Handhabung des Meßgerätes, Ablesefehler, Messungen an zu warmen Werkstücken, zu kleiner oder zu großer Meßdruck usw. .

Beachte beim Messen:

Verwende Meßwerkzeuge nur zum Messen!

Wende beim Messen keine Gewalt an!

Schütze die Meßwerkzeuge vor Beschädigungen!

Miß nie am bewegten Werkstück!

Verwende nicht unnötig zu empfindliche Meßwerkzeuge!

Miß nie zu warme Werkstücke!

Miß nur saubere Flächen!

Prüfe die Meßwerkzeuge in kurzen Zeitabständen auf ihre Genauigkeit!

1. 5. Fragen zu Abschnitt 1 (Messen)

1. Was versteht man unter »Messen«?
2. Nenne Beispiele für unmittelbares Messen!
3. Nenne Beispiele für mittelbares Messen!
4. Welche Arten von Messungen werden hauptsächlich bei der Fertigung eines Werkstückes ausgeführt?
5. Welche Maßsysteme für die Längenmessung sind bekannt?
6. Rechne folgende Zollmaße in mm um: $\frac{3}{8}$ "; $\frac{1}{2}$ "; $\frac{3}{4}$ "; $1\frac{1}{2}$ "; $1\frac{3}{4}$!"
7. Welche Ablesegenauigkeit erreicht man mit Stahlmaßstäben?
8. Wann verwendet man Gliedermaßstäbe?
9. Wodurch ist die geringe Genauigkeit bei den Gliedermaßstäben bedingt?
10. Wann verwendet man Innentaster?
11. Aus welchen Teilen besteht ein Meßschieber?
12. Erkläre das Ablesen eines Meßschiebers!
13. Was ist zu beachten, wenn der Meßschieber für Innenmessungen verwendet wird?
14. Wie groß ist die Ablesegenauigkeit bei Meßschiebern?
15. Erkläre das Ablesen einer Meßschraube!
16. Wie groß ist die Ablesegenauigkeit bei Meßschrauben?
17. In wieviel Teilstriche ist die Mantelhülse aufgeteilt, wenn das Feingewinde eine Steigung von 0,5 mm hat?
18. Wofür verwendet man Meßuhren?
19. Beschreibe die Arbeitsweise einer Meßuhr!
20. Wofür verwendet man Grensrachenlehren?
21. Wie erkennt man die Ausschubseite bei Grensrachenlehren und Grenzlehrdornen?
22. Wofür verwendet man Endmaße?
23. In welchen Maßeinheiten wird ein Winkel gemessen?
24. Rechne folgende Größen in Grad, Minuten und Sekunden um: $5,6^\circ$; $6,4^\circ$; $7,2^\circ$; $8,3^\circ$; $9,7^\circ$!
25. Nenne die gebräuchlichsten Winkelgrößen!
26. Läßt sich die Ebenheit einer Fläche in einem Maßsystem ausdrücken, wenn sie mit einem dünnen Lineal gemessen wird?
27. Wie verwendet man ein Lineal?
28. Beschreibe das Lichtspaltverfahren!
29. Wodurch entstehen Meßfehler?
30. Was ist über die Behandlung von Meßwerkzeugen zu sagen?

2. Anreißen



Der Zweck des Anreißens ist das Übertragen von Maßen aus einer Zeichnung auf den Werkstoff oder das Werkstück

Das Anreißen muß mit der größten Genauigkeit erfolgen, weil hiervon die Güte des fertig bearbeiteten Werkstückes abhängt. Gegebenenfalls ist nach einer Anreißlinie anzukörnen. Da das Anreißen sehr zeitraubend ist, versucht man ohne Anreißen auszukommen. Vor allem bei einfachen Werkstücken, die während der Bearbeitung jederzeit gemessen werden können, verzichtet man auf das Anreißen.

Um die geforderten Maße genau auf das Werkstück übertragen zu können, bereitet man die Anreißfläche besonders vor. Rohe Metallflächen mit Walzhaut, Guß- oder Schmiedestücke werden mit Kreide geweißt. Vorgearbeitete oder blanke Flächen bestreicht man mit Kupfervitriol (Vorsicht, Gift!). Die blanke Fläche erhält dadurch eine rotbraune Kupferhaut, auf der die Rißlinien weißglänzend markiert sind. Große Flächen lackiert man mit Schellack, dem etwas Fuchsin beigegeben wird.

Die **Anreißplatte** wird als Unterlage beim Anreißen benutzt. Ihre Oberfläche ist gehobelt und tuschiert oder geschliffen, also vollkommen eben.

Zylindrische Werkstücke, die beim Anreißen wegrollen, legt man in ein **Prisma** (Abb. 21) und klemmt sie notfalls fest. Das Anreißen von Linien geschieht durch Einritzen der Werkstoffoberfläche mit den Anreißwerkzeugen.

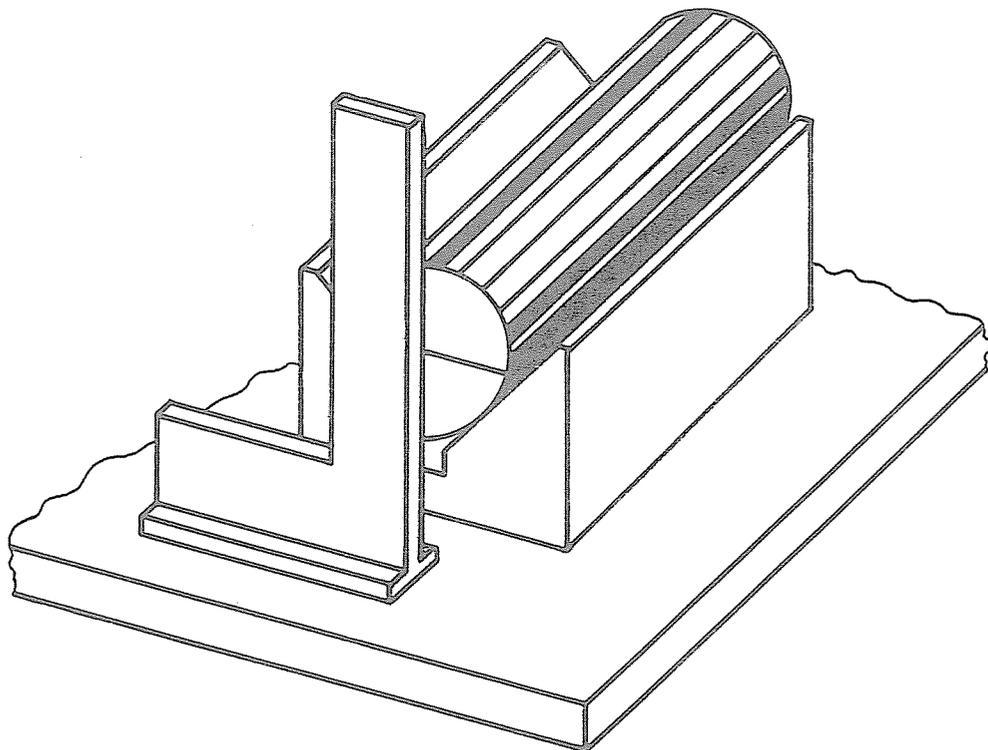


Abb. 21 Anreißen mit Anreißplatte und Prisma

Die **Reißnadel** aus Stahl oder Messing soll zu einem schlanken Kegel gespitzt sein, mit dem genau gearbeitet werden kann (Abb. 22). Der Spitzenwinkel soll etwa 12° betragen.

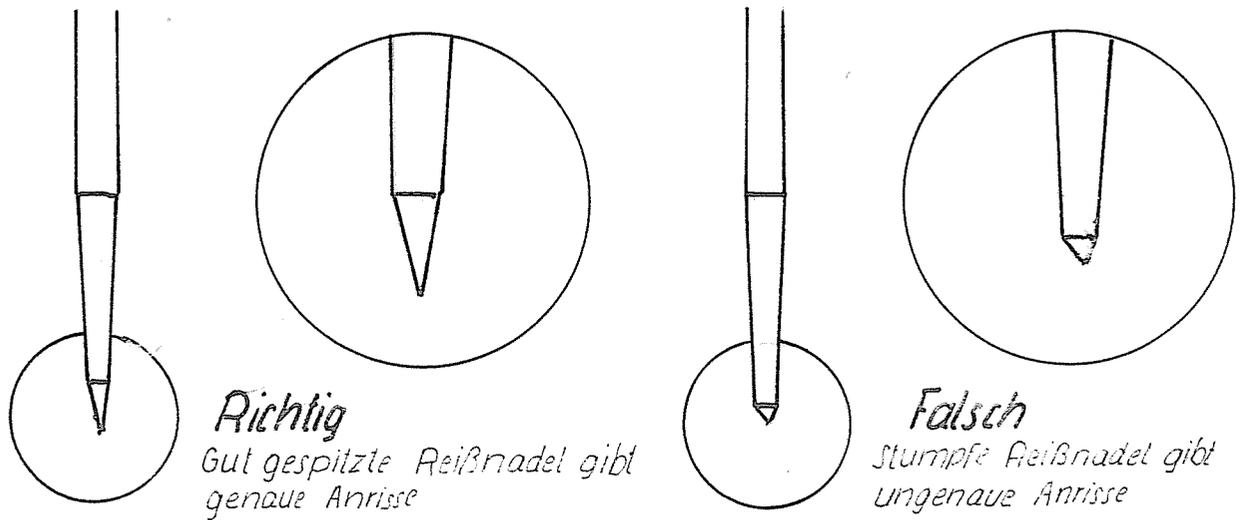


Abb. 22 Die Reißnadel

Fertig bearbeitete Flächen oder härtere Werkstücke werden mit einer **Messingreißnadel** angerissen, Weißbleche, verzinkte Bleche und Leichtmetall-Werkstücke mit einem **gut gespitzten Bleistift**. In allen anderen Fällen wird eine **Stahlreißnadel** verwendet. Die **Reißnadel** muß stets an der **unteren** Linienkante entlang geführt werden und in dieser Bewegungsrichtung geneigt sein (Abb. 23).

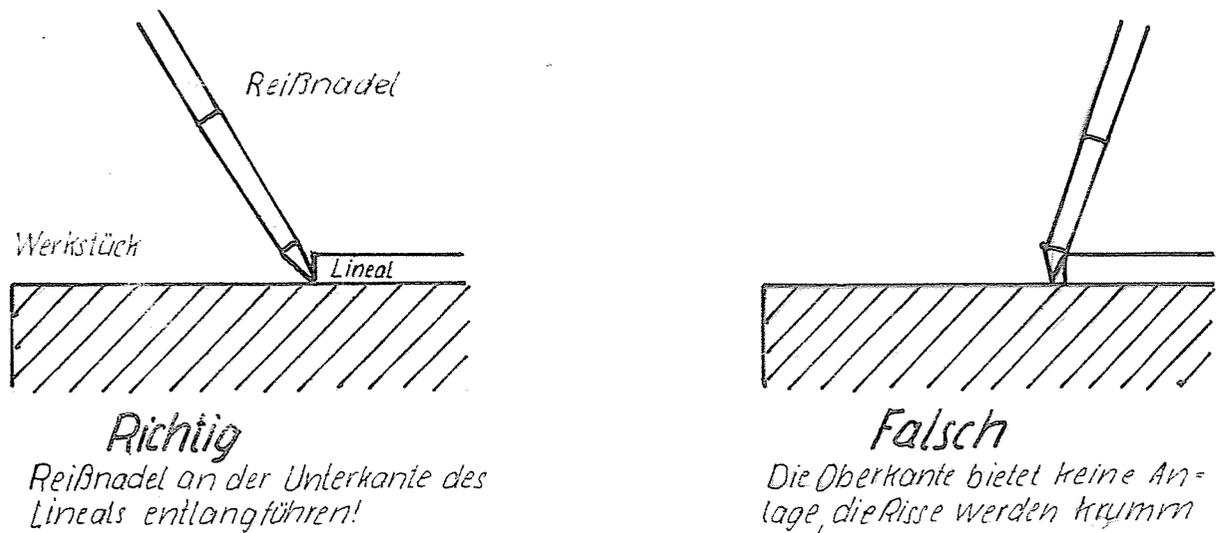


Abb. 23 Halten der Reißnadel

Mit Hilfe des **Streichmaßes** (Abb. 24) reißt man Linien parallel zu einer bearbeiteten Kante des Werkstückes an. Der Läufer wird im Anschlag auf das gewünschte Maß eingestellt.

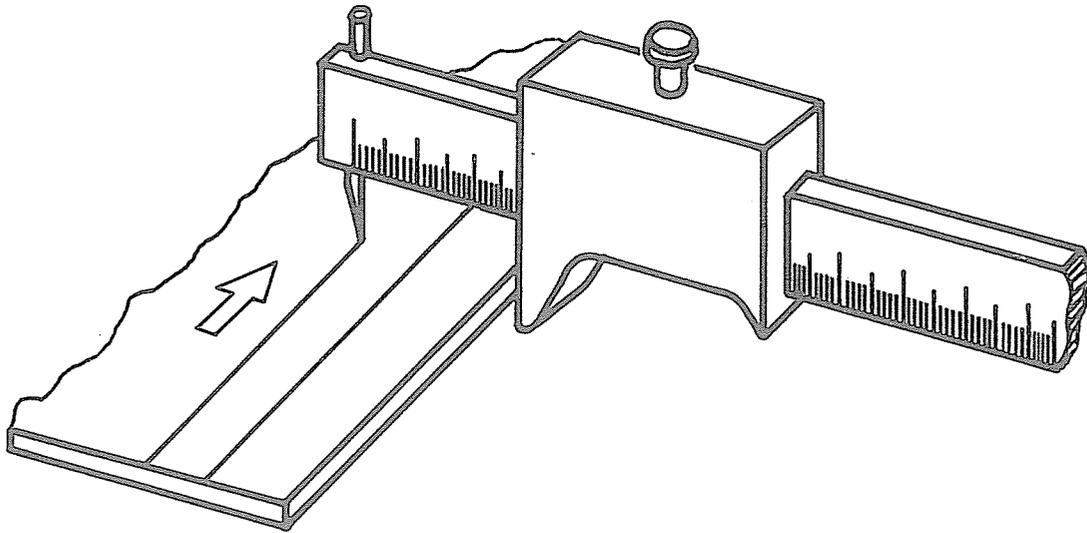


Abb. 24 Anreißern mit dem Streichmaß

Der **Parallelreißer**, auch **Reißstock** oder **Höhenreißer** genannt, eignet sich besonders gut zum Anreißern paralleler Linien verschiedener Höhe. Die Reißnadel des Parallelreißers ist in ihrem Halter drehbar und in ihrer Höhe verstellbar. Mit Hilfe eines Standmaßstabes oder eines Endmaßes stellt man den Parallelreißer auf ein genaues Maß ein (Abb. 25).

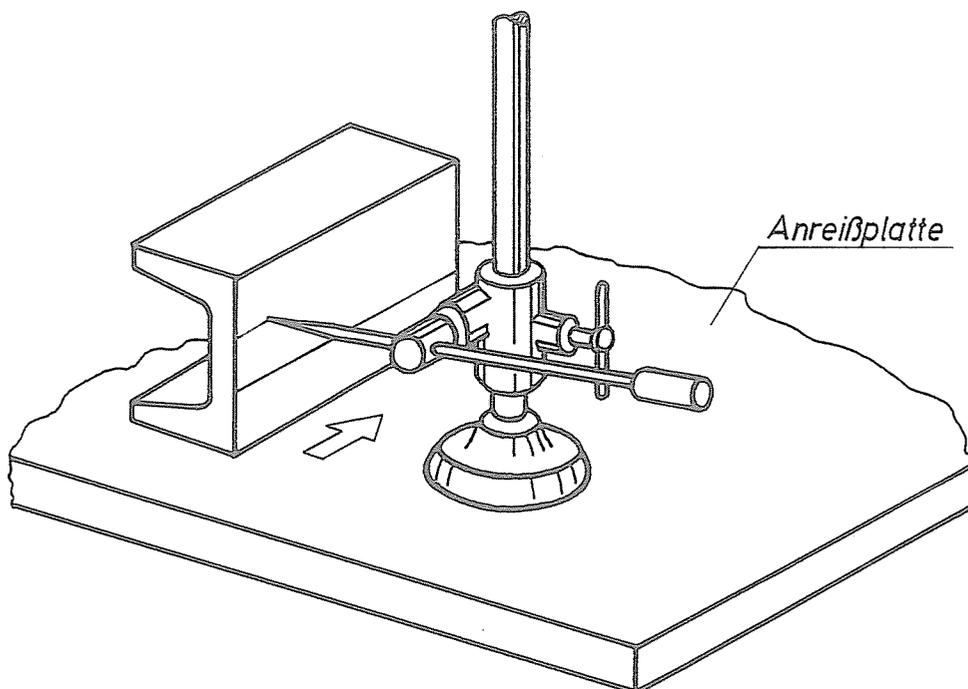


Abb. 25 Anreißern mit dem Parallel- bzw. Höhenreißer

Mit **Parallelendmaßen** läßt sich sehr genau anreißen, da diese als Urmaße genau maßhaltig geschliffen sind. Die Spitze des aufzusetzenden Anreißklötzchens nutzt sich mit der Zeit ab und muß dann so nachgeschliffen werden, daß sie stets in einer Ebene mit der Grundfläche liegt (Abb. 26).

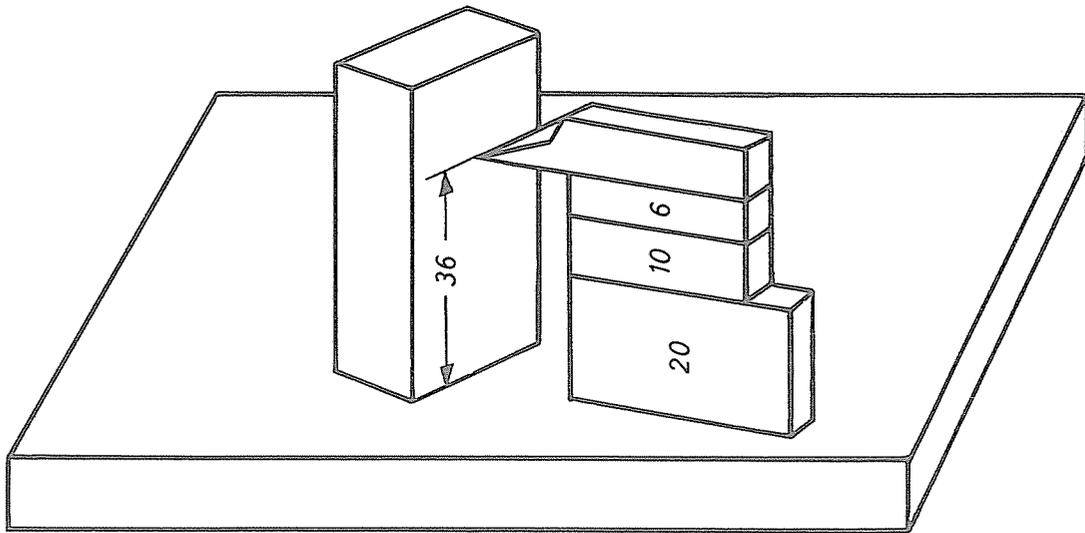


Abb. 26 Anreißen mit den Endmaßen

Zum Markieren von Kreisen verwendet man den **Spitzzirkel**. Er dient außerdem zum Abgreifen und Übertragen von Maßen. Die Zirkelspitzen sind gehärtet, damit sie scharf bleiben. Sie müssen gleiche Länge haben (Abb. 27).

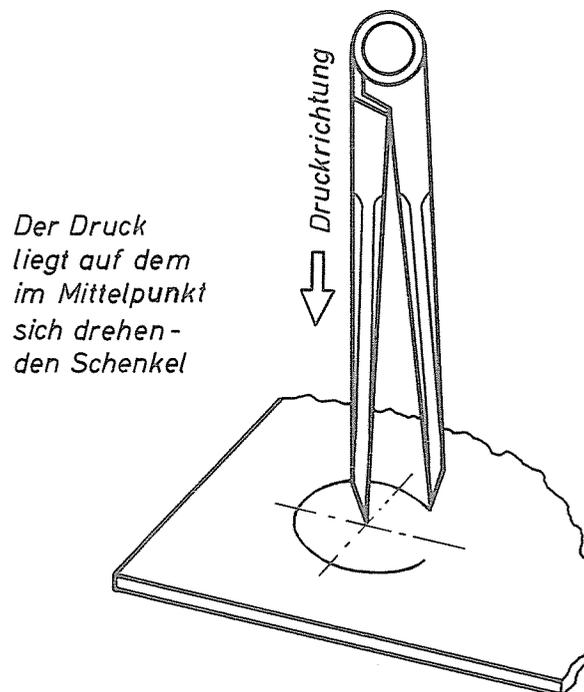


Abb. 27 Anreißen mit dem Zirkel

Zu den Anreißwerkzeugen zählen ferner **Anschlagwinkel**, **Gehrungswinkel**, **Flachwinkel** und **Lineale**.

2. 1. Ankörnen

Soll nach dem Anriß angekörnt werden, so müssen sich zwei Anrißlinien im rechten Winkel kreuzen. Auf diesen Kreuzungspunkt setzt man den Körner senkrecht auf, körnt und kontrolliert (eventuell mit der Lupe) den Einschlag des Körners (Abb. 28). Falls anschließend gebohrt werden soll, müssen die Einschläge des Körners breit genug sein, um der Spitze des Bohrers eine gute Führung zu geben.

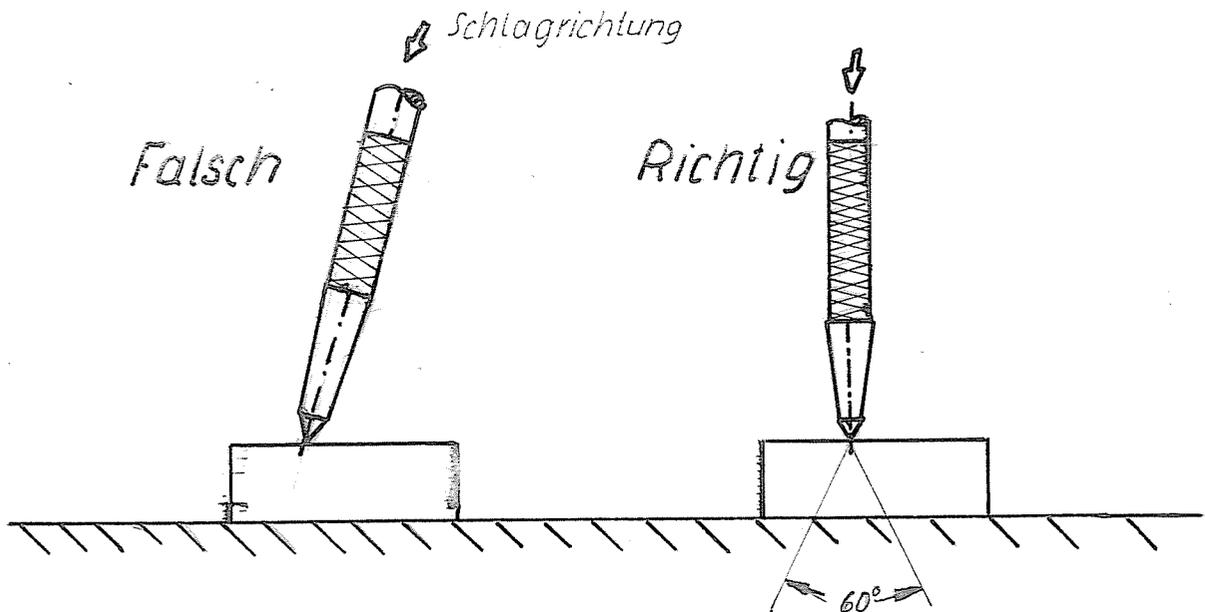


Abb. 28 Ankörnen mit dem Körner

Zum Ankörnen sind stets Körner mit schlanker Spitze, die scharf angeschliffen sind, zu verwenden. Körner mit stumpfer Spitze lassen sich nicht genau auf die Rißlinie setzen (Abb. 29); die Körnungen geben dann zum Beispiel einer Zirkelspitze unsicheren Halt. Der Spitzenwinkel eines richtig angeschliffenen Körners soll 60° betragen. Es kann allerdings zweckmäßig sein, mit einem schlanken Körner (40°) vorzukörnen und anschließend mit einem auf 60° angeschliffenen Körner nachzusetzen.

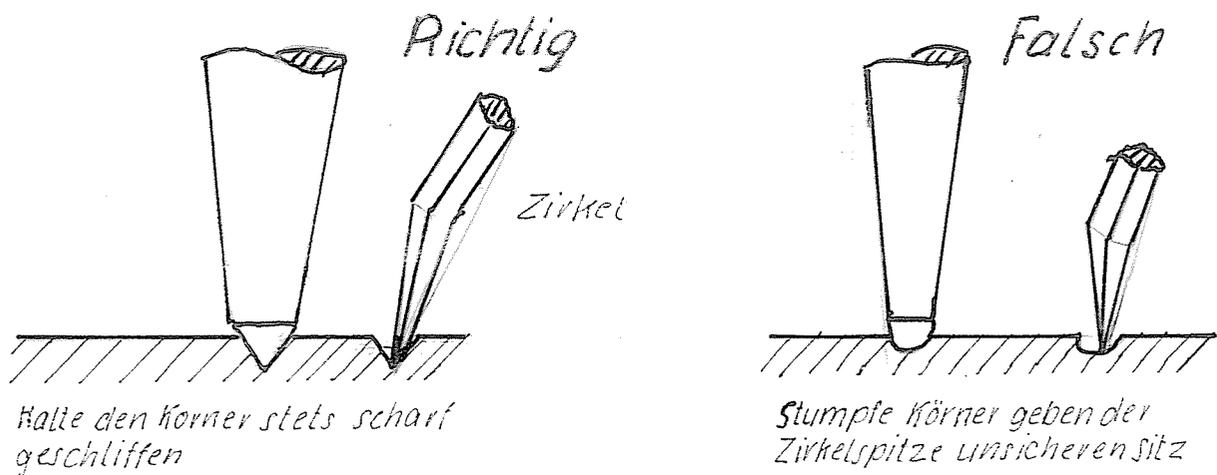


Abb. 29 Die Körnerspitze

2. 2. Fragen zu Abschnitt 2 (Anreißen)

1. Welchen Zweck hat das Anreißen?
2. Wann verzichtet man auf das Anreißen?
3. Welche Unterlage benutzt man zum Anreißen?
4. Welche Unterlage benutzt man zusätzlich zum Anreißen zylindrischer Werkstücke?
5. Warum verwendet man bei harten und bei bearbeiteten Oberflächen Messingreißnadeln?
6. Warum reißt man Leichtmetallbleche mit einem Bleistift an?
7. Wann verwendet man einen Parallelreißer?
8. Wann verwendet man Parallelendmaße?
9. Wie arbeitet man mit dem Spitzzirkel?
10. Welche Anreißwerkzeuge sind bekannt?
11. Wie erreicht man, daß die Rißlinien auf dem Werkstück besser sichtbar werden?
12. Was ist bei der Verwendung von Kupfervitriol zu beachten?
13. Was ist beim Ankörnen zu beachten?
14. Wann wird angekörnt?
15. Soll der Körnerkegel spitz oder stumpf ausgebildet werden?

3. Spanabhebende Formung

Wenn bei der Bearbeitung von Werkstücken Späne abgenommen werden, handelt es sich um eine spanabhebende Formung. Die Spanabnahme erfolgt dabei im allgemeinen durch Bewegung des Werkstückes oder des Werkzeuges unter Einwirkung von Druck bzw. Schlag. Die wichtigsten spanabhebenden Bearbeitungsarten sind das Meißeln, das Sägen, das Feilen, das Schaben, das Bohren, das Senken, das Reiben, das Gewindeschneiden und das Drehen. Die Formgebung erfolgt also durch Schneidwerkzeuge, deren scharfe, keilförmige Schneide in das Werkstück eindringt.

Folgende Anforderungen sind bei spanabhebenden Bearbeitungsarten zu erfüllen:

Die bearbeitete Fläche soll so glatt werden, wie dies jeweils erforderlich ist.

Die Arbeitszeit soll möglichst kurz sein.

Der Kraftanwand am Werkzeug soll möglichst klein sein

Die Standzeit) des Werkzeugs soll möglichst groß sein*

Für den Vorgang der Spanabtrennung ist einmal die Härte der Schneide und zum anderen der Winkel des Keils von Bedeutung. Alle schneidenden Werkzeuge haben den Keil als Grundform.

Mit **Keilwinkel** bezeichnet man den von den Schneidflächen des Werkzeugkeils gebildeten Winkel, der in den Werkstoff oder das Werkstück eindringt (Abb. 30). Die Größe des Keilwinkels β ist abhängig von der Härte und Festigkeit des zu bearbeitenden Werkstoffes. Der Winkel muß so groß sein, daß das Werkzeug die Festigkeit des Materials überwinden kann, ohne abzubringen. Je kleiner der Keilwinkel ist, um so leichter dringt das Werkzeug in den Werkstoff ein. Es besteht aber die Gefahr, daß bei zu hohem Keildruck (Schnittdruck) und zu kleinem Keilwinkel die Schneide ausbricht.

Darum kann der Keilwinkel um so kleiner sein, je weicher der Werkstoff ist.

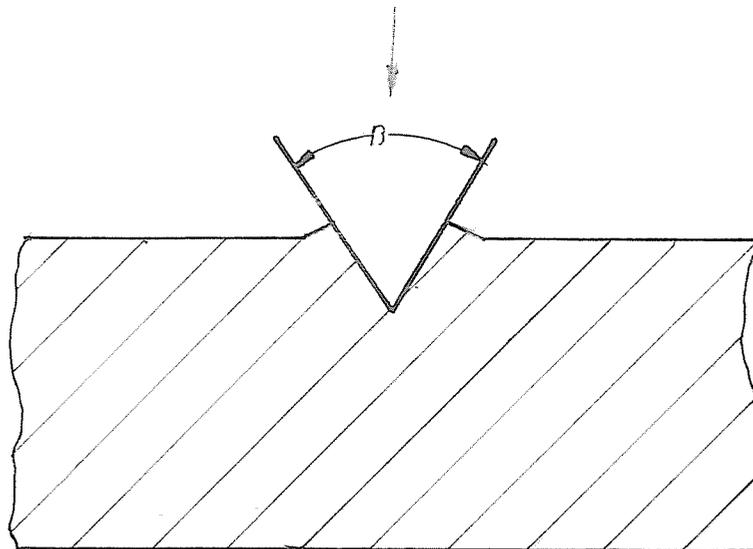


Abb. 30 Der Keilwinkel

*) Die Standzeit ist die Arbeitszeit zwischen dem Schleifen und dem Nachschleifen des Werkzeuges.

Bei der Arbeitsbewegung gibt man dem Keil eine gewisse Neigung gegen die Oberfläche des zu bearbeitenden Werkstückes, damit die Reibung des Werkzeuges (Keil) am Werkstoff gering bleibt. Dieser Winkel zwischen dem Schneiderücken des Werkzeuges und der Oberfläche des Werkstückes wird mit **Freiwinkel** oder auch **Anstellwinkel** α bezeichnet (Abb. 31).

Der Freiwinkel wird im allgemeinen nur so groß gewählt, daß der Keil genügend frei schneidet und nicht zu sehr reibt.

α = Freiwinkel
 β = Keilwinkel
 δ = Schnittwinkel

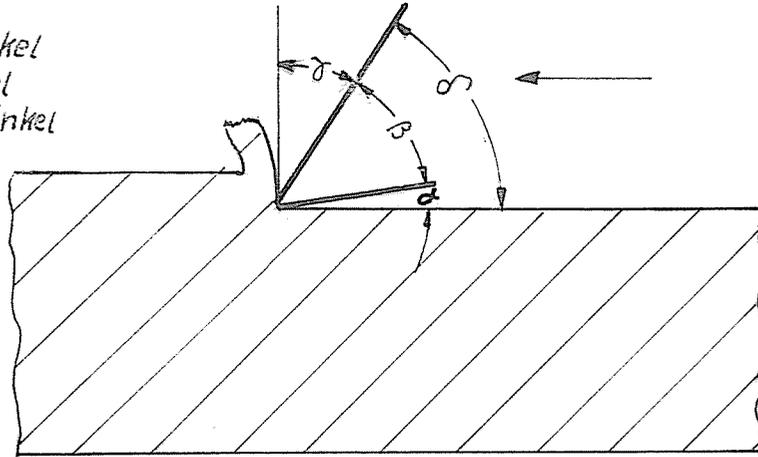


Abb. 31 Meißeln

Der Summenwinkel, gebildet aus dem Keilwinkel und dem Freiwinkel, ergibt den **Schnittwinkel** δ .



$$\alpha + \beta = \delta$$

δ muß bei schneidendem Werkzeug immer kleiner als 90° sein (Abb. 31). Sobald jedoch δ den Winkel 90° übersteigt, ergibt sich eine schabende Arbeitsweise (Abb. 32). Hierbei werden keine zusammenhängenden Späne mehr abgetrennt.

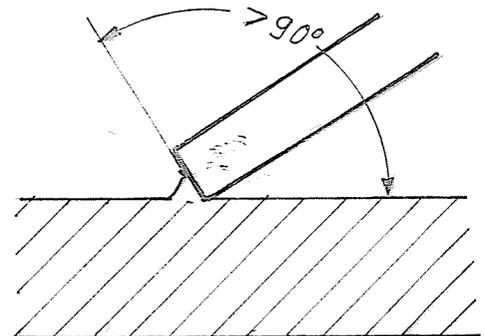
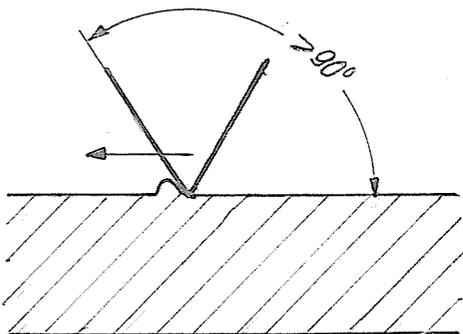


Abb. 32 Schaben

Beim Eindringen der Schneidkante des Werkzeuges in den Werkstoff entsteht der Span, der von der Spanfläche des Werkzeuges abgelenkt wird. Spanfläche nennt man die Oberfläche des Werkzeuges, die dem Werkstück abgewandt ist und mit dem Lot auf der zu beschabenden Fläche des Werkstückes den Winkel γ bildet (Abb. 31). Dieser Winkel ist der **Spanwinkel**, der zuweilen auch als **Brustwinkel** bezeichnet wird. Die **Spanbildung** hängt von der Größe des Spanwinkels ab. Je größer der Spanwinkel gewählt wird, um so kleiner wird die Spanabnahme.

3. 1. Meißeln

»Meißeln« ist das Bearbeiten von Werkstoffen mit einem keilförmig angeschärften Werkzeug (Meißel), wobei dessen Schneidwirkung durch Schlagen mit einem Handhammer oder mit einem maschinell angetriebenen Hammer erzielt wird.

Beim Arbeitsvorgang »Meißeln« wird infolge des Hammerschlages die Schneide des Meißels in den Werkstoff getrieben, wobei zunächst eine Kerbe entsteht, die je nach der Stellung des Meißels zum Werkstoff entweder spanlos zu dessen Trennung (Spaltung) oder zur Bildung eines Spans führt (Abb. 33).

Bei steiler Haltung des Meißels wird der Werkstoff aufgetrennt, während bei entsprechend flacher Haltung des Werkzeugs eine Spanabnahme erfolgt.

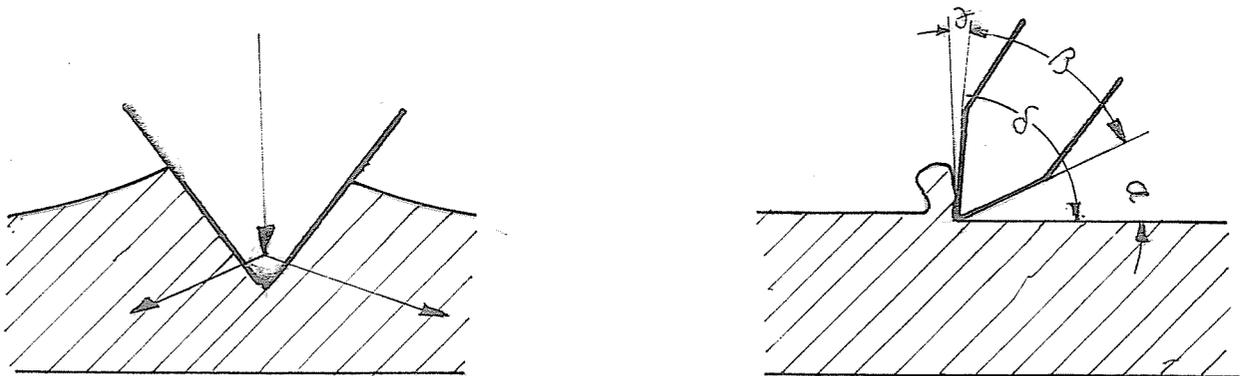


Abb. 33 Trennende und spanabhebende Wirkung

Meißelwerkzeuge

Meißel werden zum Abtrennen von Stab- und Formstahlstücken, zum Entgraten (Guß- und Schweißnähte), zum Aushauen von Formblechen, zum oberflächlichen Glätten unebener Flächen, zum Stemmen von Löchern und für ähnliche Arbeiten benutzt.

Die Hauptteile des Meißels sind **Kopf**, **Schaft** und **Schneide** (Abb. 34).

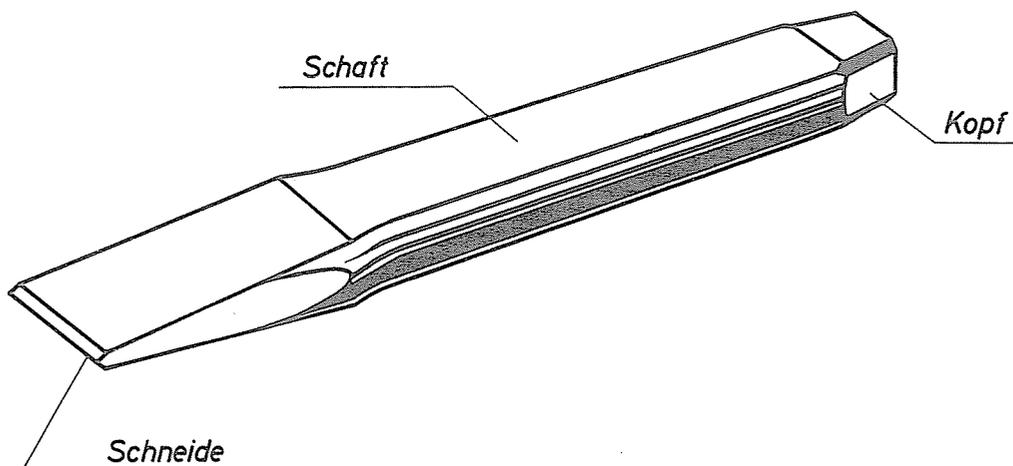
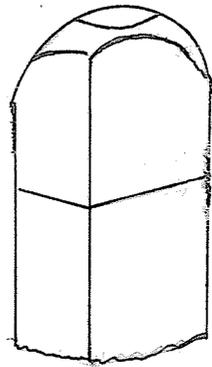


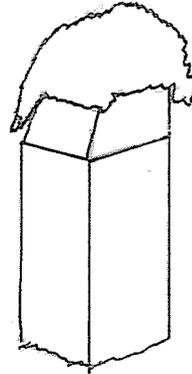
Abb. 34 Flachmeißel

Als Werkstoff verwendet man guten Werkzeugstahl oder auch Chrom-Vanadiumstahl. Der Schneideteil des Meißels wird gehärtet, während Kopf und Schaft weich bleiben müssen, um ein Prellen und Splintern beim Meißeln zu vermeiden. Eine einwandfreie, richtig geschliffene Meißelschneide ist die Voraussetzung für eine saubere Arbeit. Der Meißelkopf ist etwas verjüngt mit gebrochenen Kanten auszuführen, um sogenannte Bartbildungen und damit Abspringen von Metallteilen zu vermeiden (Abb. 35).

Die Form des Meißels richtet sich stets nach seinem Verwendungszweck.



So soll der Meißelkopf aussehen!

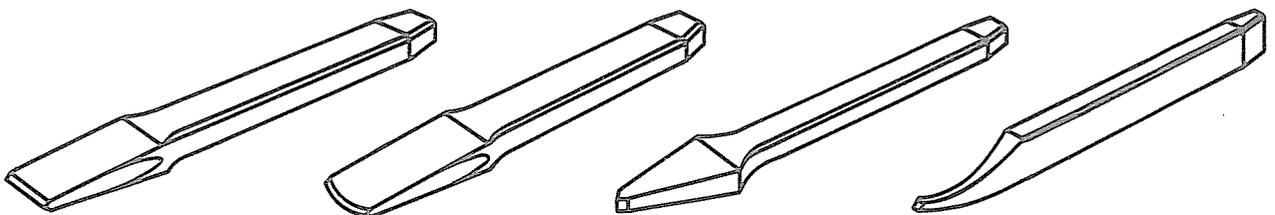


Der Bart (Bürste) muß nach hinten abgeschlagen und verschliffen werden. Unfallgefahr!



Abb. 35 Meißelkopf

Als gebräuchlichste Meißel unterscheidet man: **Flachmeißel**, **Aushaumeißel**, **Kreuzmeißel** und **Nutenmeißel** (Abb. 36). Neben diesen Arten gibt es noch Hohl-, Rohr-, Kaltschrot- und Warmschrotmeißel. Für Maschinenhämmer sind noch andere Meißelarten im Gebrauch.



Flachmeißel

Aushaumeißel

Kreuzmeißel

Nutenmeißel

Abb. 36 Meißelarten

3. 2. Sägen

»Sägen« ist das Abnehmen kleiner Späne mit vielen, auf der Schmalseite eines Sägeblattes hintereinander angeordneten meißelartigen Schneiden (Zähnen), von denen gleichzeitig mehrere wirksam sind. Das Sägen kann von Hand oder maschinell ausgeführt werden.

Der **Arbeitsvorgang** besteht aus dem Bewegen der Säge in Schnittrichtung (Schnittbewegung) unter gleichzeitigem Drücken (Schnittdruck). Dabei dringen die Zähne der Säge in den Werkstoff ein und nehmen kleine Späne ab (Spanabnahme). Die Bewegungsrichtung kann wechselnd (hin und her, Handsäge) oder gleichbleibend (Kreissäge) sein. Das Sägen dient hauptsächlich zum Trennen von Werkstoffen sowie zum Herstellen von Schlitzen und Einschnitten (Abb. 37).

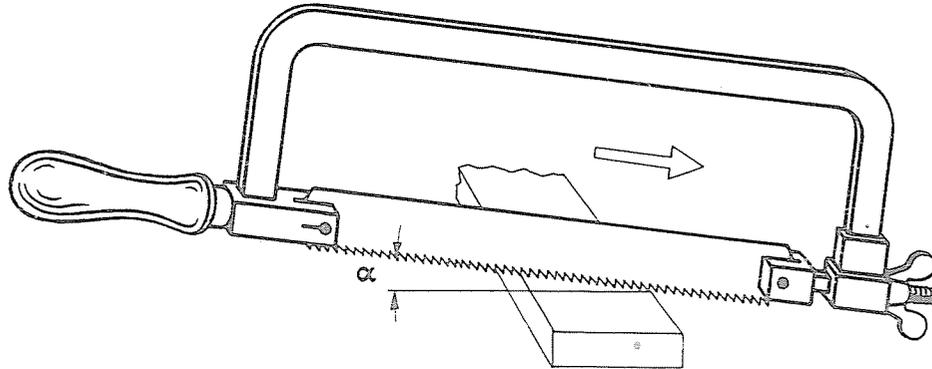


Abb. 37 Das Sägen

Sägewerkzeuge

Die für das Sägen verwendeten Sägeblätter bestehen aus unlegiertem Werkzeugstahl oder Schnellschnittstahl. An einer oder an beiden Schmalseiten des Sägeblattes sitzen die gestanzten oder gefrästen Zähne.

Bei tieferem Eindringen eines Sägeblattes in das Werkstück würde es sich durch Reibung an den Seiten der Schnittfuge festklemmen, wenn es nicht durch Schränken, Wellen, Stauchen oder Hohlchliff eine freie Schnittführung erhalten würde (Abb. 38). Durch das Schränken, Wellen usw. wird die Schnittfuge breiter als das Sägeblatt stark ist, so daß die Säge ohne Reibung arbeiten kann. Bei geschränkten Sägeblättern sind die Zähne abwechselnd nach rechts und links abgebogen, während man bei gewellten Blättern immer eine Anzahl von Zähnen abwechselnd bogenförmig nach rechts oder nach links biegt.

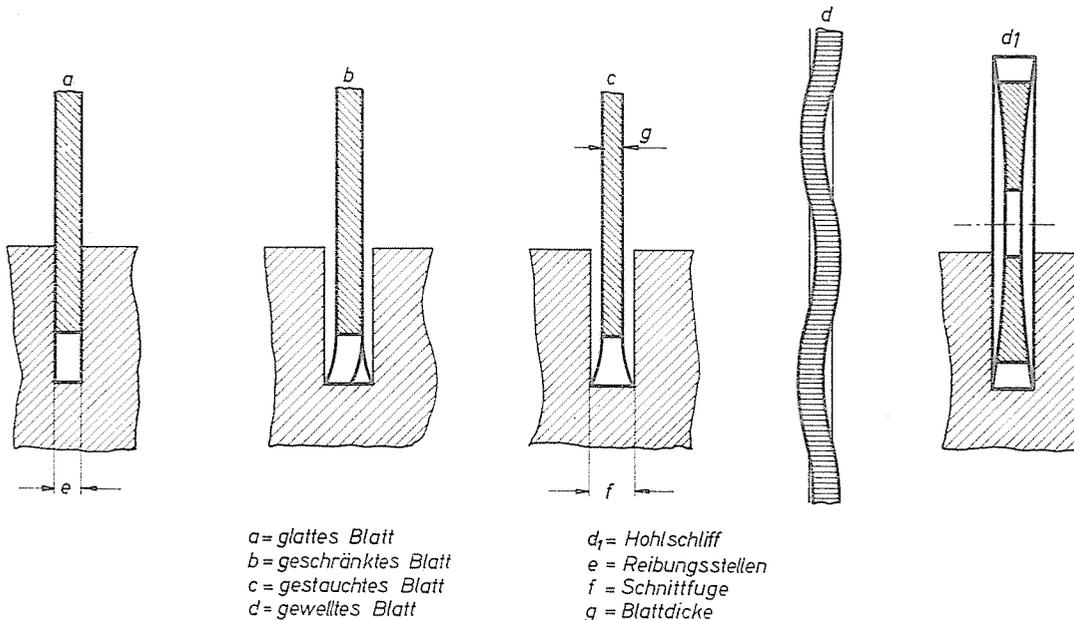


Abb. 38 Die verschiedenen Sägeblattformen

Die Form und die Größe der Zähne sowie deren Zahl sind von Einfluß auf die Schnittleistung. Der Keilwinkel eines Sägezahnnes beträgt etwa 50° und der Schnittwinkel etwa 90° (Abb. 39).

Zahnform bei harten Werkstoffen

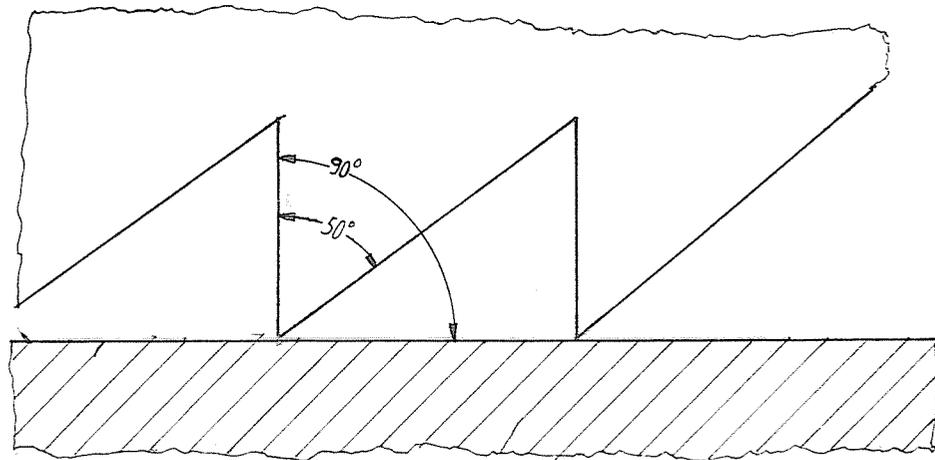


Abb. 39 Die Sägezahnform

Der Abstand von Zahnspitze zu Zahnspitze ist die **Zahnteilung**, die enger wird, wenn sich die **Zahnzahl** (Zähnezahl) erhöht. Die Zähnezahl, welche auf eine Länge von 25 mm des Sägeblattes entfällt, ergibt die **Zahnung**. Man paßt die Zahnung eines Sägeblattes der Härte und Festigkeit des abzutrennenden Werkstoffes an.

Für harte Werkstoffe benötigt eine enge Zahnung (große Zahnzahl), um eine bessere Schnittleistung zu erreichen

Umgekehrt wählt man zum Trennen weicher Werkstoffe Sägeblätter mit weiter Zahnung.

3.3. Feilen

»Feilen« ist das Abnehmen kleiner Späne mit neben- und hintereinander auf dem Werkzeug (Feile) angeordneten kleinen meißelartigen Schneiden (Zähnen), von denen eine Vielzahl gleichzeitig wirksam ist. Das Feilen kann von Hand oder maschinell erfolgen. Der Arbeitsvorgang besteht aus einer Vorwärtsbewegung (Schnittbewegung) und aus dem Rückhub. Beim Vorwärtsbewegen wird die Feile auf das Werkstück gedrückt (Schnittdruck). Die Zähne dringen in den Werkstoff ein und nehmen kleine Späne ab. Der Rückhub erfolgt ohne Druck.

Der Zweck des Feilens ist die Spanabhebung an Werkstücken zur Erzielung von ebenen, winkligen und parallelen Flächen sowie regelmäßigen und unregelmäßigen Werkstückformen, wobei vorgeschriebene Maße, Formen und Oberflächengüten eingehalten werden müssen.

Feilwerkzeuge

Eine Feile besteht aus dem **Feilenkörper** (Feilenblatt aus hochwertigem Stahl) mit kleinen, meißelartig eingehauenen oder eingefrästen **Zähnen** und der **Angel**, die zur Befestigung des Feilenheftes (Griff) dient. Nach der Form des **Querschnittes** unterscheidet man:

Flachfeilen, Vierkantfeilen, Dreikantfeilen, Rundfeilen, Halbrundfeilen, Vogelzungenfeilen, Dach- oder Baretffeilen, Messerfeilen, Schwertfeilen, Zapfenfeilen usw. (Abb. 40).

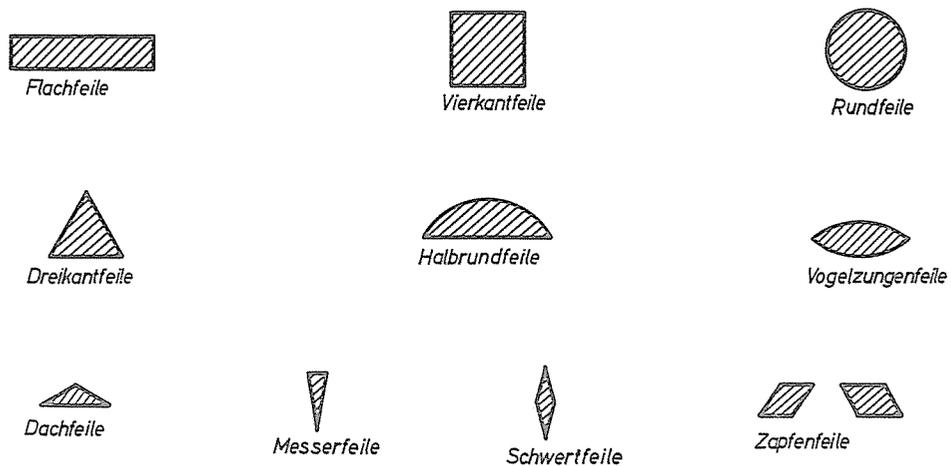


Abb. 40 Feilenquerschnitte

Nach der **Hiebart** unterscheidet man:

- a) **Einhiebige Feilen** mit gerader, schräger oder bogenförmiger Hiebanordnung, die vorwiegend für die Bearbeitung weicher Werkstoffe (Zinn, Zink, Blei, Aluminium usw.) benutzt werden. Sie sind auch als Säge- oder Schärffeilen gebräuchlich (Abb. 41).

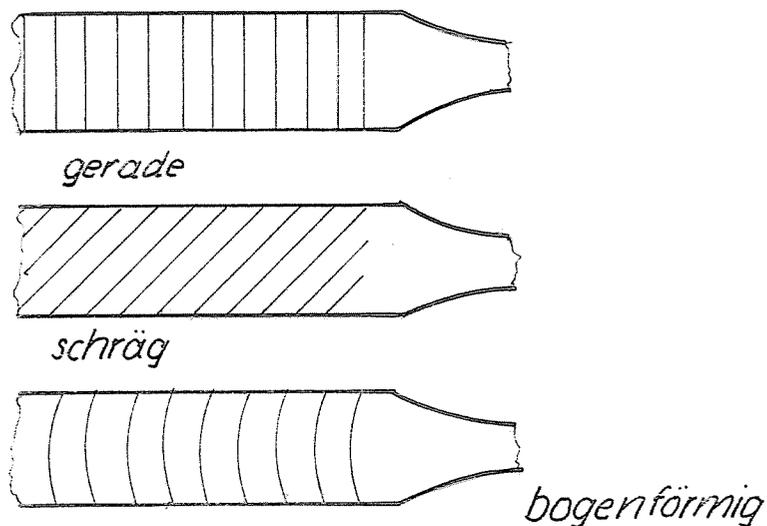


Abb. 41 Einhiebfeilen



- b) **Pockenhiebig Feilen** (Raspeln), die für die Bearbeitung der Werkstoffe Leder, Holz oder Horn bestimmt sind. Auch Blei kann mit solchen pockenhiebig Feilen bearbeitet werden (Abb. 42).

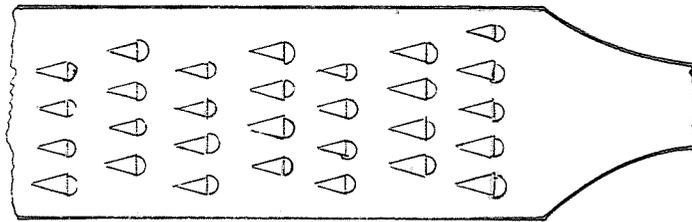


Abb. 42 Pockenhiebig Feile

- c) **Doppelhiebig oder Kreuzhieb-Feilen**, die man für die Bearbeitung härterer Werkstoffe verwendet. Auf das Feilenblatt sind Unterhiebe im Winkel von etwa 54° zur Feilenachse eingearbeitet. Dieser Unterhieb wird auch als Grundhieb bezeichnet. Kreuzweise zu diesem Unterhieb wird im Winkel von etwa 71° zur Feilenachse der Oberhieb oder Aufhieb angebracht (Abb. 43). Dadurch erreicht man eine seitliche Verschiebung der Zähne und vermeidet die Riefenbildung im Werkstoff.

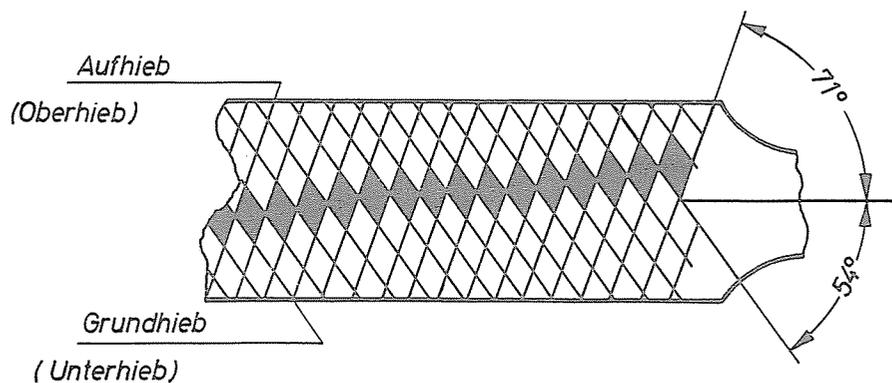


Abb. 43 Kreuzhiebig Feile

Nach der Hiebteilung unterscheidet man:

Schrupffeilen,	8—15 Hiebe auf 1 cm Länge,
Halbschlichtfeilen,	15—25 Hiebe auf 1 cm Länge,
Schlichtfeilen,	30—80 Hiebe auf 1 cm Länge,
Doppelschlichtfeilen,	80—120 Hiebe auf 1 cm Länge.

Hinsichtlich ihrer **Größen** werden die Feilen eingeteilt in:

Armfeilen (Strohfeilen), Handfeilen, Schlüsselfeilen und Nadelfeilen.

Die Länge einer Feile wird in mm angegeben (ohne Angel).

3. 4. Schaben

»Schaben« ist das Abstoßen kleiner und kleinster Späne von einer Werkstückoberfläche mit einem scharfkantigen Werkzeug, dem Schaber.

Beim Schaben werden Erhöhungen (Bearbeitungsriefen) der Werkstückoberfläche durch den Schaber beseitigt. Dieses Bearbeitungsverfahren ist sehr zeitraubend und wird nur dort angewendet, wo es auf höchste Genauigkeit ankommt.

Schabwerkzeuge

Man unterscheidet:

Flachschaber zum Schaben ebener Flächen. Die Flachschaber sind in ihrer Form einer Flachfeile ähnlich, haben jedoch keinen Hieb. Weitere Arten sind **Dreikantschaber** und **Löffelschaber**, die man zum Schaben von runden und gewölbten oder geformten Flächen (Innenrundungen, Lagerschalen) verwendet.

Schaber werden aus gutem Werkzeugstahl geschmiedet, vorgeschliffen, gehärtet, nachgeschliffen und abgezogen. Zum Bearbeiten besonders harter Werkstoffe können Schaber mit Hartmetallschneiden verwendet werden. Weitere, beim Schaben gebräuchliche Werkzeuge sind die **Tuschierplatte** und das **Tuschierlineal**, mit denen die Güte der geschabten Fläche von Zeit zu Zeit nachzuprüfen ist. Als Tuschierfarben werden Pasten aus Kreide, Öl und Pariser Rot oder Berliner Blau benutzt. Für einfachere Arbeiten sind selbsthergestellte Tuschierfarben aus Ruß oder Mennige mit Öl gebräuchlich.

3. 5. Bohren

»Bohren« ist ein spanabhebendes Arbeitsverfahren. Beim Bohren dreht sich zumeist das Werkzeug (Bohrer). Er wird in seiner axialen Richtung gegen das Werkstück vorgeschoben, wobei der Bohrer die Schnittbewegung ausführt.

Das Bohren dient zum Herstellen von runden Löchern in dem Werkstoff oder Werkstück durch schneidende Werkzeuge. Es werden dabei Grundlöcher und Durchgangslöcher unterschieden.

Bohrwerkzeuge

Alle Bohrwerkzeuge sind entsprechend ihrem Verwendungszweck verschieden geformt. Doch haben sie sämtlich den Keil als Grundform der Bohrschneiden.

Die wichtigsten Bohrwerkzeuge sind:

Spitzbohrer, Spiralbohrer, Kanonenbohrer (Tieflochbohrer), Zentrierbohrer, Kronenbohrer und Bohrstange.

Die Urform der Bohrer ist der aus flachgeschmiedetem Stahl bestehende **Spitzbohrer**, der einen Spitzenwinkel von $90^\circ \dots 120^\circ$ haben kann (Abb. 44). Er findet heute kaum noch Verwendung, weil sich sein Durchmesser beim Nachschleifen ändert, und außerdem die Bohrführung sowie die Spanabfuhr mangelhaft sind.

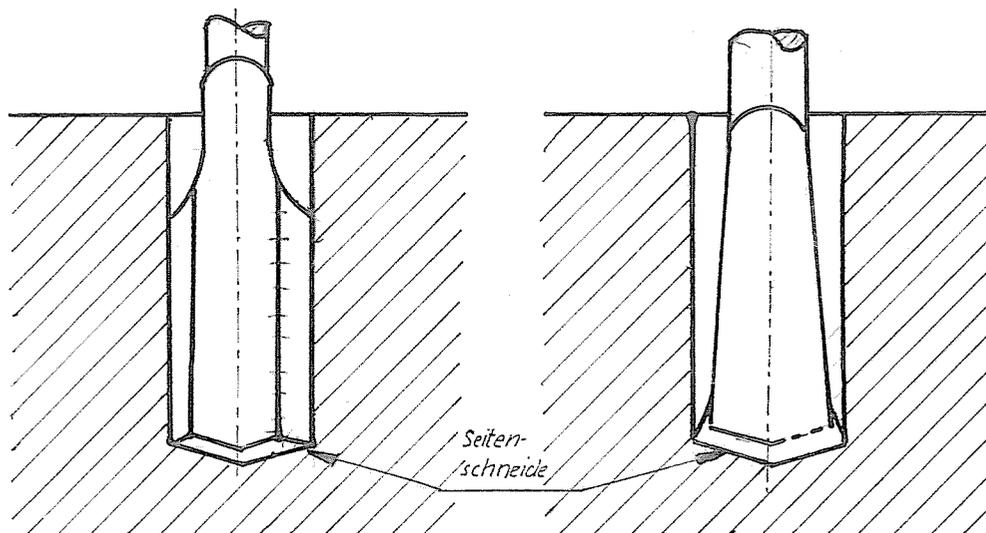


Abb. 44 Spitzbohrer



Dagegen ist das meist verwendete Bohrwerkzeug der **Spiralbohrer** (Abb. 45). Seine besonderen Vorteile sind:

- ☒ *Günstige Winkel an den Schneiden*
- ☒ *Gleichbleibender Bohrerdurchmesser beim Nachschleifen*
- ☒ *Gute Führung des Bohrers im Werkstück*
- ☒ *Gleichmäßige Spanabfuhr aus der Bohrung*

Der Spiralbohrer wäre besser als **Wendelbohrer** zu bezeichnen, weil die für ihn kennzeichnenden Nuten in Form von Wendeln ausgebildet sind. Diese Nuten liegen einander gegenüber. Der Winkel, den die Schraubenlinie der Nuten mit der Bohrachse bilden (Drall), ist maßgebend für die Größe des Span- und Schnittwinkels (Abb. 46). Der Span- oder Schnittwinkel und die Steigung der Schraubenlinie (Drall) müssen der zu bearbeitenden Werkstoffart angepaßt sein.

Dieser Winkel beträgt für:

☒ <i>Preßstoffe</i>	<i>50°</i>
<i>Stahl</i>	<i>116°...120°</i>
<i>Messing</i>	<i>730°</i>
<i>Aluminium</i>	<i>740°</i>

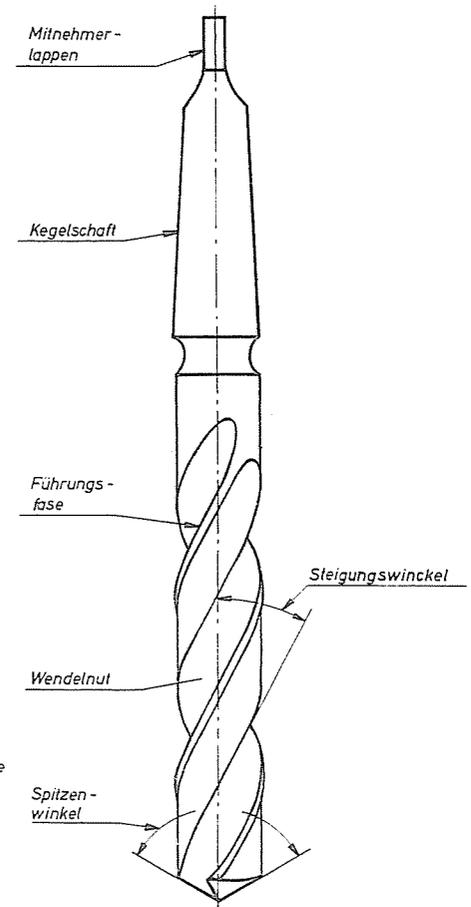
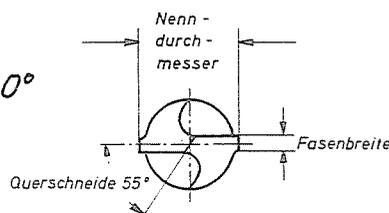
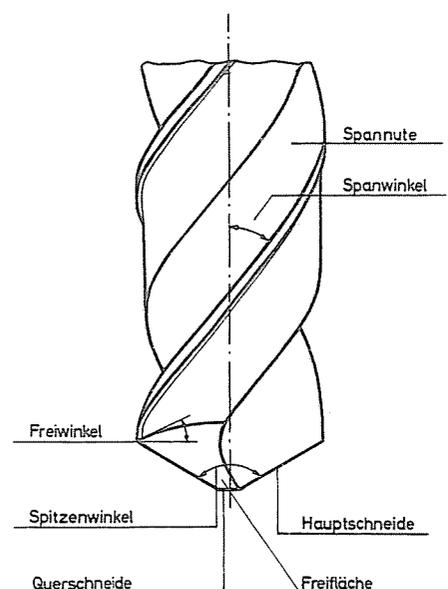


Abb. 45 Spiralbohrer

Spiralbohrer werden aus unlegiertem oder legiertem Werkzeugstahl hergestellt. Mit eingesetzten Hartmetallschneiden ist es möglich, selbst die härtesten Werkstoffe zu bearbeiten und vor allem die Schnittgeschwindigkeit wesentlich höher zu wählen.

Abb. 46 Die verschiedenen Winkel beim Spiralbohrer



Der **Kanonbohrer** (Abb. 47) wird zum Herstellen genauer Bohrungen verwendet.

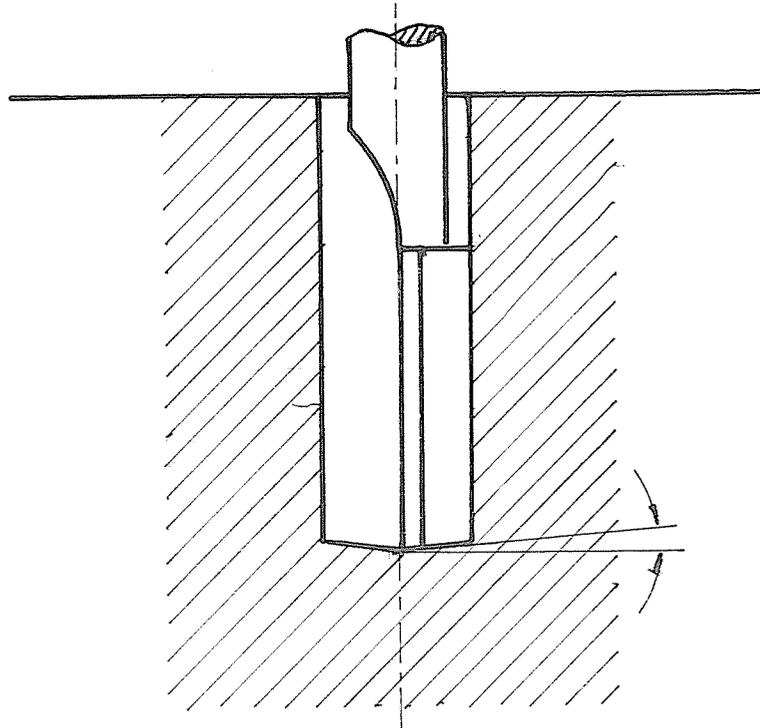


Abb. 47 Kanonbohrer

Der **Zentrierbohrer** (Abb. 48) dient zum Zentrieren von Werkstücken, die zwischen Spitzen zu bearbeiten sind.

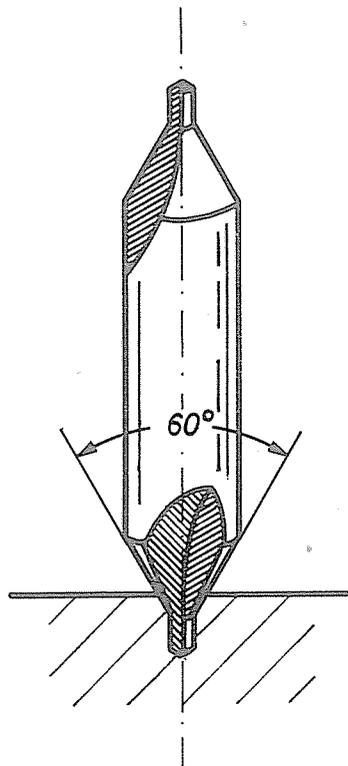


Abb. 48 Zentrierbohrer

Mit dem **Kronbohrer** (Abb. 49) kann man kreisringförmige Löcher bohren.

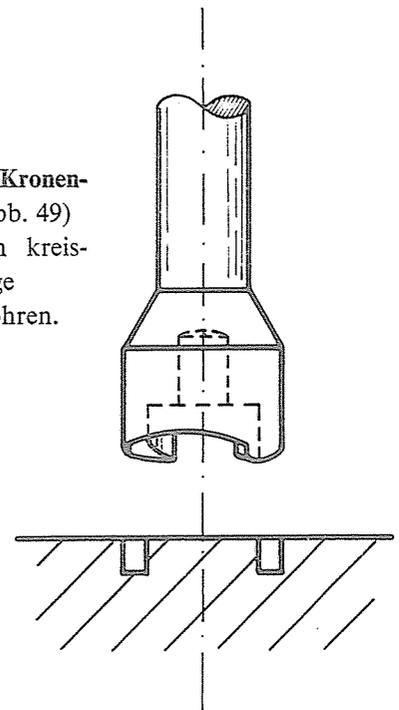


Abb. 49 Kronbohrer

Der an der **Bohrstange** (Abb. 50) befestigte Bohrstaht ermöglicht es, vorgebohrte Löcher aufzubohren.

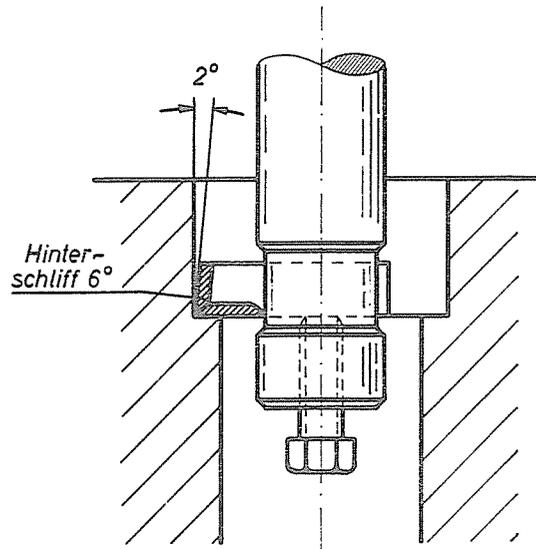


Abb. 50 Bohrstange

Das **Anschleifen** der Spiralbohrer muß sehr sorgfältig vorgenommen werden. Sind z. B. durch das Anschleifen die Hauptschneiden verschieden lang geworden, dann entstehen zu große Bohrdurchmesser. Mit Hilfe von Schleiflehren lassen sich solche Fehler leicht feststellen.

Als **Bohrmaschinen**, in welche die Bohrer zum Bearbeiten des Werkstückes einzuspannen sind, verwendet man:

- Brustleiern und Drillbohrer*
- Handbohrmaschinen (Handantrieb)*
- Handbohrmaschinen (Elektrischer Antrieb)*
- Tischbohrmaschinen*
- Säulen- und Ständerbohrmaschinen*

3. 6. Senken

»Senken« ist ein Arbeitsverfahren, das im Anschluß an das Bohren zur Anwendung kommt. Hierbei werden Bohrungen entgratet oder Aussenkungen für Schraubenköpfe oder Niete hergestellt, indem das Bohrloch an der Werkstoffoberfläche entweder trichterförmig oder zylinderartig erweitert wird (Abb. 51 und 52). Auch beim Senken dreht sich fast ausschließlich das Werkzeug. Die Schnittgeschwindigkeit und der Vorschub sind allerdings kleiner zu wählen als beim Bohren.

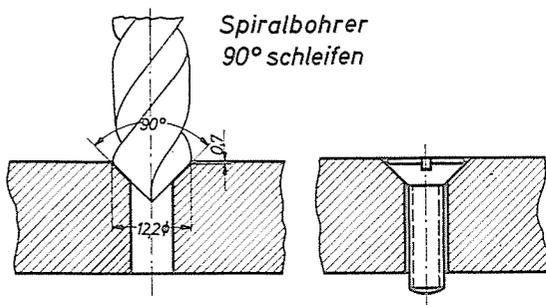


Abb. 51 Kegelsenkung

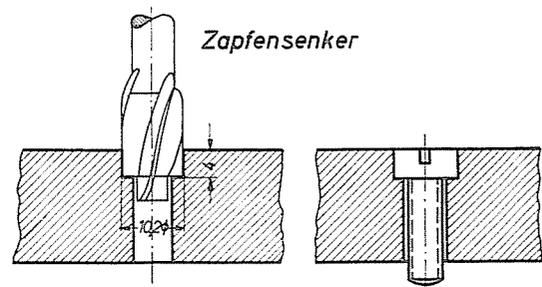


Abb. 52 Zylindersenkung

Senkwerkzeuge

Als gebräuchlichste Senkerarten unterscheidet man: Spitzsenker (Krauskopf), Zapfensenker und Spiralsenker. Der **Spitzsenker** oder **Krauskopf** dient zum Entgraten von Bohrlöchern und zum Aussenken von Löchern für das Versenken von Nietköpfen (Abb. 53).

Zum Versenken von Schraubenköpfen in ausgesenkten Bohrlöchern haben die Senker den gleichen Durchmesser wie die zu versenkenden Schraubenköpfe. Die Spitzenwinkel der Spitzsenker sind genormt. Man verwendet einen Winkel von:

- 60° zum Entgraden von Bohrlöchern
- 75° zum Herstellen von Aussenkungen für Nietköpfe
- 90° zum Versenken von Senk- und Linsenkopfschrauben
- 120° zum Versenken von Senk- und Linsenkopfschrauben

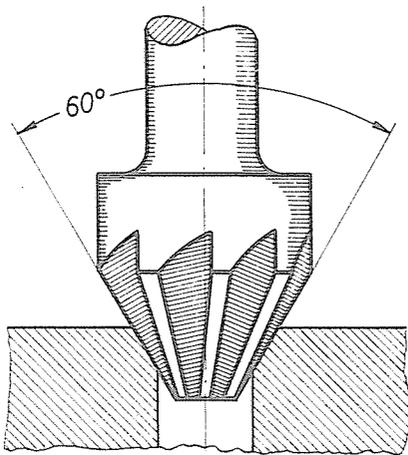


Abb. 53 Spitzsenker

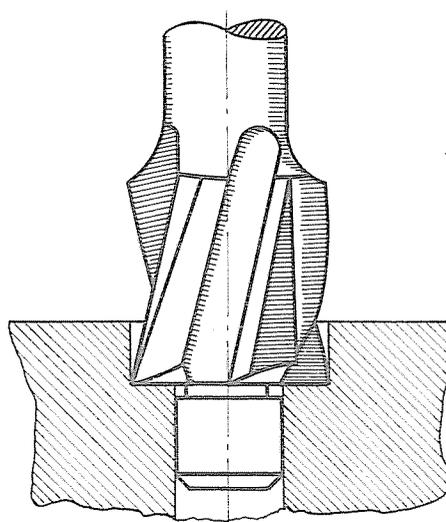


Abb. 54 Zapfenflachsenker

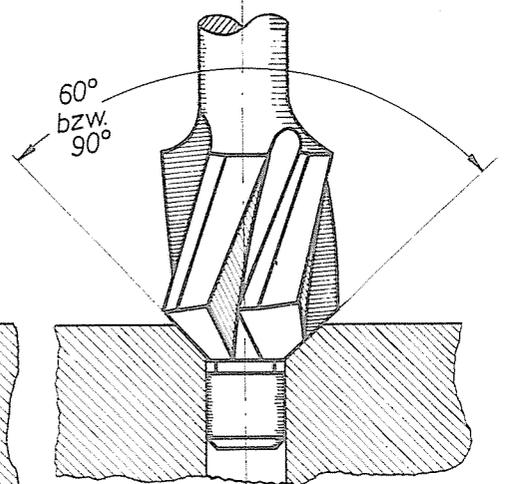


Abb. 55 Zapfenspitzenker

Der **Zapfensenker** (Abb. 54 und 55) hat einen gehärteten Zapfen, für dessen Durchmesser die Löcher vorzu-bohren sind. Durch den Zapfen erhält der Senker eine saubere Führung. Zapfensenker werden zum Ein-senken von Schraubenköpfen, zum Herstellen von Auflageflächen für Schraubenköpfe und Muttern sowie als Halssenker zum Einarbeiten von Vertiefungen verwendet.

Der **Spiralsenker** (Abb. 56) ähnelt mit seinen wendelförmig verlaufenden Span-Nuten einem Spiralbohrer. Durch drei Führungsfasen erhält der Senker eine bessere Führung im Bohrlöch. Er dient zum Fertigbohren von vorgebohrten oder vorgegossenen Löchern, wenn eine besonders saubere Lochwandung verlangt wird.

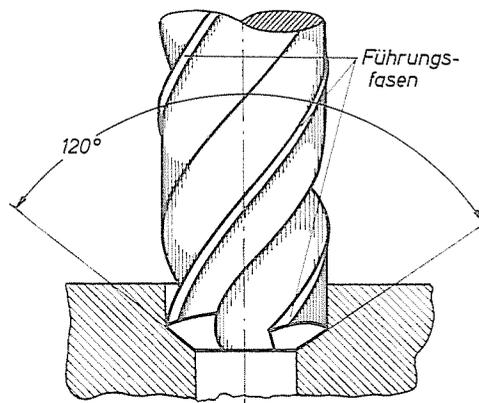


Abb. 56 Spiralsenker

3. 7. Reiben

Bohrungen mit hoher Oberflächengüte und sehr genauem Maß werden aufgerieben. Das bereits vorgebohrte Loch kann mit der Handreibahle oder auch mit der Maschinenreibahle auf ein genaues Maß aufgerieben werden. Zu diesem Zweck wird das Loch mit Untermaß vorgebohrt. Das Untermaß richtet sich nach dem Durchmesser der Bohrung und der Werkstoffart. Die Werkstoffzugabe (Untermaß) soll beim Reiben höchstens 0,3 mm betragen.

Reibwerkzeuge

Die **Reibahle** besteht aus gutem Werkzeugstahl. Sie hat mehrere Fasenschneiden, die nur wenig Werkstoff abheben und dadurch die Wand des Bohrlochs glätten (Abb. 57).

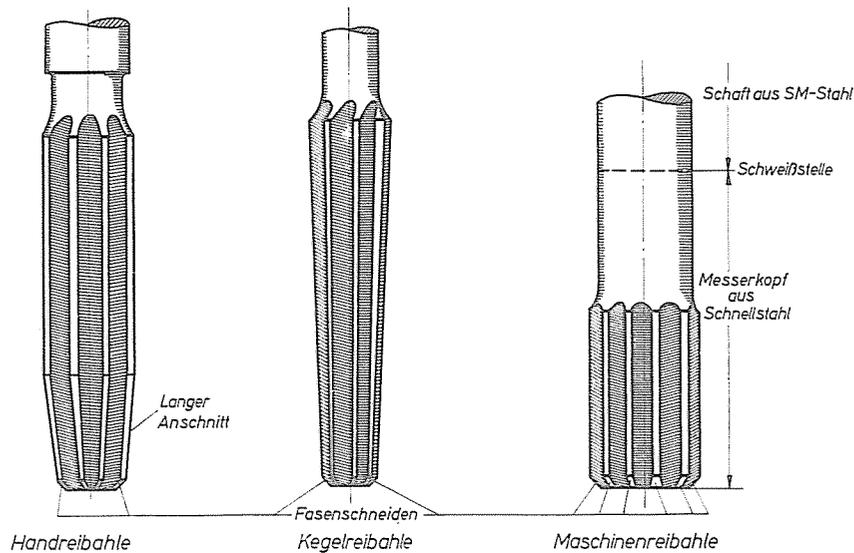


Abb. 57 Reibahlen

Die eigentliche Schnittarbeit wird hauptsächlich von dem vorderen Schneidenteil, dem Anschnitt, geleistet, während der übrige zylindrische Teil mehr zur Führung der Reibahle und zur Bohrlochglättung dient. Die Länge des Anschnittes ist bei Hand- und Maschinenreibahlen verschieden. Bei der Handreibahle benötigt man einen langen Anschnitt, damit das Bohrloch auch genau zentrisch aufgerieben wird. Maschinenreibahlen haben nur einen ganz kurzen Anschnitt, weil sie zentrisch zum Bohrloch fest in die Maschine eingespannt werden und damit bereits eine feste Führung vorhanden ist.

Zum Reiben von Hand spannt man die Reibahle mit dem Vierkant in das Windeisen und dreht sie dann mit leichtem Druck in die Bohrung hinein. Von Zeit zu Zeit ist die Reibahle von den Spänen zu befreien.

Weitere Reibahlenarten sind:

Kegelreibahle, Aufsteckreibahle, Pendelreibahle und verstellbare Reibahle.

3. 8. Gewindeschneiden

Beim »Gewindeschneiden« unterscheidet man **Innengewinde** (Muttergewinde) und **Außengewinde** (Bolzen-
gewinde).

Das Schneiden eines **Innengewindes** setzt das Bohren eines Loches voraus, in das mit dem Gewindebohrer das geforderte Innengewinde eingeschnitten wird. Für das Bohren des Kernloches rechnet man in der Praxis die Bohrerstärke überschläglich wie folgt aus:

Kernlochdurchmesser = $0,8 \times$ Gewindenenn Durchmesser. Bei einem Innengewinde M 5 ist demnach folgendes Kernloch erforderlich:

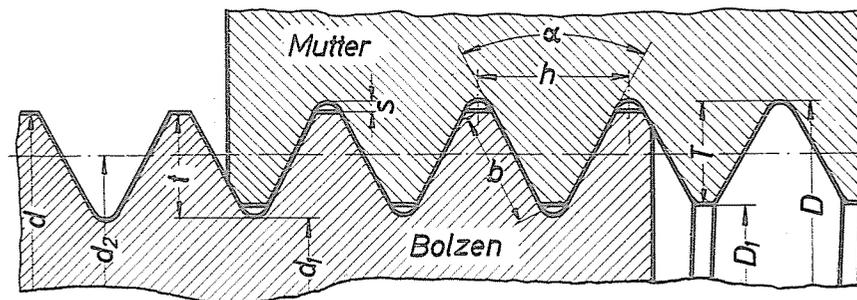
$$0,8 \times 5 = 4,0 \text{ mm } \varnothing$$

Außengewinde werden mit einem Schneideisen in die Außenfläche eines Vollzylinders eingeschnitten.

Die normalen Gewinde sind rechtsdrehend, das heißt, sie werden beim Festschrauben im Uhrzeigersinn bewegt. Für linksgängige Gewinde, die entgegen dem Uhrzeigersinn festgeschraubt werden, hat man die Schneidwerkzeuge mit einem L gekennzeichnet.

Folgende Bezeichnungen sind bei einem Gewinde einheitlich festgelegt worden:

☒ **Gewindedurchmesser, Kerndurchmesser, Flankendurchmesser, Flankenwinkel und Steigung**



Gewindedurchmesser	d bzw. D	Gewindetiefe	t bzw. T
Kerndurchmesser	d_1 bzw. D_1	Spitzenspiel	s
Flankendurchmesser	d_2	Tragtiefe	b
Steigung	h	Flankenwinkel	α

Abb. 58 Festgelegte Bezeichnungen beim Gewinde

Der **Gewindedurchmesser** (d) eines Bolzens ist der Außendurchmesser, der sich mit dem Meßschieber messen läßt und dem ursprünglichen Zylinderdurchmesser entspricht.

Der **Gewindedurchmesser** beim Innengewinde (D) entspricht dem größten Durchmesser des Gewindeeinschnittes.

Der **Kerndurchmesser** beim Bolzen (d_1) ist das Maß von Gewindetiefe zu Gewindetiefe.

Der **Kerndurchmesser** beim Innengewinde (D_1) entspricht der ursprünglichen Kernbohrung.

Die schrägen, tragenden Flächen bei einem Gewinde sind die Flanken. Zwei schräge Flächen bilden zueinander den **Flankenwinkel** α .

Der **Flankendurchmesser** (d_2) ist die Entfernung von der einen halben Dreieckshöhe zu der gegenüberliegenden halben Dreieckshöhe.

Die **Gewindetiefe** (t bzw. T) ist das Maß zwischen der Abflachung an den Gewindespitzen und der Abrundung in den Gewindetiefen eines Bolzens oder eines Innengewindes (Mutter).

Das **Spitzenspiel** (s) liegt zwischen der Abflachung der Gewindespitzen eines Bolzens und der Abrundung der Gewindetiefen des dazugehörigen Innengewindes (Mutter).

Die **Tragtiefe** (b) ist bei dem mit der Mutter zusammengeschaubten Bolzen gleich der Berührungsstrecke an den Flanken.

Hinsichtlich der Normung werden metrische Gewinde mit $\alpha = 60^\circ$ Flankenwinkel und Whitworthgewinde mit $\alpha = 55^\circ$ Flankenwinkel unterschieden.

Gewinde-Schneidwerkzeuge

Gewindebohrer verwendet man zum Schneiden von Innengewinden. Ein Gewindebohrer besteht aus dem Schaft und dem Zapfen. Auf den Zapfen ist das entsprechende Gewinde geschnitten, das als Innengewinde in das Bohrloch übertragen werden soll. An seinem Schaftende hat der Gewindebohrer einen Vierkant, auf den man das Windeisen zum Drehen des Bohrers setzt. Zu einem Gewindebohrersatz gehören Vorschneider, Mittelschneider und Fertigschneider. In dieser Reihenfolge sind die Gewindebohrer für das Schneiden eines Gewindes anzusetzen.

Kennzeichnung der Gewindebohrer:

Vorschneider = 1 Ring am Schaft
 Mittelschneider = 2 Ringe am Schaft
 Fertigschneider = 3 Ringe am Schaft

Die Gewindegänge des Bohrers sind durch drei bzw. vier Längsnuten unterbrochen (Abb. 59). Durch diese Längsnuten erreicht man eine gute Spanabfuhr und zugleich ein besseres Eindringen des Schmiermittels zur Schnittstelle.

Die vorderen Gewindegänge des Bohrers sind außerdem leicht angeschrägt, damit dieser leichter in das Bohrloch einschneiden kann.

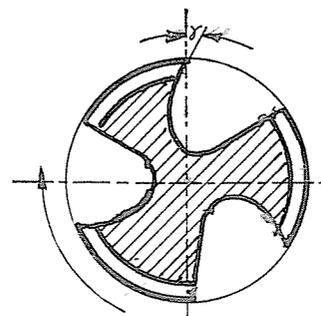


Abb. 59 Gewindebohrer

Das **Schneideisen** dient zum Schneiden von Außengewinden. Das Schneideisen ist eine runde Stahlscheibe, deren Bohrung mit einem Innengewinde versehen ist (Abb. 60). Um eine gute Spanabfuhr und eine bessere Schmierung der Schnittstelle zu erreichen, ist das Innengewinde an vier Stellen durch Löcher unterbrochen. In den meisten Fällen verwendet man geschlossene Schneideisen, mit denen sich ein einwandfreies und maßhaltiges Gewinde schneiden läßt. Es werden aber auch geschlitzte Schneideisen benutzt, die man in geringen Grenzen nachstellen kann.

Ein Schneideisen wird in einen Schneideisenhalter eingespannt. Beim Schneiden ist das Schneideisen so auf den Bolzen zu setzen, daß die Gewindebezeichnung der anschneidenden Seite gegenüberliegt.

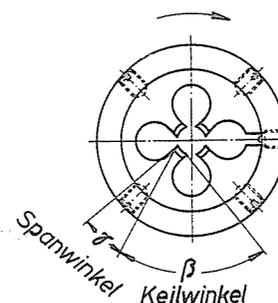


Abb. 60 Schneideisen

Gewindeschneidkluppen haben stets verstellbare Backen, mit denen das zu schneidende Gewinde in gewissen Grenzen eingestellt wird (Abb. 61).

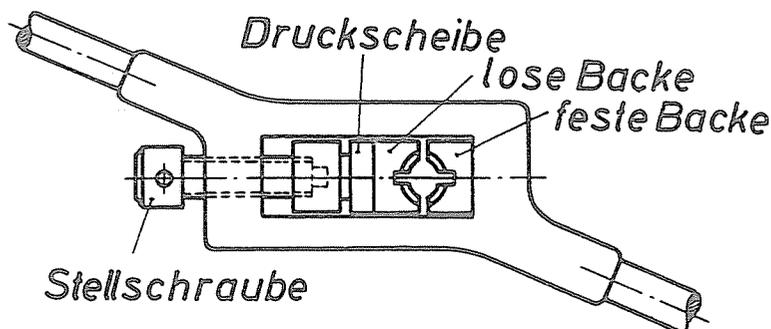


Abb. 61 Schneidkluppe

3. 9. Drehen

Das »Drehen« zählt zu den maschinellen spanabnehmenden Arbeitsverfahren. Es wird an einer Drehmaschine (alte Bezeichnung: Drehbank) ausgeführt.

Beim Drehen gibt die Drehmaschine dem eingespannten Werkstück eine drehende Bewegung um seine Längsachse (Schnittbewegung), während das spanabnehmende Werkzeug in einer gradlinigen Bewegung an der zu bearbeitenden Fläche entlanggeführt wird (Vorschubbewegung). Wird das Werkzeug parallel zur Längsachse des Werkstückes bewegt, so spricht man von Langdrehen (Abb. 62). Bewegt sich das Werkzeug dagegen senkrecht zur Längsachse des Werkstückes, so handelt es sich um Plandrehen (Abb. 63).

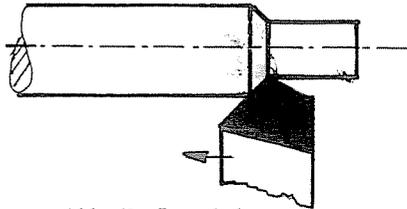


Abb. 62 Langdrehen

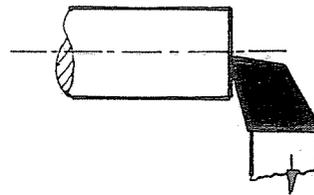


Abb. 63 Plandrehen



Drehwerkzeuge

Alle Dreharbeiten werden an der **Drehmaschine** ausgeführt. Die Hauptteile einer Drehmaschine sind das **Gestell**, das **Drehmaschinenbett**, der **Spindelstock**, der **Werkzeugschlitten** und der **Reitstock** (Abb. 64).

Das **Gestell** dient zur Auflage des Drehmaschinenbettes und ist entweder in Kastenform oder mit Füßen ausgeführt.

Der **Spindelstock** ist auf der linken Seite mit dem Drehmaschinenbett fest verbunden. Er besteht aus dem **Ständer**, der **Achse mit Gewindezapfen** und der **Riemenscheibe**. An beiden Seiten befinden sich **Lager**, die zur Aufnahme der Arbeitsspindel dienen. Die Arbeitsspindel ist längs durchbohrt, damit Stangenmaterial

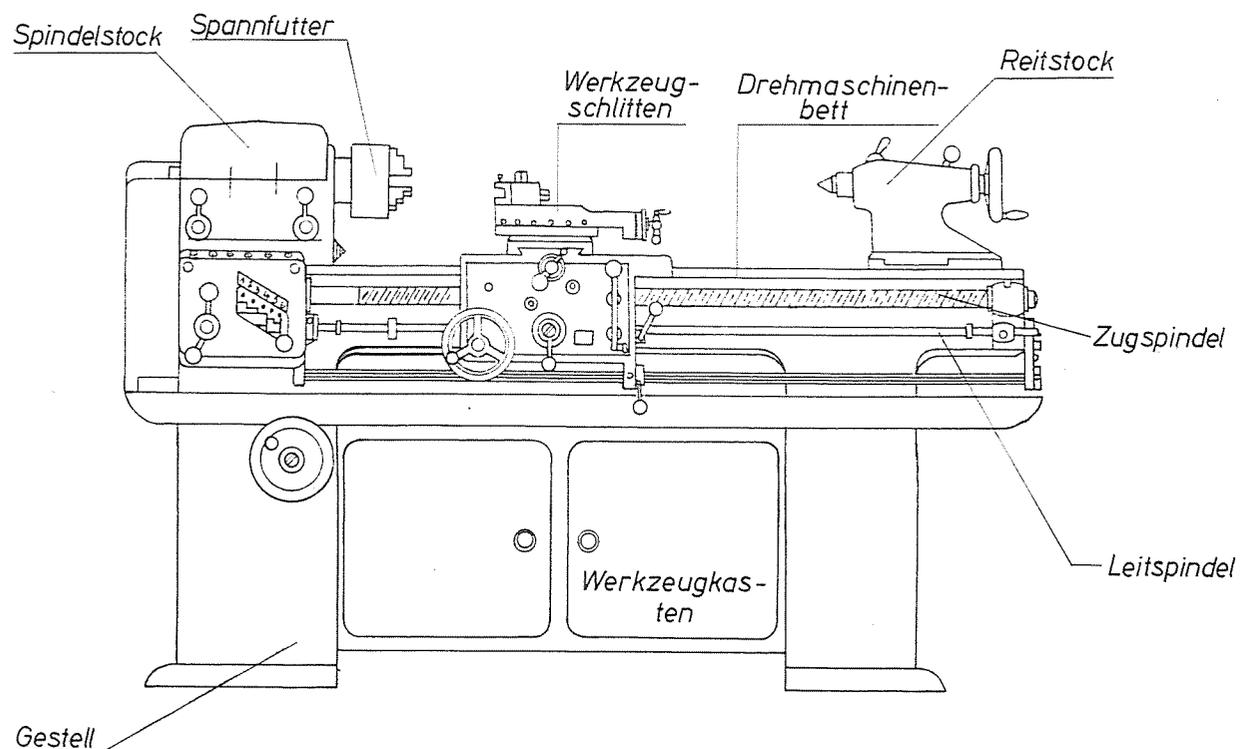


Abb. 64 Drehmaschine

hindurchgeführt werden kann. Am äußeren Ende der Arbeitsspindel befindet sich das Gewinde, auf das die Arbeitsfutter aufgedreht werden.

Der **Werkzeugschlitten** (Support) besteht aus Bettschlitten, Planschlitten und Oberschlitten mit Spannplatte. Der mit einer Gradeinteilung versehene Oberschlitten nimmt die Drehwerkzeuge (Drehmeißel) auf. Er kann nur von Hand bewegt werden, während sich Bett- und Planschlitten entweder von Hand oder selbsttätig durch eine Zugspindel bzw. Leitspindel bewegen lassen.

Die Drehzahl der Arbeitsspindel läßt sich durch Umlegen des Riemens auf eine andere Stufenscheibe ändern. Bei Drehmaschinen ohne Stufenscheibe werden die Drehzahlen durch Stufenrädertriebe oder auch stufenlos geregelt.

Drehmeißel bestehen aus hochwertigen Werkstoffen, weil die Schneiden dieser Meißel beim Drehen sehr hoch beansprucht werden. Handelt es sich um die Bearbeitung besonders harter Werkstoffe, verwendet man Schnellschnittdrehmeißel mit aufgelöteten Hartmetallplättchen (Abb. 65).

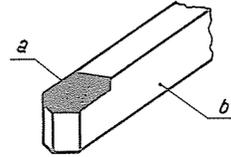


Abb. 65 Drehmeißel mit Hartmetallschneide

Nach Form und Verwendung unterteilt man die Drehmeißel wie folgt:

☒ *Schruppdrehmeißel, Schlichtdrehmeißel, Seitendrehmeißel, Ein- und Abstechdrehmeißel, Gewindedrehmeißel und Formdrehmeißel.*

Nach der Lage der Schneide unterscheidet man:

☒ *gerade, gebogene, abgesetzte und gekröpfte Drehmeißel; rechte und linke Drehmeißel*

Ein rechter Drehmeißel arbeitet an dem Werkstoff von rechts nach links, ein linker umgekehrt (Abb. 66).

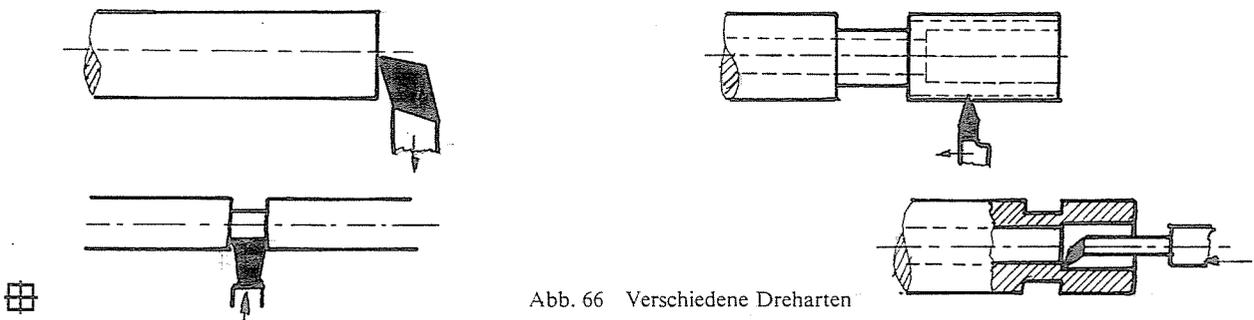


Abb. 66 Verschiedene Dreharten

Eine einwandfreie Spanabnahme ist nur bei richtiger Höhenstellung der Hauptschneide des Drehmeißels gewährleistet. Da die Schnittfläche am Werkstück gewölbt ist, haben die Winkel an der Schneide nur dann die gewünschte und richtige Größe, wenn die Drehmeißelspitze genau auf die Mitte des Werkstückes eingestellt ist (Abb. 67). Bei der Spanabnahme wirkt auf den eingespannten Drehmeißel ein sehr hoher Schnittdruck, der diesen Meißel stark auf Biegung beansprucht. Deshalb muß der Drehmeißel so kurz wie möglich eingespannt werden.

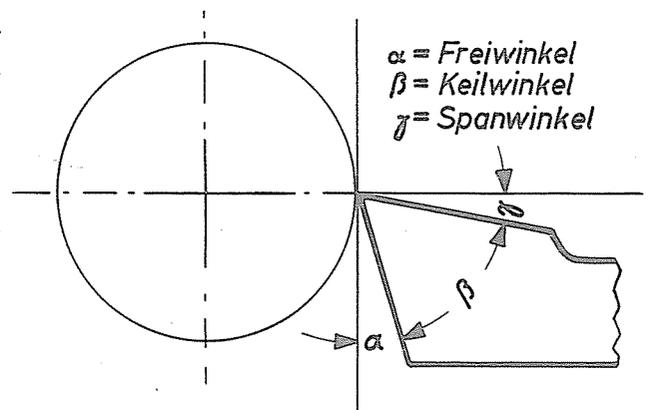


Abb. 67 Der eingespannte Drehmeißel

3. 10. Fragen zu Abschnitt 3 (Spanabhebende Formung)

1. Wann spricht man von einer spanabhebenden Verformung?
2. Welche Bearbeitungsarten zählt man zur spanabhebenden Formung?
3. Welche Anforderungen sind an spanabhebende Bearbeitungsarten zu stellen?
4. Welchen Winkel bezeichnet man als Keilwinkel?
5. Wovon ist die Größe des Keilwinkels abhängig?
6. Welchen Winkel bezeichnet man als Freiwinkel?
7. Wie groß wird der Freiwinkel gewählt?
8. Welches ist der Schnittwinkel?
9. Wie groß muß der Schnittwinkel bei schneidenden Werkzeugen sein?
10. Was geschieht, wenn der Schnittwinkel größer wird?
11. Was versteht man unter der Standzeit?
12. Welchen Winkel bezeichnet man als Spanwinkel?
13. Was versteht man unter Meißeln?
14. Wofür werden Meißel verwendet?
15. Welches sind die Hauptteile eines Meißels?
16. Welche Teile eines Meißels werden gehärtet? Warum?
17. Welche Teile an einem Meißel müssen weich bleiben? Warum?
18. Warum wird der Meißelkopf etwas verzüngt und mit gebrochenen Kanten ausgeführt?
19. Welches sind die gebräuchlichsten Meißelarten?
20. Was versteht man unter Sägen?
21. Wozu dient das Sägen?
22. Aus welchem Werkstoff bestehen die Sägeblätter?
23. Wie vermeidet man, daß das Sägeblatt beim tieferen Eindringen in einen Werkstoff klemmt?
24. Was versteht man unter Zahnteilung?
25. Was versteht man unter Zahnung?
26. Was versteht man unter Feilen?
27. Aus welchen Hauptteilen besteht eine Feile?
28. Wofür verwendet man einhiebige Feilen?
29. Wofür verwendet man pockenhiebige Feilen?
30. Zeichne eine doppelhiebige Feile!
31. Wofür verwendet man doppelhiebige Feilen?
32. Wie teilt man die Feilen hinsichtlich ihrer Größe ein?
33. Was versteht man unter Schaben?
34. Wann wird das Schaben angewendet?
35. Welche Hauptarten von Schabern unterscheidet man?
36. Was versteht man unter Bohren?
37. Warum findet der Spitzbohrer kaum noch Verwendung?
38. Welches ist der meist verwendete Bohrer?
39. Welche Vorteile hat ein Spiralbohrer?
40. Ist der Schnittwinkel bei Bohrern für harte oder weiche Werkstoffe größer?
41. Wofür wird der Kanonenbohrer verwendet?
42. Wofür verwendet man den Zentrierbohrer?
43. Wann verwendet man den Kronenbohrer?

44. Welche Arten von Bohrmaschinen sind bekannt?
45. Wann wendet man das Senken an?
46. Wofür verwendet man den Spitzsenker?
47. Wofür verwendet man den Zapfensenker?
48. Wofür verwendet man den Spiralbohrer?
49. Wie geschieht das Reiben?
50. Nenne Reibwerkzeuge!
51. Wie schneidet man Innengewinde?
52. Wie groß muß das Loch gewählt werden, wenn Innengewinde geschnitten werden soll?
53. Womit schneidet man Außengewinde?
54. Erkläre den Gewindedurchmesser beim Innen- und Außengewinde!
55. Erkläre den Kerndurchmesser beim Innen- und Außengewinde!
56. Welches ist der Flankenwinkel?
57. Was versteht man unter der Gewindetiefe?
58. Welchen Flankenwinkel hat das metrische Gewinde?
59. Welche Gewindebohrer gehören zu einem Gewindebohrersatz?
60. Wann spricht man von Plandrehen und wann von Längsdrehen?
61. Nenne die Hauptteile einer Drehmaschine!
62. Wie erfolgt die Drehzahländerung bei der Drehmaschine?
63. Welche Arten von Drehmeißeln sind bekannt?
64. Wie sind die Drehmeißel einzuspannen?

4. Spanlose Formung



Bei der spanlosen Formung werden die Werkstoffe ohne Abnahme von Spänen verformt. Sie werden hierbei im kalten oder warmen Zustand gestaucht, gestreckt oder getrennt

Die wichtigsten Arten der spanlosen Formung sind: Richten, Biegen, Trennen, Lochen, Stanzen und Schneiden.

4.1. Richten

Bleche oder Stangen, die sich durch unsachgemäßes Lagern verzogen haben, werden, damit sie wieder ihre alte Form erhalten, gerichtet. Auch Werkstücke, die sich beim Bearbeiten verworfen oder verbogen haben, können geradegerichtet werden.

Verbogene Stangen legt man mit der hohlen Seite auf die Richtplatte oder auf den Amboß und bringt sie dann mit leichten Hammerschlägen in die gerade Form zurück (Abb. 68). Bei weichen Werkstoffen benutzt man dazu einen Holz- oder Gummihammer, damit die Oberfläche des Werkstückes nicht beschädigt wird.

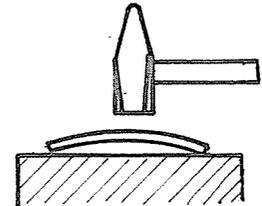


Abb. 68 Richten von verbogenen Stangen

Haben sich Werkstücke beim Härten verzogen, so werden sie mit der gewölbten Seite auf den Amboß gelegt und durch »Dengeln« gerichtet (Abb. 69). Zum Dengeln verwendet man den Dengelhammer, dessen Finne wie eine keilförmige Schneide wirkt. Setzt man nun Schlag neben Schlag, so wird die hohle Seite allmählich gestreckt und damit das Werkstück wieder gerade.

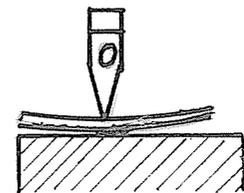


Abb. 69 Richten von harten Werkstücken (Dengeln)

Lange Drehteile werden zwischen den Spitzen der Drehmaschine gerichtet. Mit einem Hebel, der am Drehmaschinenbett angesetzt wird, wird das Werkstück zurückgebogen.

Verdrehte Stangen aus kantigem Material werden in den Schraubstock gespannt und mit dem Dreh- oder Wendeeisen zurückgedreht (Abb. 70). Durch Auflegen von je einem Flachstück auf jedes Stangenende kann man das Richten überprüfen. Lange Stangen richtet man nach Augenmaß. Bei kleineren Werkstücken stellt man die Abweichung durch Abtasten mit einer Meßuhr fest.

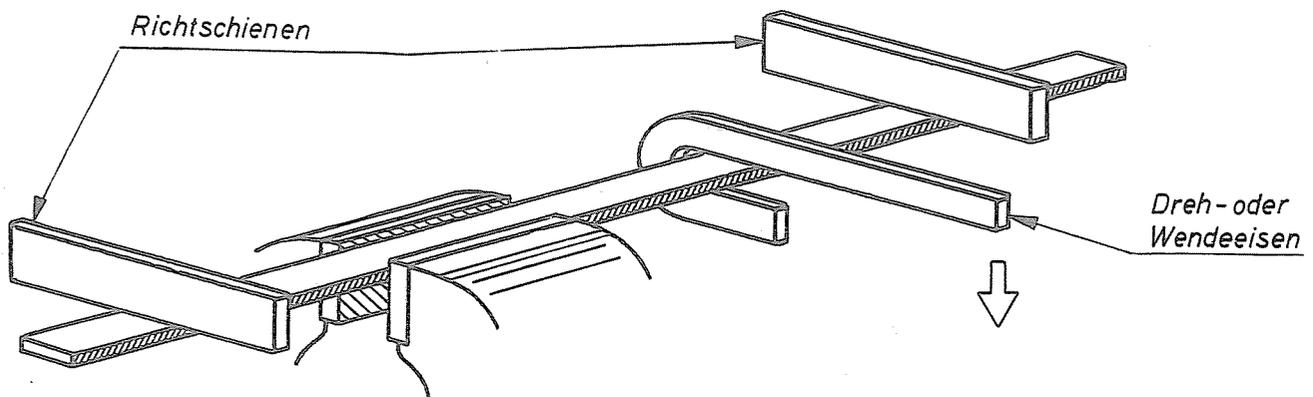


Abb. 70 Richten von verdrehten Profilen

Das Richten von Blechen geschieht auf der Richtplatte (Abb. 71). Hat die Blechtafel eine Einbuchtung, so ist an dieser Stelle das Material gestreckt und weicht beulenförmig aus.

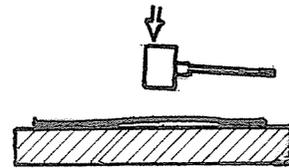


Abb. 71 Richten von Blechtafeln



Das Material um die ausgebeulte Stelle herum muß nun ebenfalls gestreckt werden. Man setzt deshalb Hammerschlag neben Hammerschlag spiralförmig nach außen (Abb. 72). Die Beule wird dadurch allmählich im Durchmesser größer und verteilt sich über die ganze Blechfläche, die Einbuchtung dagegen wird immer kleiner, bis das Blech überall auf der Richtplatte aufliegt.

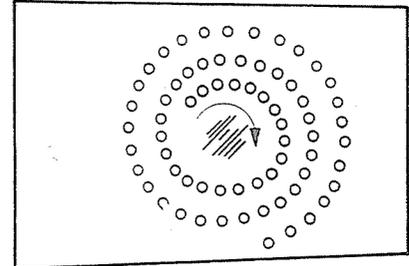


Abb. 72 Beim Richten von Blechtafeln sind die Hammerschläge spiralförmig zu führen

Da das Richten von Blechtafeln auf diese Weise sehr zeitraubend ist, verwendet man zum Richten größerer Blechtafeln Richtmaschinen.

Weicher Draht wird mit einem Ende in den Schraubstock und mit dem anderen Ende in den Feilkloben gespannt. Durch kurzes, ruckartiges Ziehen am Feilkloben streckt sich der Draht und wird gerade.

4. 2. Biegen

Unter »Biegen« versteht man das Verformen von Werkstoffen, bei denen keine wesentliche Veränderung des Materialquerschnittes erfolgen soll. Deshalb muß der dafür benötigte Werkstoff dehnbar sein.

Beim Biegen wird die äußere Faser gedehnt, die innere Faser dagegen zusammengedrückt. Nur die in der Mitte liegende neutrale Faser bleibt in ihrer ursprünglichen Länge erhalten (Abb. 73).

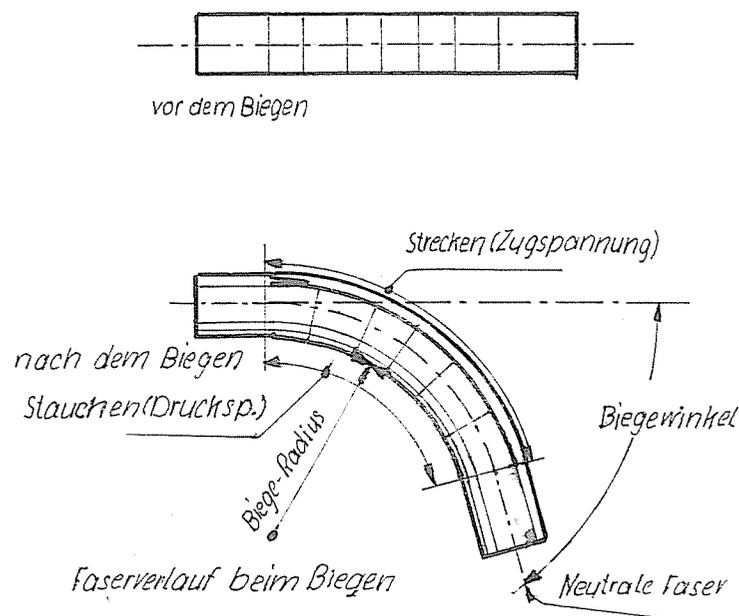


Abb. 73 Faserverlauf beim Biegen



Die äußere Faser wird demnach auf Zug und die innere Faser auf Druck beansprucht. Wird die Beanspruchung zu groß, treten bei der äußeren Faser Risse auf. Der kleinste zulässige Biegeradius ist folglich abhängig von der Art (Dehnbarkeit) und der Dicke des Werkstoffes (Abb. 74).

<i>Richtwerte für den Biegeradius</i>		
<i>Werkstoff</i>	<i>Umrechnungs - zahl</i>	
<i>Kupfer</i>	<i>0,25</i>	<i>Man erhält den klein - sten zulässigen Biege - radius r, wenn man die Werkstoffdicke s mit der Umrechnungs - zahl vervielfältigt.</i>
<i>Messing (hart)</i>	<i>0,40</i>	
<i>Messing (weich)</i>	<i>0,30</i>	
<i>Stahl (weich, Tiefziehblech</i>	<i>0,50</i>	
<i>Stahl (mittelhart)</i>	<i>0,55</i>	
<i>Al - Cu - Mg - Legierung</i>	<i>2,5</i>	
<i>Magnesium</i>		
<i>Legierung (warm)</i>	<i>2,0</i>	

Abb. 74 Richtwerte für den Biegeradius

Die Umrechnungszahl hat man durch praktische Versuche ermittelt.

Soll z. B. Kupferblech von 4,0 mm Dicke gebogen werden, so ist der kleinste Biegeradius:

$$r = \text{Dicke} \times \text{Umrechnungszahl}$$

$$= 4,0 \times 0,25$$

$$= 1,0 \text{ mm}$$



Das Biegen kann im kalten oder warmen Zustand erfolgen. Der erwärmte (glühende) Werkstoff läßt sich wegen der damit verbundenen Gefügauflockerung leichter verformen.

Die **Biegekante** soll möglichst **quer zur Walzrichtung liegen**. Wenn bei harten Blechen Biegungen mit kleinem Biegeradius verlangt werden, ist das Beachten dieser Vorschrift von großer Wichtigkeit.

Einzelne Stücke werden im Schraubstock gebogen (Abb. 75). Das Werkstück wird angerissen und dann so eingespannt, daß sich die Anrißstelle mit der Backenkante des Schraubstockes deckt. Durch Anlegen eines Anschlagwinkels wird das Einspannen überprüft. Man biegt in Richtung des Werkstückes, der Anrißstrich kommt also nach innen. Das freischwebende Ende wird zunächst durch Hammerschläge oder Handdruck vorgebogen und dann durch gleichmäßige Schläge kurz über der Einspannstelle fertiggebogen. Man muß etwas überbiegen, weil eine Rückfederung eintritt und der Winkel sich nachher beim Richten aufbiegt.

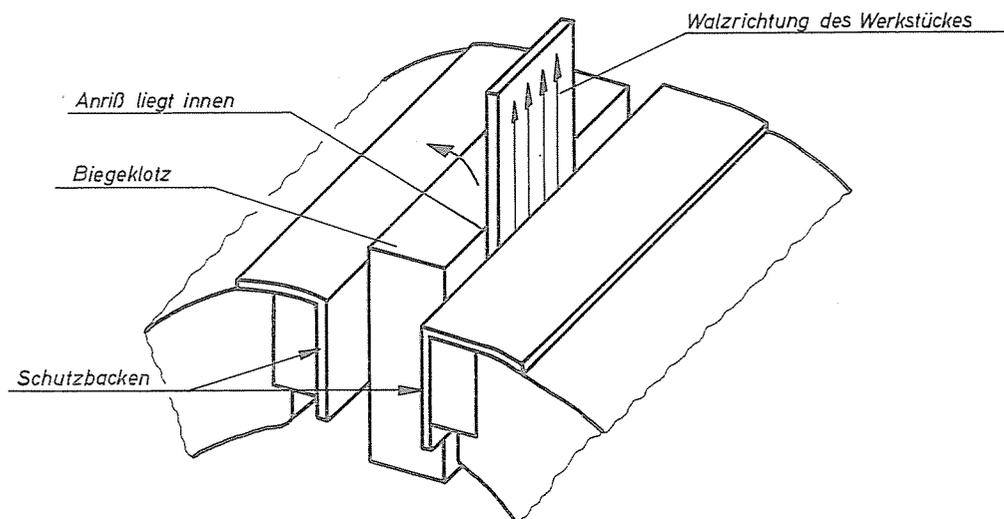


Abb. 75 Einspannen des Werkstückes mit Biegeklotz in Schutzbacken

Bleche kann man vorteilhaft an der Abkantbank biegen. Man arbeitet nur mit Druck, die Biegestelle wird sauber und der Materialquerschnitt bleibt erhalten, da die Hammerschläge fehlen.

Nahtlose Rohre lassen sich kalt biegen. Man füllt sie am besten mit trockenem Sand, Kolophonium, Blei oder Treibkitt und verschließt die beiden Rohrenden gegebenenfalls mit Holz- oder Metallstopfen. Bei Rohren mit Längsnaht ist darauf zu achten, daß die Naht in der neutralen Faser, also seitlich liegt, da sie sonst aufplatzt. Will man kleinere Biegeradien erhalten, so biegt man Rohr oder Werkstücke aus Flachmaterial im warmen Zustand. Soll die Biegung genau stimmen, so erwärmt man immer nur kurze Abschnitte und biegt nach der Schablone. Genaueste Abbiegungen lassen sich mit Biegevorrichtungen herstellen.

4. 3. Schneiden (Scheren)

Der Werkstoff setzt den beim Schneiden eindringenden Schermessern (Abb. 76) einen gewissen Widerstand entgegen, den man als Scherfestigkeit bezeichnet. Im Gegensatz zum Meißeln dringen hier zwei Messer von beiden Seiten gegeneinander in den Werkstoff ein. Die Schermesser durchschneiden zusammen nur etwa $\frac{6}{10}$ bis $\frac{7}{10}$ der Werkstoffstärke. Danach erfolgt ein Brechen des Materials, also kein Schneiden oder Scheren mehr. Die mittlere Scherfläche des Werkstoffes ist daher rau, also keinesfalls glatt und sauber wie der äußere Anschnitt.

Die Schneiden der Schermesser erhalten einen Spanwinkel von etwa 5° zum besseren Eindringen in den Werkstoff. Ein Freiwinkel von ungefähr 2° bis 3° verringert die Reibung beim Durchschneiden (Abscheren).

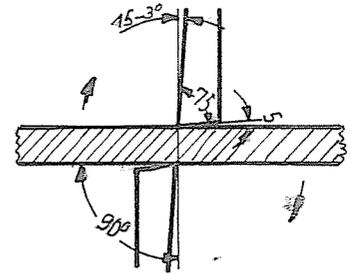


Abb. 76 Schneiden



Schneidwerkzeuge

Bei **Handscheren** erfolgt das Schneiden nach dem Hebelprinzip. Je länger der Handgriff und damit der Hebel der Schere ist und je näher der Werkstoff am Drehpunkt der beiden Schermesser liegt, desto geringer ist die beim Schneiden aufzuwendende Kraft (Abb. 77).

Die Schneidebacken sind zur Erzielung eines guten Schnittes und zur Verringerung der Reibung am Werkstoff in ihrer Längsachse hohl geschliffen. Sie berühren sich jeweils nur an einem Punkt.

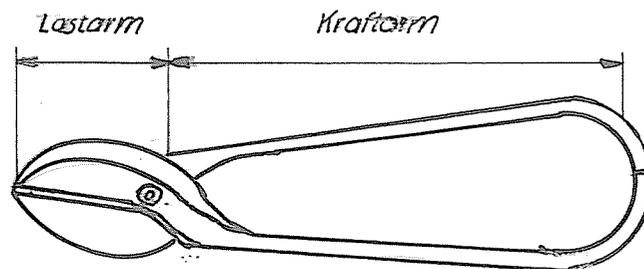


Abb. 77 Handschere



Maschinenscheren gibt es sowohl für Hand als auch für Kraftantrieb. Die gebräuchlichsten sind:

Hebelscheren (schneiden Bleche bis etwa 6 mm Dicke), Hebeltafelscheren, Parallelscheren und Kreismesserschere (zum Ausschneiden von Kurvenschnitten).

4. 4. Lochen

Das »Lochen« ist ein dem Schneiden sehr ähnlicher Arbeitsvorgang. Durch das Locheisen (Abb. 78) wird der Werkstoff zunächst angeschnitten, dann gestaucht und zum Schluß durchschnitten. Auch beim Lochen entsteht also keine völlig glatte Schnittfläche.

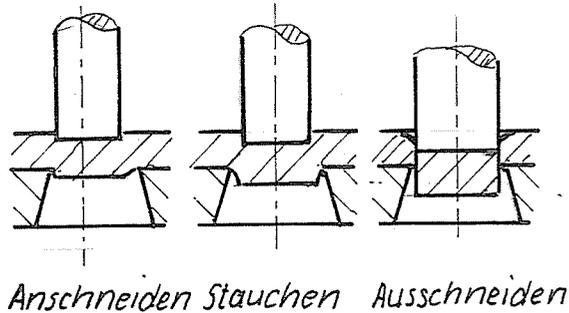


Abb. 78 Lochvorgang

Zum Herstellen von Löchern geringerer Genauigkeit verwendet man fast ausschließlich den Durchschlag. Dieser kann nun je nach Form des herzustellenden Loches keilartige oder zylindrische Form haben. Der Durchmesser des Durchschlages richtet sich dabei nach der Größe des anzufertigenden Loches. Als Unterlage dient entweder ein Hartholzklötz oder eine Bleiplatte. Die mit dem Durchschlag bearbeiteten Bleche verbiegen sich an den zu lochenden Stellen und müssen nachträglich gerichtet werden. Auch sind die Löcher niemals gratfrei, sondern fast immer ausgerissen.

Diesen Nachteil kann man bei Verwendung einer Lochplatte vermeiden. Der benötigte Lochstempel muß im Durchmesser kleiner sein als der Lochdurchmesser in der Lochplatte. Die Schwierigkeit, eine Lochung mit einer Lochplatte auszuführen, besteht darin, daß durch das Werkstück das Loch verdeckt wird und somit der Durchschlag leicht beschädigt werden kann. Heute verwendet man lieber Pressen, in die die Werkzeuge so eingespannt werden können, daß Lochdurchbruch und Lochstempel sich genau gegenüberliegen.

4. 5. Stanzen

Beim »Stanzen« werden Werkzeuge verwendet, die den Werkstoff entweder trennen oder schneiden. Diese Werkzeuge bezeichnet man auch als **Schnitte**. Das einfachste Schnittwerkzeug ist das Locheisen (Abb. 79) zum Ausschneiden von Scheiben aus weichen Werkstoffen (Pappe, Gummi, Leder, Blei usw.).

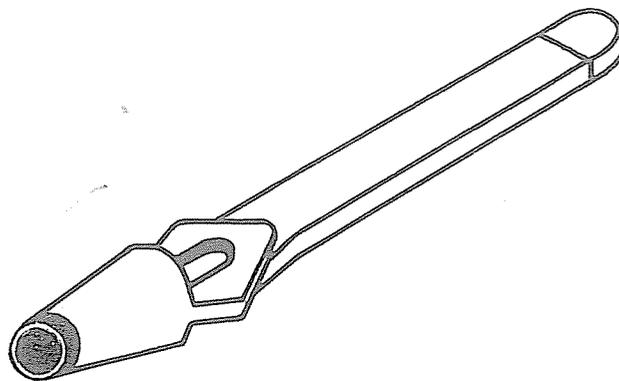


Abb. 79 Locheisen

Zum Ausschneiden großer Scheiben in geringer Stückzahl wird bei härteren Werkstoffen der Freischnitt verwendet (Abb. 80). Schnittstempel und Schnitttring lassen sich auswechseln. Alle anderen Schnittwerkzeuge sind aus dem Freischnitt entwickelt worden.

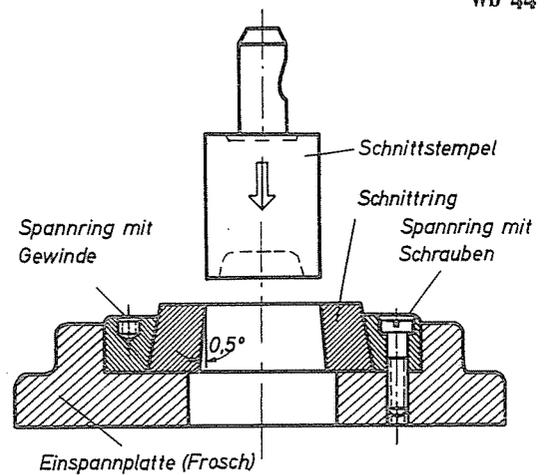


Abb. 80 Freischnitt

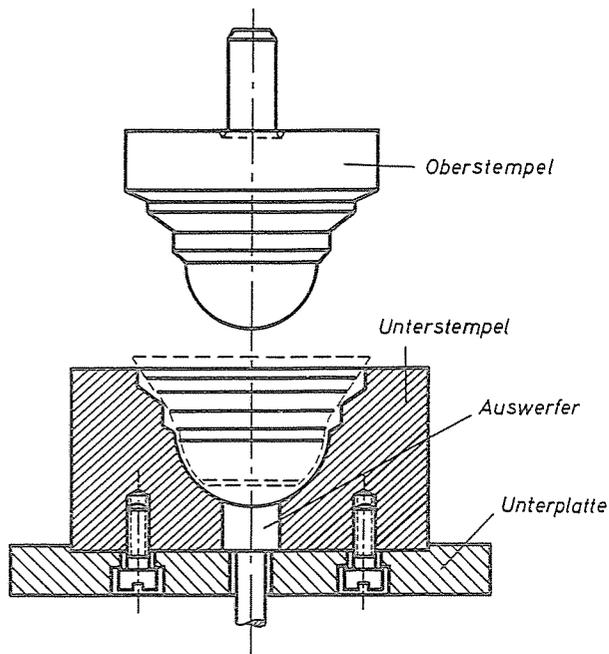


Abb. 81 Formstanz

Werden Werkzeuge verwendet, die den Werkstoff nur verformen, so spricht man von **Stanzwerkzeugen (Stanzen)**. Der Art nach unterscheidet man: Biegestanze, Rollstanze, Formstanze (Abb. 81) und Prägestanze.

Werden Hohlkörper hergestellt, so wird der Werkstoff gezogen. Diese Werkzeuge nennt man **Ziehwerkzeuge** (Abb. 82).

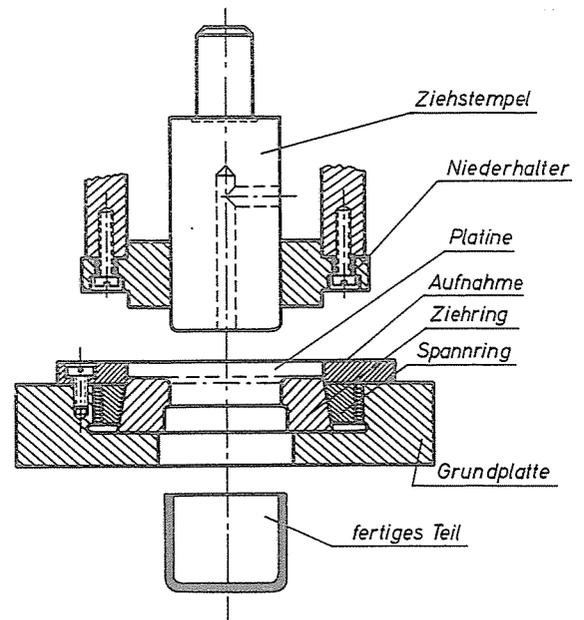


Abb. 82 Ziehwerkzeug

4. 6. Schmieden

Beim »Schmieden« werden die Werkstücke erwärmt und unter Hammerschlägen oder Druck spanlos verformt. Schmiedbar sind Metalle, deren Festigkeit beim Erwärmen abnimmt, so daß sie weicher und bildsamer werden. Stahl läßt sich am besten schmieden, wenn der Kohlenstoffgehalt gering ist. Gußeisen ist nicht

schmiedbar, weil der Kohlenstoffgehalt zu hoch ist und es daher beim Erwärmen vom festen unmittelbar in den flüssigen Zustand übergeht. Der teigige Zustand ist also nicht vorhanden. Temperguß ist bedingt schmiedbar, das heißt, man kann Temperguß durch Schmieden verformen, wenn man durch langes Glühen (Tempern) den Kohlenstoff zum größten Teil entzogen hat. Gut schmieden lassen sich ferner Stahlguß, Aluminium, Kupfer, Messing und Bronze.

Beim Schmieden benötigt man eine gute Wärmequelle; z. B. soll Baustahl bis 1300°C erwärmt werden. Je nach Art des Betriebes wird man mit geschlossenen Schmiededöfen, mit Schmiedeherden oder Feldschmieden arbeiten. Meist kommt ein offenes Schmiedefeuer, der Schmiedeherd, in Betracht. Schwefelfreie, backfähige Nußkohle wird in die Feuerschüssel des Schmiedeherdes geschüttet und angezündet. Im Boden der Feuerschüssel ist ein Loch, durch das die von einem Kompressor oder Exhaustor erzeugte Verbrennungsluft über eine Rohrleitung zugeführt wird. Die Luftzufuhr kann durch Betätigen eines Absperrventils geregelt werden. Die Kohlen müssen hin und wieder mit einem voll Wasser gesogenen Löschwedel an der Oberfläche angefeuchtet werden, damit das Schmiedefeuer nach außen nicht so schnell durchbrennt und die Nußkohle an der Oberfläche etwas zusammenbackt. Man schiebt die Schmiedestücke von vorn oder von der Seite flach in das Schmiedefeuer. Am günstigsten läßt sich schmieden, wenn man von der Stange herunter arbeiten kann. Hat man kleine Werkstücke, so müssen diese mit einer Schmiedezange gefaßt werden. Man sucht sich eine Zange aus, deren Maul der Form des Werkstückes entspricht. Hat das Zangenmaul das Werkstück umspannt, so schiebt man einen Sicherungsring über beide Zangengriffe, bis das Werkstück fest sitzt. Nach Erreichen der Schmiedetemperatur (schätzbar durch die weiße Glühfarbe) wird das Werkstück herausgezogen und schnell auf die Amboßbahn gebracht. Die Hammerschläge werden mit der rechten Hand geführt, im rechten Winkel zu den Zangengriffen. Der Hammer muß die nötige Schwere haben und wuchtig mit der Hammerbahn auftreffen. Dabei wird das Werkstück gewendet, um es gut durchzuarbeiten. Bei zu leichtem Hammer wird das Gefüge nur außen verdichtet und das Werkstück nicht durchgeschmiedet. Mit Hilfe von Schmiedelehren kann man schnell prüfen, ob Form und Maß erreicht sind (Abb. 83). Es kommt darauf an, die schnell ab-sinkende Schmiedewärme auszunutzen; denn die Wärmeableitung in der Luft ist sehr groß. Man muß innerhalb der Schmiedetemperatur bleiben. Bei Überhitzung wird das Gefüge spröde (grobes Korn) und es muß nachträglich geglüht werden. Durch Verbrennen (kenntlich am Funkensprühen) wird das Gefüge unterbrochen und der Werkstoff wertlos, da er dann keine Festigkeit mehr besitzt. Arbeitet man unter der Schmiedetemperatur, so ist der Werkstoff nicht mehr bildsam genug; er bekommt Risse und platzt schließlich auseinander.

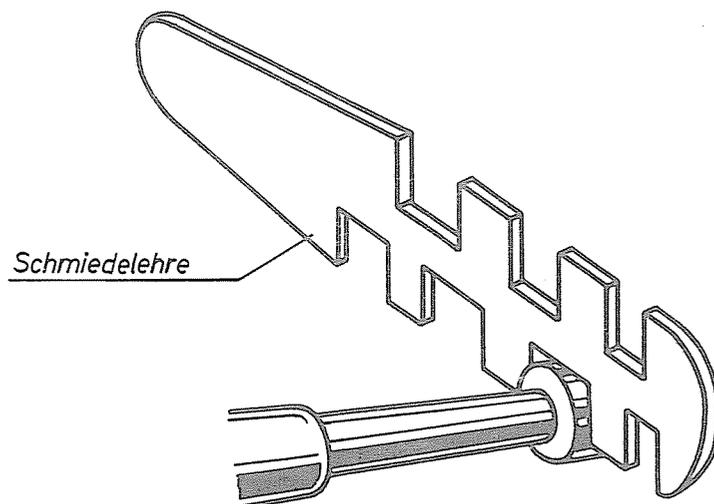
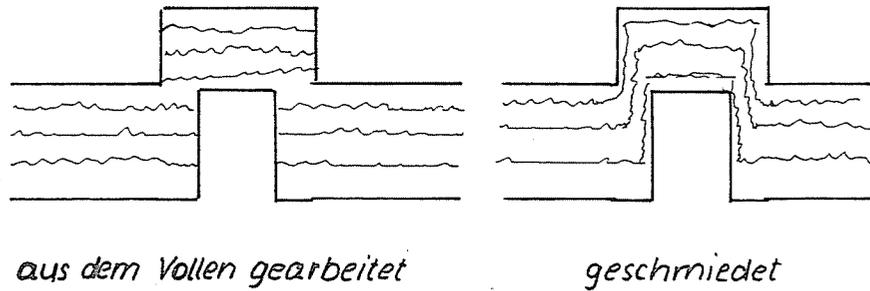


Abb. 83 Prüfen mit der Schmiedelehre

Das Verformen durch Schmieden hat dem spanabhebenden Bearbeitungsverfahren gegenüber den Vorteil, daß die Fasern des Werkstückes nicht unterbrochen werden und dadurch eine größere Festigkeit erzielt wird; außerdem sind die Werkstoffkosten geringer. Beim Schmieden durch Druck unter Spindelpressen usw. wird

der Werkstoff gleichmäßig bis in das Innere zusammengepreßt und verdichtet. Die Maschinen arbeiten erschütterungsfrei und fast ohne Geräusch (Abb. 84).



aus dem Vollen gearbeitet

geschmiedet



Abb. 84 Faserverlauf

Schmiedewerkzeuge

Der Amboß ist der Arbeitstisch in der Schmiede (Abb. 85). Er ruht zwecks Dämpfung der Schläge auf einem Holzuntersatz. Die Amboßbahn ist gehärtet. Sie hat Gesenklöcher zum Aufnehmen der Hilfswerkzeuge wie Abschrot, Spitzstöckel usw. An je einer Schmalseite des Ambosses befinden sich das Vierkant- und das Rundhorn, an einer Längsseite der Stauchansatz.

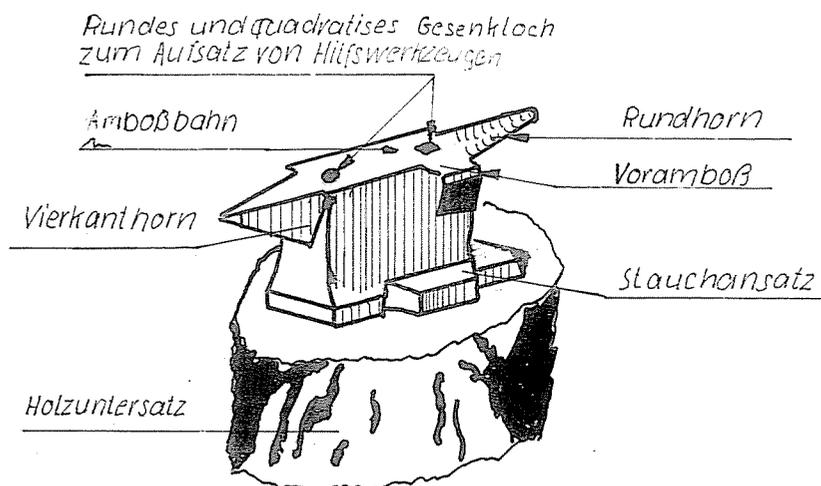


Abb. 85 Amboß

Es gibt Schmiedezangen mit verschiedenartig geformten Mäulern (Abb. 86).

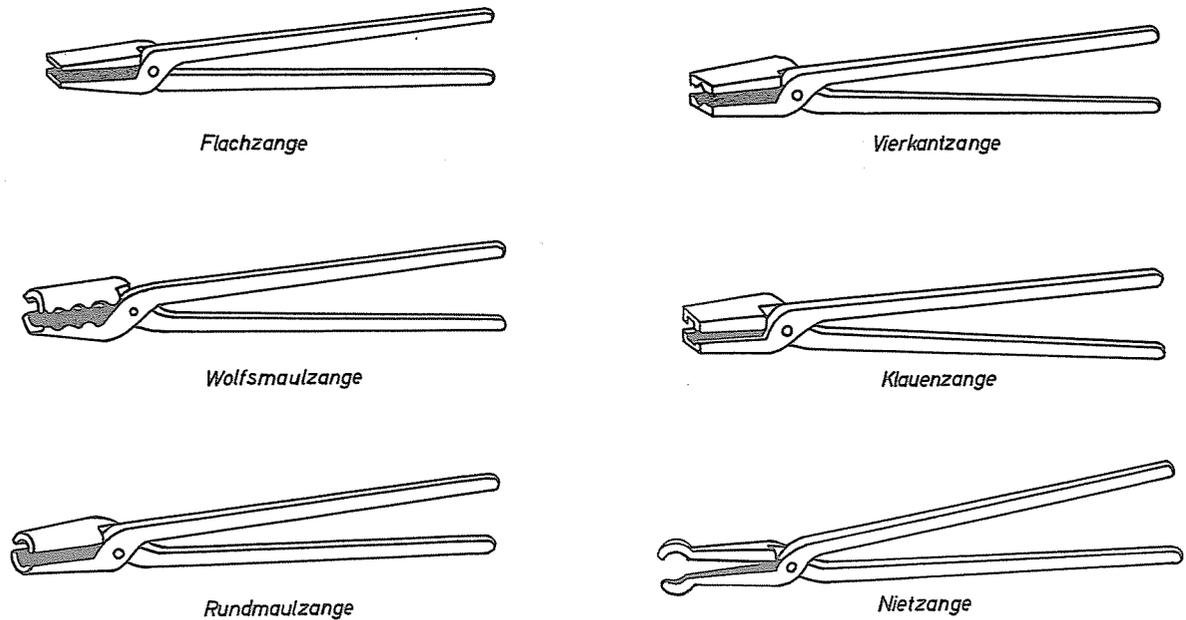


Abb. 86 Verschiedene Formen der Schmiedezangen

Der Schmiedehammer ist ein bis zwei kg schwer. Zuschlag- und Kreuzschlaghammer wiegen bis 10 kg und werden mit beiden Armen geführt. Als Aufsetzhammer streckt und schlägt der Kehlhammer hohlkehllartige Vertiefungen. Mit dem Schlichthammer werden Flächen geglättet und mit dem Setzhammer Flächen scharfkantig abgesetzt (Abb. 87).

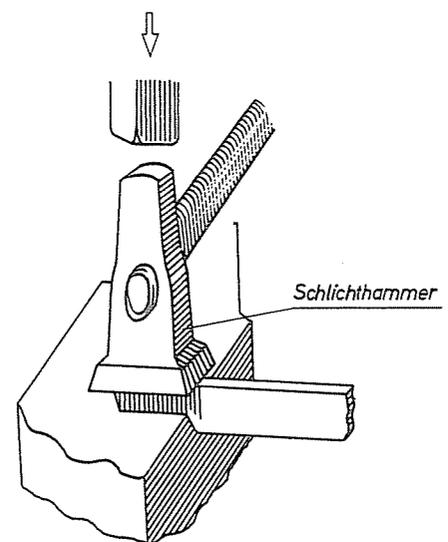


Abb. 87 Schlichten mit dem Schlichthammer

Der Lochhammer (Durchschlag) dient zum Schlagen von Löchern (Abb. 88).

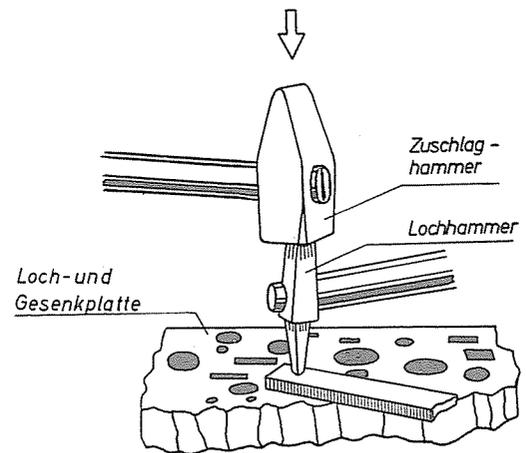


Abb. 88 Lochen mit dem Durchschlag

Der Schrotmeißel wird zum Trennen verwendet (Abb. 89).

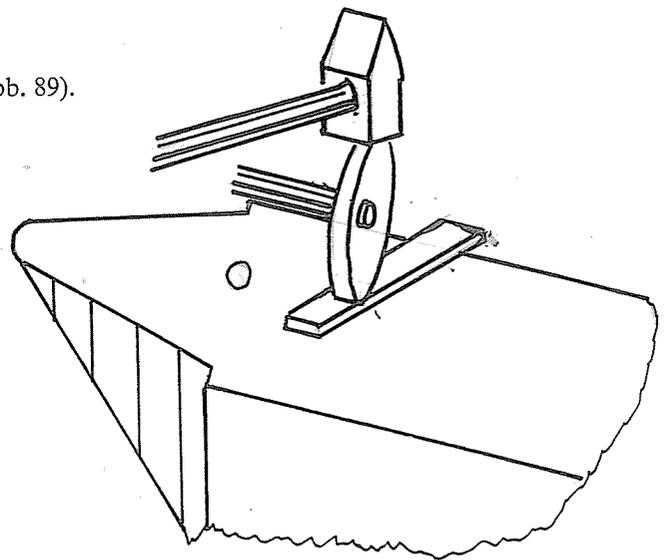


Abb. 89 Trennen eines Werkstückes

Während die schlagführenden Hämmer fest verkeilt sein müssen, dürfen die Stiele der schlagempfangenden Aufsetzhämmer nicht fest eingesetzt sein, um ein Prellen der haltenden Hand auszuschließen.

In der Schmiede arbeitet man mit Gesenken. Für häufig anfallende Gesenkarbeiten steht eine dicke Loch- und Gesenkplatte zur Verfügung. Für schwierige, sich öfter wiederholende Gesenkarbeiten benötigt man das Ober- und das Untergesenk (Abb. 90), in die die gewünschte Werkstückform eingearbeitet ist. Wird der glühende Baustahl auf das Untergesenk gelegt, das Obergesenk darauf gehalten und mit einem Schmiedehammer zugeschlagen, so bekommt das Werkstück seine Form.

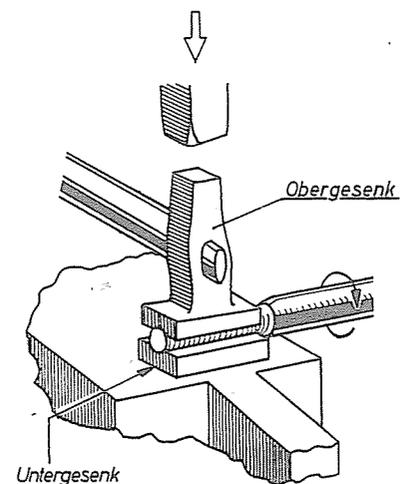


Abb. 90 Absetzen von Zapfen mit dem Rundgesenk

4. 7. Fragen zu Abschnitt 4 (Spanlose Formung)

1. Was versteht man unter spanloser Formung?
2. Nenne die wichtigsten Arten der spanlosen Formung!
3. Wie werden verbogene Stangen gerichtet?
4. Wie können harte Werkstücke gerichtet werden?
5. Wie werden Blechtafeln von Hand gerichtet?
6. Wie läßt sich weicher Draht richten?
7. Was versteht man unter Biegen?
8. Wie werden die einzelnen Fasern beim Biegen beansprucht?
9. Wovon ist der kleinste Biegeradius abhängig?
10. Was ist beim Biegen von gewalzten Werkstücken zu beachten?
11. Erkläre das Biegen eines Werkstückes im Schraubstock!
12. Wie werden Rohre gebogen?
13. Was ist beim Biegen von Rohren mit Längsnaht zu beachten?
14. Was versteht man unter Scherfestigkeit?
15. Erkläre den Vorgang des Schneidens!
16. Wie groß ist der Spanwinkel beim Schermesser?
17. Warum soll beim Scheren der Kraftarm möglichst lang und der Lastarm möglichst kurz gewählt werden?
18. Nenne Werkzeuge zum Locher!
19. Wie nennt man Werkzeuge, die den Werkstoff nur verformen, die Dicke des Materials aber nicht nennenswert verändern?
20. Was versteht man unter Schmieden?
21. Welche Werkstoffe können nicht geschmiedet werden?
22. Welchen Vorteil hat das Verformen durch Schmieden gegenüber spanabhebenden Bearbeitungsverfahren?
23. Womit werden kleinere Werkstücke beim Schmieden festgehalten?
24. Nenne weitere Schmiedewerkzeuge!
25. Wie können Schmiedewerkstücke während des Schmiedens gemessen werden?
26. Beschreibe einen Amboß!
27. Bei welchen Schmiedehämmern dürfen die Stiele nicht fest eingesetzt sein? Warum nicht?

5. Verbindungsarten

Man kann Werkstücke lösbar oder fest miteinander verbinden.

Lösbare Verbindungen lassen sich wieder trennen, ohne daß das Verbindungselement zerstört wird. Lösbare Verbindungen sind:

- ☒ | Schraubenverbindungen, Stiftverbindungen, Keilverbindungen, Verbindungen durch Federn

Feste Verbindungen lassen sich nur durch Zerstören des Verbindungselementes wieder trennen. Feste Verbindungen sind:

- ☒ | Nietverbindungen, Lötverbindungen und Schweißverbindungen

5.1. Schrauben

Durch Schrauben hergestellte Verbindungen sind lösbar.

Schraubenarten

Nach Art des Schraubenkopfes unterscheidet man:

- | Sechskantschrauben (Abb. 91), Vierkantschrauben (Abb. 92) und Schlitzschrauben (Abb. 93).

Während zum Anziehen der Sechs- und Vierkantschrauben Schraubenschlüssel verwendet werden, werden Schlitzschrauben mit dem Schraubendreher geschraubt.

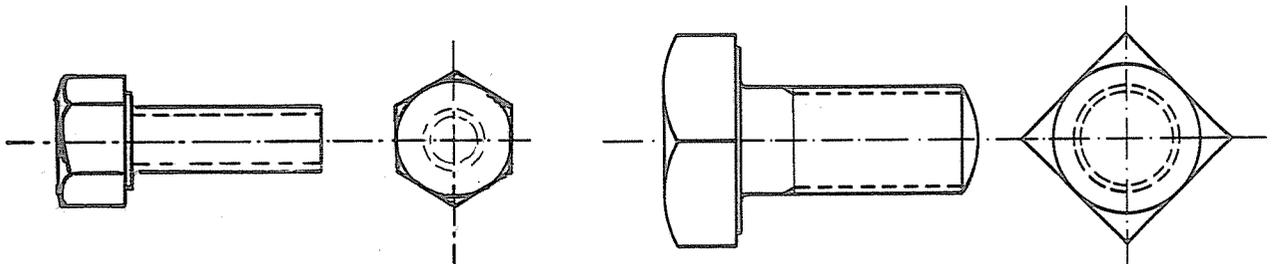


Abb. 91 Sechskantschraube

Abb. 92 Vierkantschraube

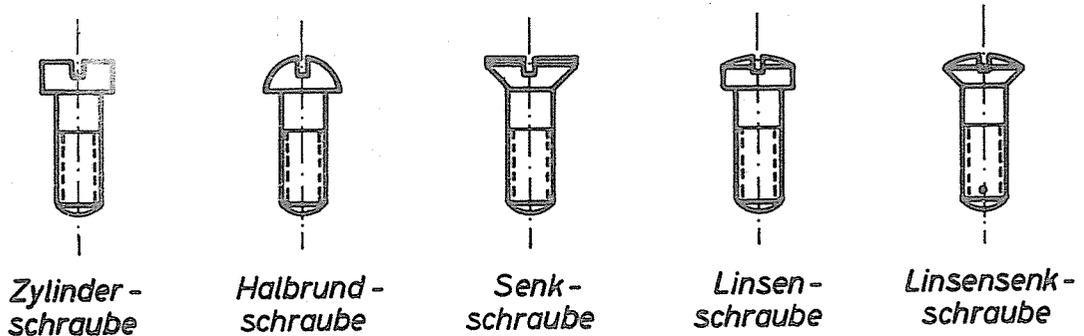


Abb. 93 Schlitzschrauben

Steinschrauben (Abb. 94) dienen zum Befestigen von Maschinen auf Fundamenten.

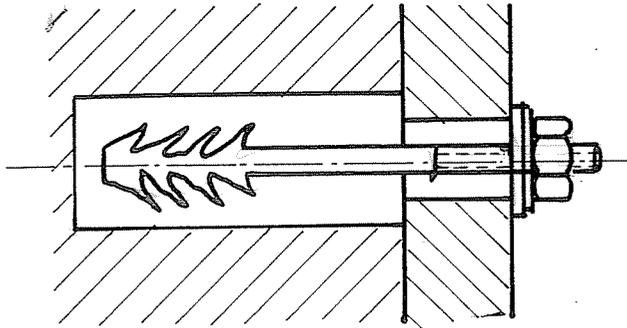


Abb. 94 Steinschraube

Blechschraben verwendet man zum Verbinden von Blechen mit einer Dicke bis zu 2 mm. Sie schneiden sich das Gewinde beim Einschrauben in das Kernloch selbst.

Neben diesen Schraubenarten gibt es noch **Paßschrauben, Stiftschrauben und Holzschrauben**.

Muttern

Bei den Muttern unterscheidet man:

Sechskantmuttern, Vierkantmuttern, Kronenmuttern, Hutmuttern, Flügelmuttern und Rändelmutter (Abb. 95).

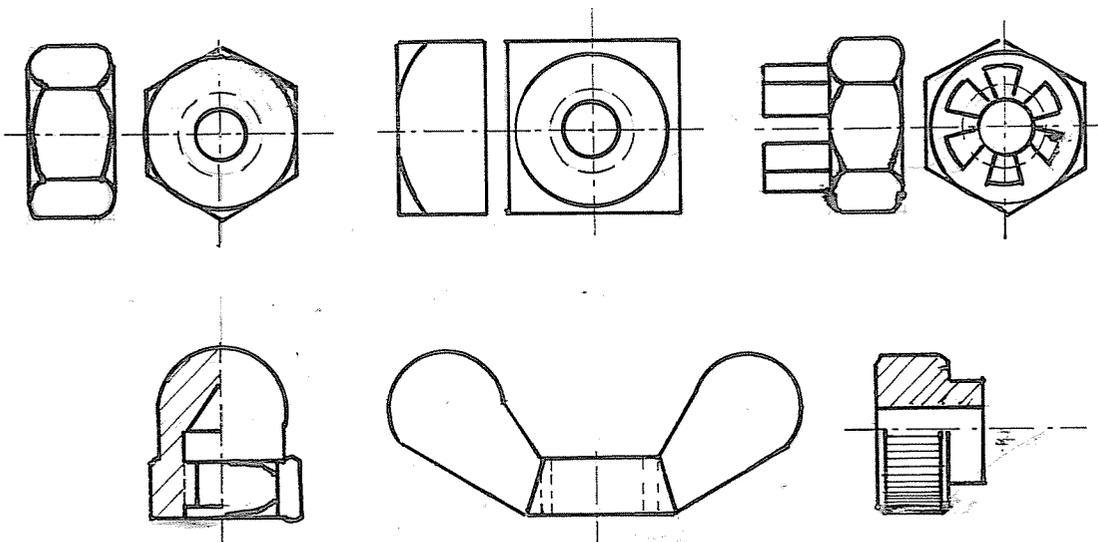


Abb. 95 Muttern

Muttern, mit Ausnahme der Flügelmuttern und der Rändelmutter, werden mit dem Schraubenschlüssel angezogen.

Flügelmuttern und Rändelmutter können von Hand ohne Hilfsmittel angezogen werden.

Schraubensicherungen

Befestigungsschrauben haben selbsthemmendes Gewinde; das heißt, der Steigungswinkel der Gewindegänge ist so klein, daß sich Schraube und Mutter unter axialem Druck nicht lösen können. Um jedoch auch ein Lösen der Schrauben und Muttern bei Erschütterungen während des Betriebes zu verhindern, verwendet man Schraubensicherungen. Die gebräuchlichsten sind:

☒ *Federringe, federnde Zahnscheiben, Gegenmuttern, Sicherungsbleche und Splinte*

5. 2. Stiften

Stiftverbindungen sind lösbare Verbindungen. Nach ihren Aufgaben unterscheidet man:

▮ **Paßstifte, Befestigungsstifte und Abscherstifte (Abb. 96).**

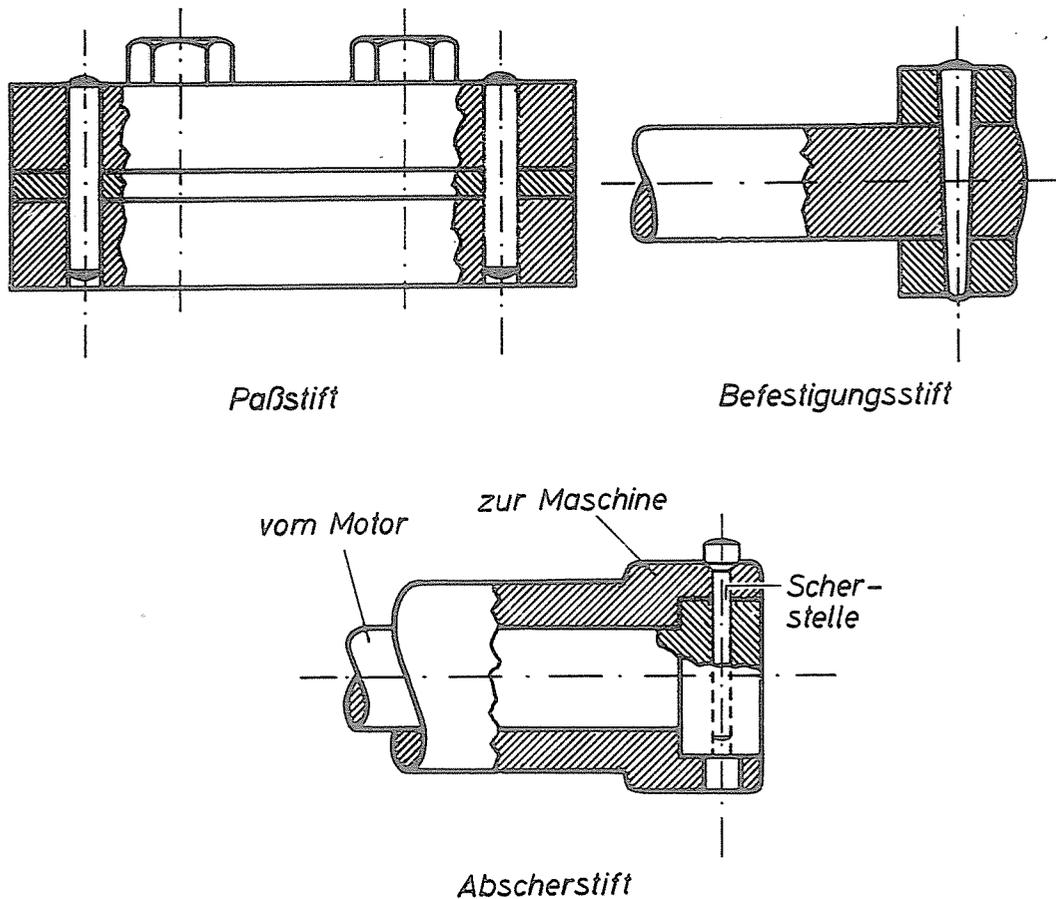


Abb. 96 Stiftverbindungen

Paßstifte dienen dazu, Einzelteile in der ihnen vorbestimmten Lage oder Stellung festzuhalten bzw. festzulegen.

Befestigungsstifte werden oftmals als alleiniges Befestigungsmittel verwendet, wenn nur geringe Kräfte zu übertragen sind.

Abscherstifte verhindern eine Überbeanspruchung. Wird die Belastung zu groß, dann wird der Stift abgesichert, bevor hochwertige Maschinenteile Schaden erleiden können.

Gebräuchliche Stiftarten sind:

▮ **Zylinderstifte, Kegelstifte, Kerbstifte und Spannstifte.**

5. 3. Keilen

Eine andere lösbare Verbindung wird durch Keile hergestellt. Keile (Abb. 97) dienen zur Verbindung von Welle und Nabe und haben die Aufgabe, ein Verdrehen und Verschieben der Nabe auf der Welle zu verhindern.

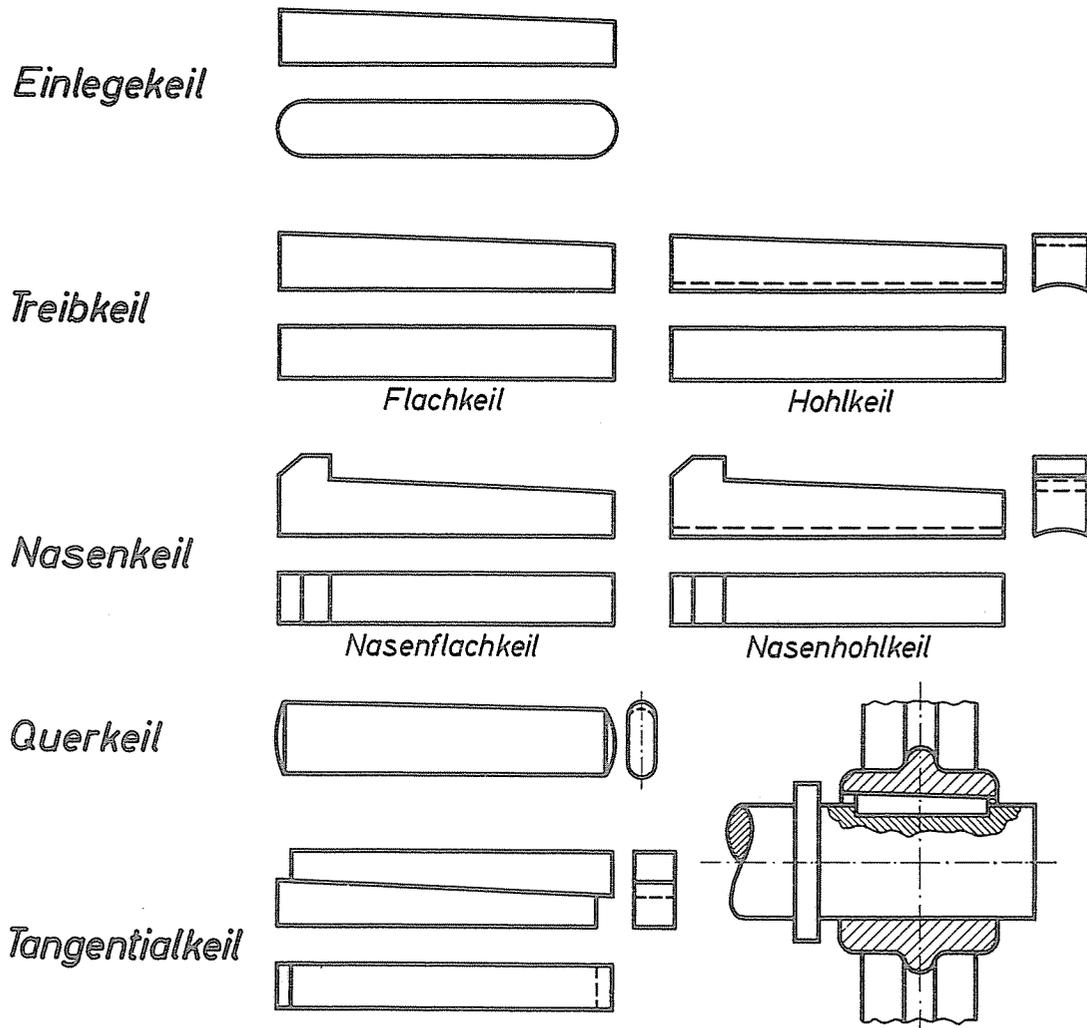


Abb. 97 Keile und Keilverbindungen

5. 4. Federn

Die Feder erzeugt im Gegensatz zum Keil keinen Anpreßdruck. Sie ist nur eine Mitnehmerverbindung. Eine Sicherung gegen seitliches Verschieben muß besonders vorgesehen werden (Abb. 98).

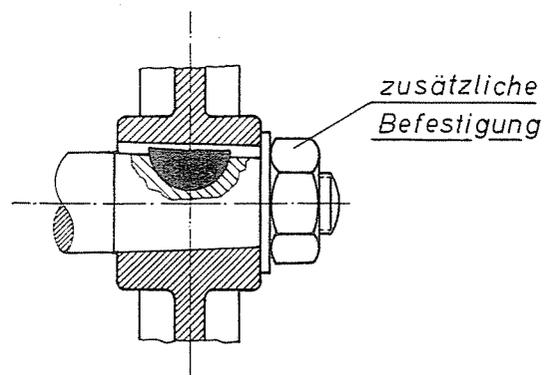


Abb. 98 Federverbindung

5. 5. Nieten

Nietverbindungen sind unlösbare Verbindungen. Der Niet besteht aus dem Setzkopf, dem Schaft und dem Schließkopf (Abb. 99). Der Schließkopf wird durch Anstauchen aus der Schaftzugabe (z) gebildet. Die richtige Nietlänge (Schaftlänge) ergibt sich aus der Klemmlänge und der Zugabe (z) für den Schließkopf. Die Klemm-

länge ist abhängig von der Dicke der zusammenzunietenden Teile. Dagegen hängt die Länge (z) der Zugabe von dem Durchmesser (d) des Niets und der Schließkopfform ab. Die Länge der Zugabe ist genormt, sie lässt sich überschläglich wie folgt bestimmen.

Nietteil	Zugabe(z)
Halbrundkopf (Stahlbau)	$1,6 \times d$
Halbrundkopf (Kesselbau)	$1,8 \times d$
Senkkopf	$0,7 \times d$
Halbsenkopf	$1,2 \times d$
Linsenkopf	$1,0 \times d$

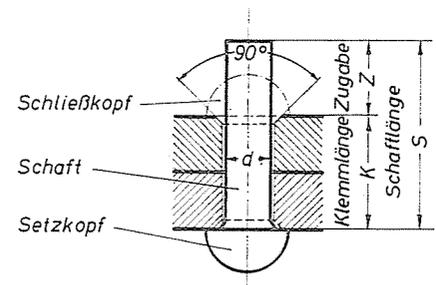
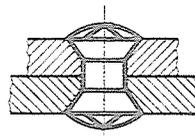


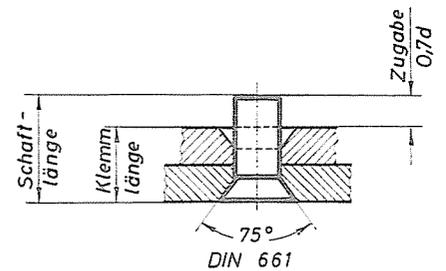
Tabelle 1 Zugabe bei den verschiedenen Nietformen

Abb. 99 Bezeichnungen an einem Niet

Der Halbrundkopf des Niets, der im Kesselbau verwendet wird, ist größer, weil der Niet hier zur Befestigung und zum Abdichten dient.



Stiftnietung



Senknietung

Nietformen (Abb. 100)

Nach der Kopfform unterscheidet man:

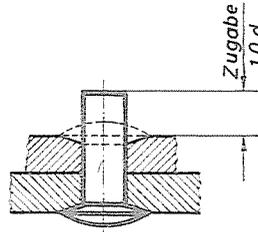


- Senkniete
- Linsenniete
- Halbsenkkniete
- Halbrundniete

Außerdem unterscheidet man noch:

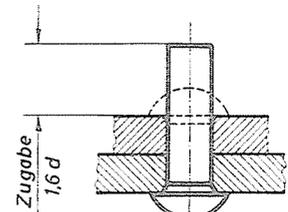


- Hohlните
- Nietstifte
- Sprengniete
- Riemenniete



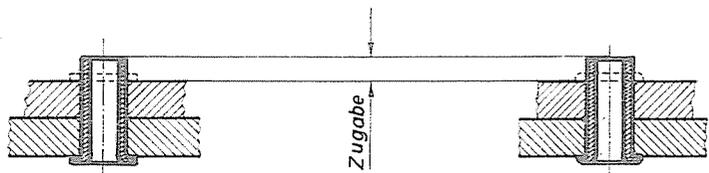
DIN 662

Linsennietung



DIN 660

Halbrundnietung



DIN 7340

(A mit Flachkopf)

DIN 7340

(B mit angerolltem Rundkopf)

Rohrnietung (Hohlнietung)

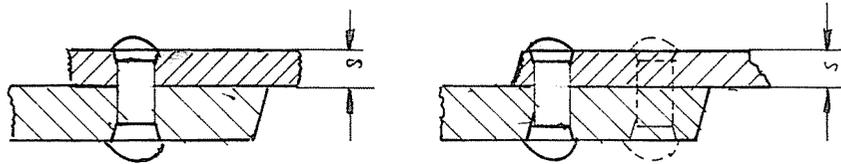
Abb. 100 Verschiedene Nietungen

Werkstoff des Niets

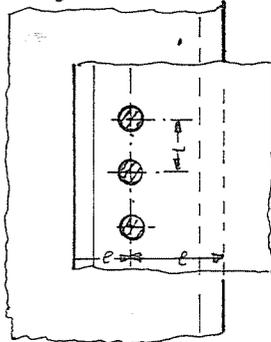
Damit der Nietschaft sich gut verformen läßt, muß der Niet aus weichem und zähem Werkstoff sein. Gewöhnlich verwendet man Niete aus dem gleichen Werkstoff wie die zu verbindenden Teile.

Niete werden vorwiegend auf Abscherung beansprucht; daher muß die beim Nieten erzeugte Kraft zwischen den Nietköpfen so groß werden, daß ein Verschieben der verbundenen Teile gegeneinander nicht erfolgen kann.

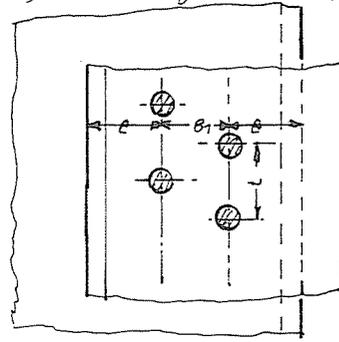
Da sich die Druckkraft eines Nietes nur über eine bestimmte Fläche erstreckt, werden meist mehrere Niete gesetzt. Sitten sie hintereinander in einer Reihe, so ist die Nietung **einreihig**. Bei der **zweireihigen** Vernietung können immer zwei Niete als **Kettennietung** nebeneinander oder als **Zickzacknietung** versetzt nebeneinander liegen (Abb. 101).



a) einreihige Überlappungs-nietung b) zweireihige Überlappungs-nietung



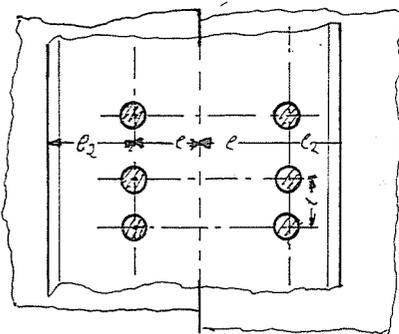
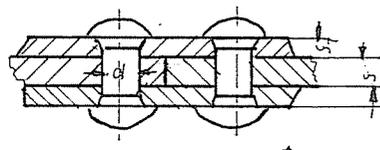
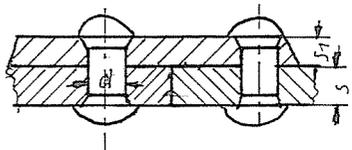
$e = 1,5d$
 $t = 2,6d + 8mm$



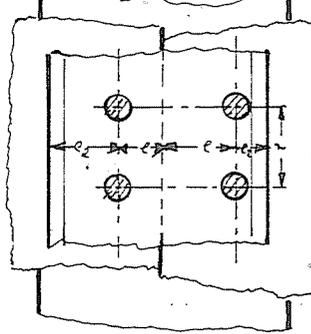
$e = 1,5d$
 $t = 2,6d + 7,5mm$
 $e_1 = 0,6t$

c) einreihige, einfache Laschennietung

d) einreihige Doppellascennietung



$e = 1,5d$ $s_1 = \frac{2}{3}s$
 $t = 2,6d + 8mm$ $e_2 = 1,5d$



$e = 1,5d$ $s_1 = \frac{2}{3}s$
 $t = 2,6d$ $e_2 = 1,35d$



Abb. 101 Nietverbindungen

Nietvorgang

Man unterscheidet zwischen Kalt- und Warmnieten. Niete, deren Durchmesser kleiner als 8 mm sind, werden im allgemeinen kalt genietet.

Die Nietlöcher müssen in den Werkstücken so groß gebohrt werden, daß sich die Niete leicht einführen lassen. Die Bohrlöcher werden danach entgratet, der Niet wird in das Nietloch eingeführt und der Setzkopf auf den Setzstock gelegt (Abb. 102). Dann werden mit dem Nietzieher die zusammenzunietenden Teile zusammengepreßt und danach der Nietschaft mit der Hammerbahn leicht gestaucht und vorgeformt (angeschrägt). Der Schließkopf wird mit dem Kopfmacher endgültig geformt.

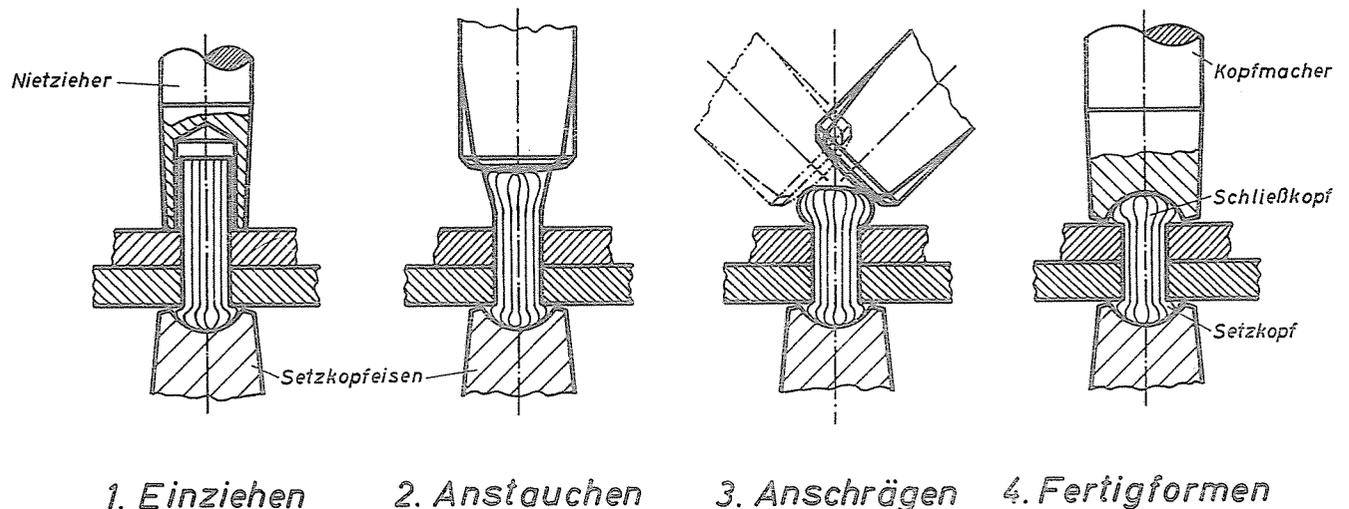


Abb. 102 Nietvorgang

Um Werkstücke ordnungsgemäß und fest miteinander zu verbinden, muß man beim Nieten sehr darauf achten, daß keine Fehler gemacht werden.

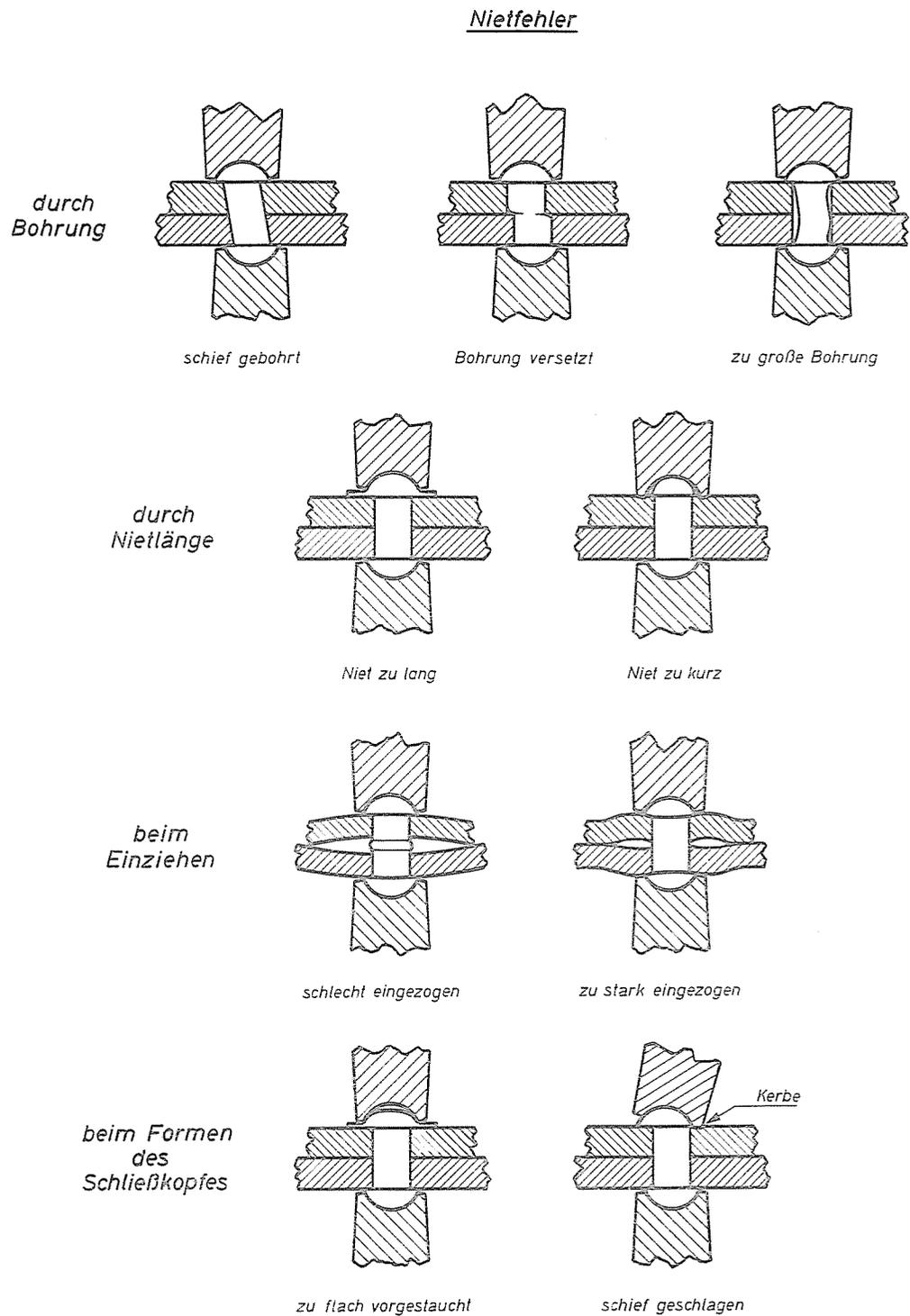


Abb. 103 Nietfehler

5. 6. Löten

Das Löten gehört zur Gruppe der unlösbaren Verbindung von einzelnen Metallteilen. Man benötigt zum Löten eine **Wärmequelle**, ein **Flußmittel** und ein **Lot**.

Die **Wärmequelle** dient zum Erwärmen des Werkstückes und Schmelzen des Lotes.

Das **Flußmittel** säubert die Lötstelle und schützt diese während des Lötens vor Oxydation.

Das **Lot**, welches immer einen niedrigeren Schmelzpunkt als das Werkstück haben muß, verbindet die Metallteile miteinander. Erst nach dem Erkalten der Lötstelle bekommen die Metallteile einen festen Zusammenhalt.

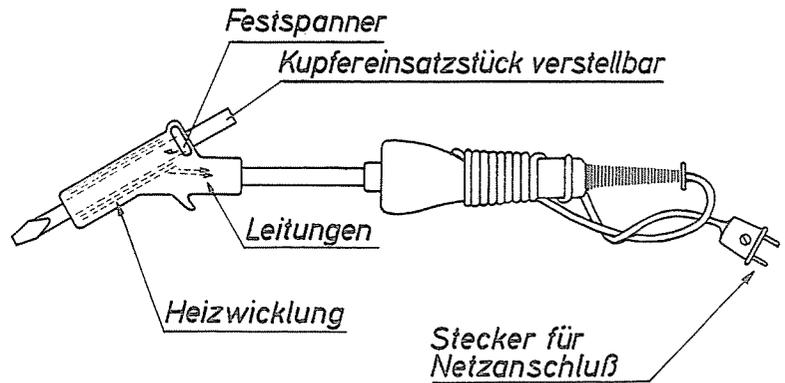


Abb. 104 Elektrischer LötKolben

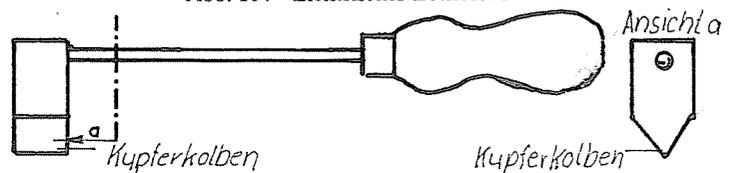


Abb. 105 HammerlötKolben

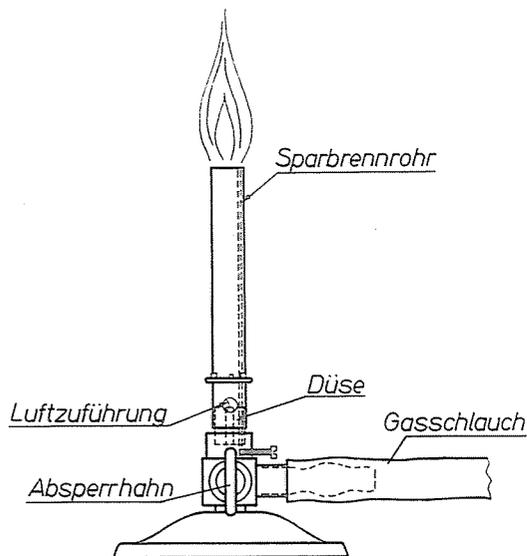


Abb. 106 Bunsenbrenner

Lötverfahren

Es gibt zwei Arten von Lötverfahren:
das Weichlöten und das Hartlöten.

Das **Weichlöten** wird dann angewendet, wenn die Lötnaht dicht sein soll, aber keine hohen Beanspruchungen auszuhalten hat und keinen hohen Temperaturen ausgesetzt wird.

Beim Weichlöten braucht man Temperaturen bis höchstens 330°C . Man erhält sie entweder durch indirekte Erwärmung — elektrischer LötKolben (Abb. 104); HammerlötKolben (Abb. 105) — oder durch direkte Erwärmung unter Einwirkung von offenen Wärmespendern — Bunsenbrenner (Abb. 106); Lötpistole (Abb. 107); Lötlampe (Abb. 108) usw. —.

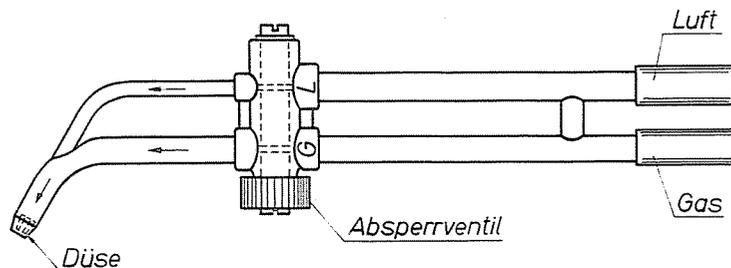
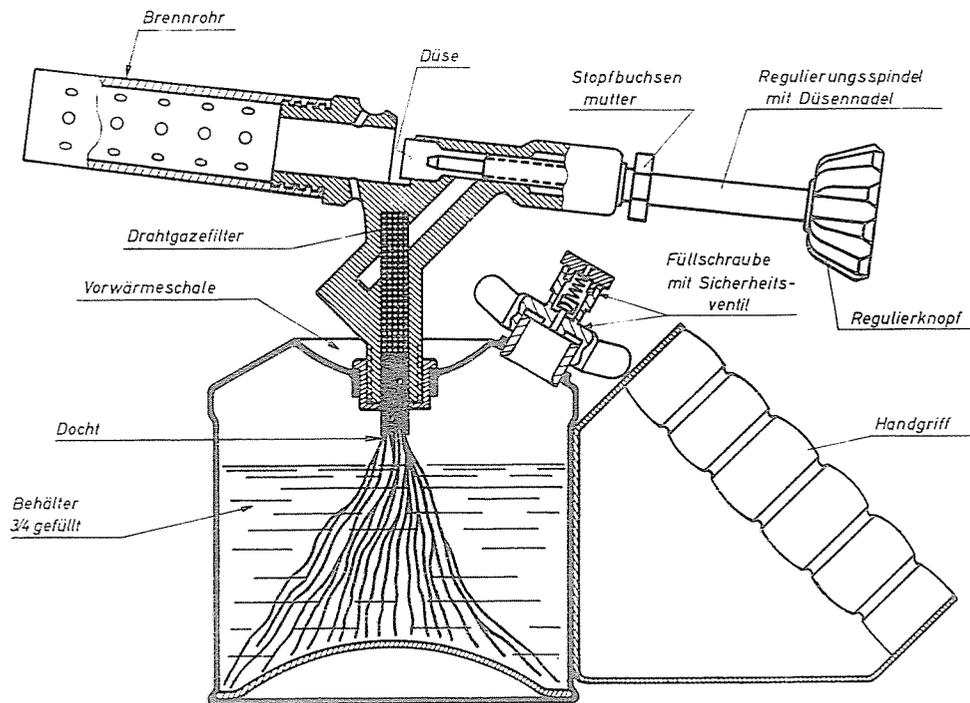


Abb. 107 Lötpistole



Ausführung ohne Pumpe
(spez. für Kabellötarbeiten)

Abb. 108 Lötampe

Bedient man sich säurehaltiger Flußmittel, so spricht man von einer **säurehaltigen Lötung**.

Für das Löten von Zinkblech kommt verdünnte Salzsäure als Flußmittel in Frage. Beim Erwärmen oxydiert Zink sehr stark und muß wirksam gereinigt werden. Die Salzsäure löst die Oxydschicht auf und bildet Zinkchlorid als Flußmittel.

Zum Löten von Kupfer, Nickel, Messing oder Bronze nimmt man Lötwasser als Flußmittel. Der wirksame Bestandteil des Lötwassers ist Zinkchlorid.

Nach jeder säurehaltigen Lötung muß die Lötstelle gründlich gereinigt werden, da Zinkchlorid zersetzend wirkt.

In der Feinmechanik und Elektrotechnik ist die säurehaltige Lötung verboten. Man stellt säurefreie Lötungen her, indem man mit säurefreiem Flußmittel (Kolophoniumus.w.) arbeitet

Beim Weichlöten von Aluminium verzichtet man auf ein Flußmittel. Während des Lötprozesses müssen die Flächen durch Reiben mit einem Drahtpinsel von der sich bildenden Oxydhaut befreit werden.

Als Lot kommt mit wenigen Ausnahmen Lötzinn für die Weichlötung in Frage. Lötzinn ist eine Legierung von Zinn und Blei. Je nach dem Verwendungszweck des Werkstückes wird das Lot ausgewählt.

Für die Feinmechanik und Elektrotechnik kommt Lötzinn mit einem Zinngehalt von 60% (LSn 60) in Betracht. Diese Legierung hat den niedrigsten Schmelzpunkt (182°C) und geht bei dieser Temperatur sofort vom festen in den flüssigen Zustand über (Abb. 109).

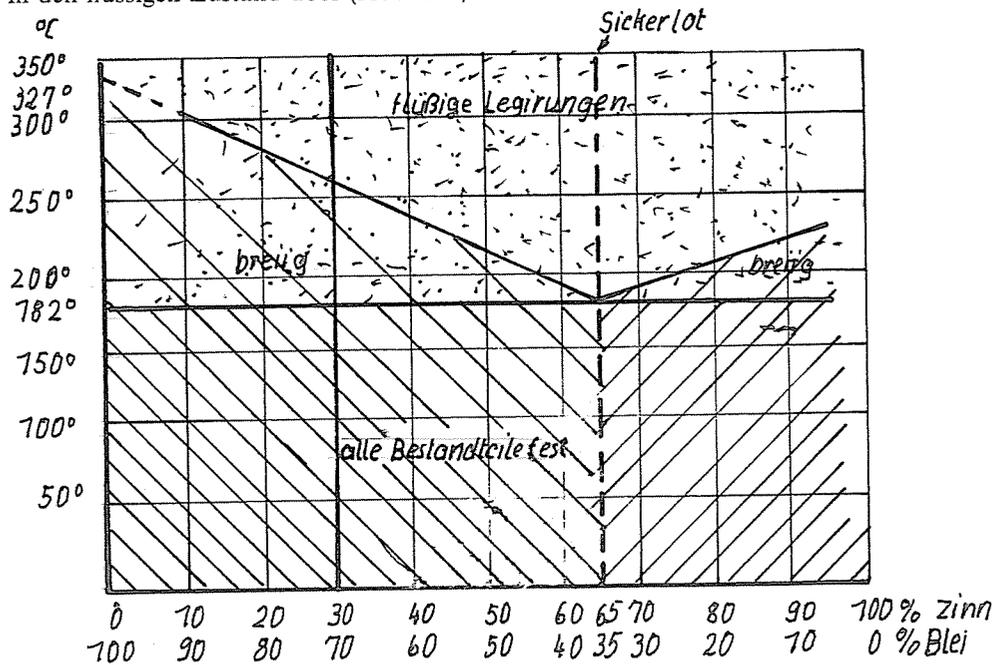


Abb. 109 Zinn-Blei Zustandsschaubild

Lötzinn ist handelsüblich in Stangen-, Blech- und Drahtform. Lötendraht kann auch als Rohr ausgebildet und mit Kolophonium als Flußmittel gefüllt sein (Tabelle 2).

Benennung	Kurzzeich.	Arbeitstemp.	Verwendungsbeispiele
Zinnlot 25	LSn 25	257°C	Flammenlötlung
Zinnlot 30	LSn 30	248°C	Bau- und grobe Klempnerarbeit
Zinnlot 33	LSn 33	242°C	Zinkbleche und verzinkte Bleche
Zinnlot 35	LSn 35	237°C	Messing- und Weißbleche
Zinnlot 40	LSn 40	223°C	Messing- und Weißbleche
Zinnlot 50	LSn 50	200°C	Feinlötlung, z. B. elektrische Zähler
Zinnlot 60	LSn 60	185°C	Leicht schmelzende Metallteile
Zinnlot 98	LSn 98	230°C	Gesundheitl. bedingte Verwendung

Tab. 2 Weichlote für Schwermetalle und Eisen

Müssen Metallteile fest zusammenhalten, aber biegsam und hämmerbar sein, dann wendet man die **Hartlötung** an. Das Hartlöten erfolgt bei Temperaturen über 500°C, die man nur mit direkter Erwärmung erreichen kann.

Als Flußmittel benutzt man Borax oder Streuborax.

Als Lot benutzt man **Schlaglot**, eine Kupfer-Zink-Legierung, die meist in Körnerform, mit Borax und Wasser vermischt, aufgetragen wird. Bei Kupfer- bzw. Messingverbindungen ist darauf zu achten, daß ein Lot gewählt wird, dessen Schmelzpunkt niedriger liegt als der des Werkstückes (Tabelle 3).

Benennung	Kurzzeich.	Arbeitstemp.	Verwendungsbeispiele
Messinglot 60	LMs 60	900°C	Kupf.-Stahl-Gußeisenteile, z. B. Rohrleitungen
Messinglot 54	LMs 54	890°C	Kupf.-Stahl-Gußeisenteile, z. B. Geräte
Messinglot 48	LMs 48	870°C	Kupf.-Stahl-Gußeisenteile
Messinglot 42	LMs 42	845°C	Nickel- und Kupferstoffe, z. B. Griffe und Hefte

Tab. 3 Messinglote

Mit **Silberlot**, einer Kupfer-Silber-Zink-Legierung, läßt sich gut löten, weil Silberzusatz den Fluß fördert und den Schmelzpunkt herabsetzt (Tabelle 4).

Benennung	Kurzzeich.	Arbeitstemp.	Verwendungsbeispiele
Silberlot 8	LAg 8	860°C	Eisen und Stahl, Kupfer und Kupferlegierungen
Silberlot 12	LAg 12 Cd	800°C	Kupfer und Kupferlegierungen
Silberlot 25	LAg 25	780°C	Eisen und Stahl, Kupfer und Kupferlegierungen
Silberlot 44	LAg 44	730°C	Stähle, z. B. Bandsägenlötung

Tab. 4 Silberlote

Außerdem wird durch den Silberzusatz die Verbindungsstelle fester, geschmeidiger und die Korrosionsbeständigkeit größer.

Grundbedingung für alle Lötungen ist, daß die zu verbindenden Metallflächen vorher gesäubert werden.

5. 7. Schweißen

Beim »Schweißen« wird eine feste, dichte und auch korrosionsbeständige Verbindung von gleichartigen Metallteilen geschaffen, die als die beste unlösbare Verbindungsart für Metalle anzusehen ist. Das Schweißen ist außerdem die Verbindungsart mit der geringsten Gewichtsauflendung, weil die zu verbindenden Teile sich nicht überlappen müssen und kein zusätzliches Verbindungselement (Niet, Schraube usw.) benötigt wird. Diese Tatsache hat beim Bau von Brücken, Fahrzeugen, Schiffen und ähnlichen Dingen eine besondere Bedeutung gewonnen.

An der Verbindungsstelle müssen sich die Metallteile und gegebenenfalls ein Zusatzwerkstoff (Schweißdraht) in einem teigigen oder flüssigen Zustand befinden. Man unterscheidet grundsätzlich zwischen **Preßschweißen** und **Schmelzschweißen**. Zum Preßschweißen gehören Feuerschweißen und Punktschweißen. Alle anderen Schweißverfahren gehören zum Schmelzschweißen.

Die bekanntesten Schweißverfahren sind:

Feuerschweißen, Autogen-Schweißen, Elektro-Widerstandsschweißen und Elektro-Lichtbogenschweißen.

Das **Feuerschweißen** (Zusammenschlagen von zuvor im Schmiedefeuer erwärmten Werkstücken) ist heute nur noch im Schmiedebetrieb üblich.

Beim **Autogen-Schweißen** bringt eine Flamme von hoher Temperatur den Werkstoff zum Schmelzen. Es werden dafür verschiedene Gase wie Azetylen, Wasserstoff und Propan verwendet, die mit reinem Sauerstoff verbrannt werden (Abb. 110). Daher spricht man auch von Gas-Schweißen. Meistens verwendet man Azetylen, das aus Kalzium-Karbid und Wasser in einem Gasentwickler hergestellt wird.

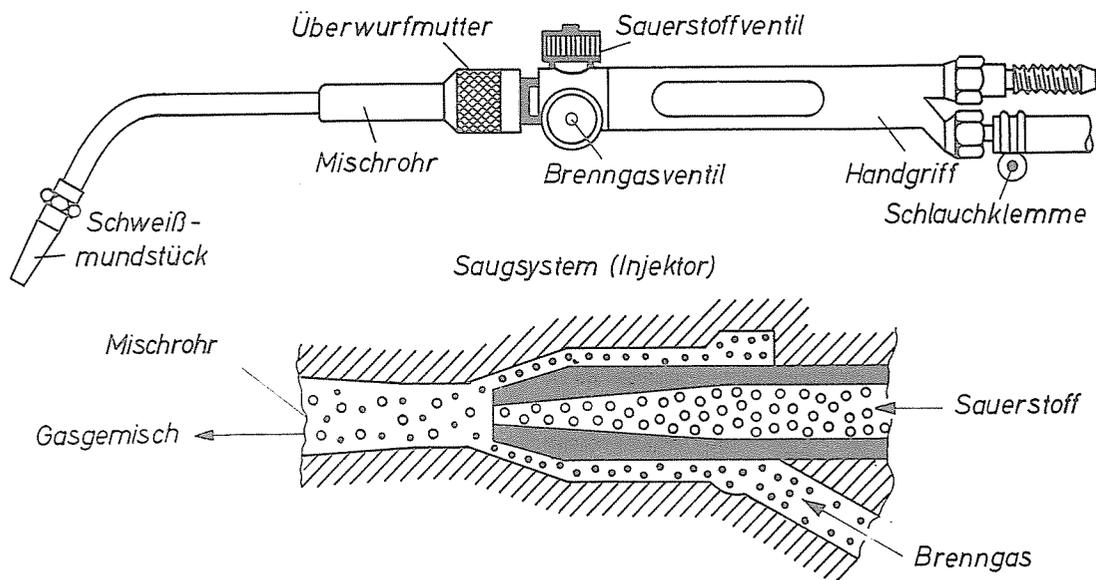


Abb. 110 Schweißbrenner

Das **elektrische Widerstandsschweißen** bedient sich des elektrischen Stromes als Wärmequelle, der an den Stoßstellen infolge hohen Übergangswiderstandes eine rasche Erwärmung des Werkstoffes bewirkt (Abb. 111).

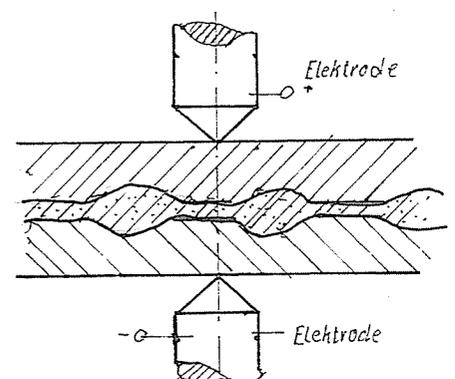


Abb. 111 Punktschweißen



Beim **Elektro-Lichtbogenschweißen** wird die hohe Temperatur des elektrischen Lichtbogens zum Schmelzen der Werkstoffe ausgenutzt (Abb. 112).

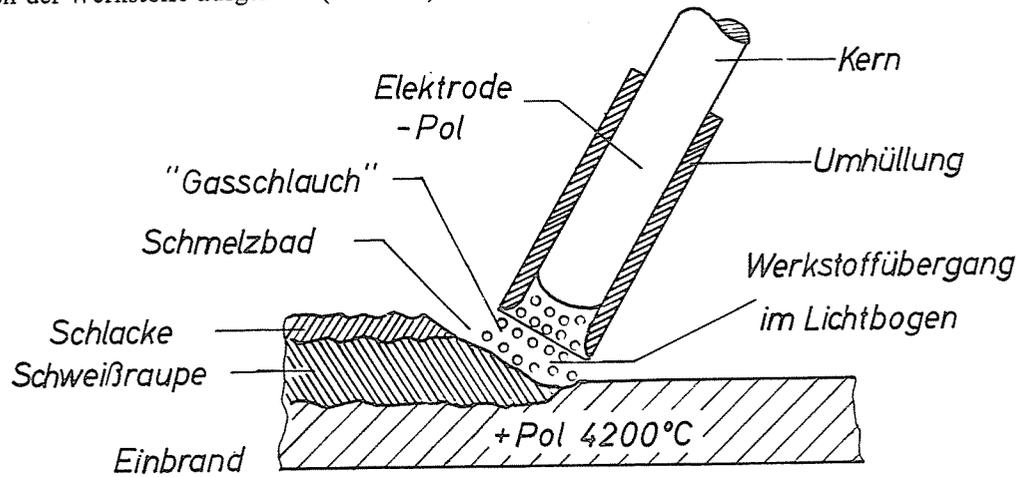


Abb. 112 Der elektrische Lichtbogen

Zum Ausfüllen der Schweißfuge verwendet man Schweißdrähte, welche die gleichen Eigenschaften wie die Grundmetalle haben sollen. Stahlschweißdrähte sind zum Schutz gegen Rost verkupfert. Wie beim Löten werden auch beim Schweißen zumeist Flußmittel verwendet.

5. 8. Fragen zu Abschnitt 5 (Verbindungsarten von Werkstücken)

1. Welche Verbindungsarten von Werkstücken unterscheidet man grundsätzlich?
2. Welche Arten von Schrauben unterscheidet man?
3. Wofür verwendet man Blechschrauben?
4. Welche Arten von Muttern gibt es?
5. Warum muß das Gewinde der Befestigungsschrauben selbsthemmend sein?
6. Welche Muttern lassen sich ohne Hilfsmittel anziehen?
7. Welche Aufgaben haben Paßstifte?
8. Wann verwendet man Befestigungsstifte?
9. Wozu dienen Abscherstifte?
10. Wann verwendet man Keile und wann Federn?
11. Zu welchen Verbindungen zählen die Nietverbindungen?
12. Aus welchen Teilen besteht ein Niet?
13. Wovon ist die Zugabe für den Schließkopf abhängig?
14. Warum ist der Kopf bei einem Kesselbauniet größer als bei einem Stahlbauniet?
15. Wie heißen die wichtigsten Nietkopfformen?
16. Welche Fehler können beim Nieten auftreten?
17. Was versteht man unter Löten?
18. Welche Teile benötigt man zum Herstellen einer Lötverbindung?
19. Wann wird die Weichlötung angewendet?
20. Wann wendet man die Hartlötung an?
21. Welche Wärmequellen dienen zum Löten?
22. Welche Aufgaben hat das Flußmittel?
23. Welche Flußmittel verwendet man zum Weichlöten?
24. Welche Flußmittel eignen sich zum Hartlöten?
25. Welches Lot verwendet man zum Weichlöten?
26. Welche Lote dienen zum Hartlöten?
27. Was versteht man unter Schweißen?
28. Nenne die Bezeichnungen der bekanntesten Schweißverfahren!

6. Wärmebehandlung von Stahl

An Werkzeuge und Maschinenteile werden je nach ihrem Verwendungszweck unterschiedliche Anforderungen hinsichtlich Härte und Festigkeit gestellt. Diese Anforderungen lassen sich durch die Wahl eines entsprechenden Werkstoffes und durch dessen richtige Wärmebehandlung erfüllen. Bei der Wärmebehandlung von Stahlteilen unterscheidet man das Glühen und das Härten.

6.1. Glühen

Beim »Glühen« wird das Werkstück auf eine bestimmte Temperatur erwärmt und anschließend langsam abgekühlt.

Man unterscheidet:

☒ | *Weichglühen, Normalglühen und Spannungsfreiglühen*

Durch **Weichglühen** wird gehärteter Stahl wieder weich gemacht.

Normalglühen wird dann angewendet, wenn das Gefüge durch Schmieden, Gießen oder Walzen ungleichmäßig oder grobkörnig geworden ist.

Durch **Spannungsfreiglühen** werden Spannungen im Werkstück beseitigt.

6.2. Härten

Das »Härten« erfolgt in drei Stufen:

☒ | *Erwärmen, Abschrecken und Anlassen*

Erwärmen

Das Werkstück aus Stahl ist erst langsam, dann schnell bis auf seine Härtetemperatur zu erwärmen. Ungleichmäßiges oder zu rasches Erwärmen führt zu Spannungen.

Stahlart	Kohlenstoffgehalt in ‰	Härtetemperatur in °C	Glühfarben
Werkzeugstahl (Kohlenstoffstahl)	von 1,7 bis 1,0	520...580	schwarzbraun
		580...650	braunrot
		650...750	dunkelrot
	1,0...0,8	750...780	dunkelkirschrot
	0,8...0,6	780...800	kirschrot
	0,6...0,35	800...830	hellkirschrot
niedrig legierter Stahl	Angaben über den Kohlenstoffgehalt sind hier nicht erforderlich!	830...880	hellrot
		880...1050	gelbrot
		1050...1150	dunkelgelb
Schnellstahl (legierter Stahl)		1150...1250	hellgelb
		1250...1320	weiß

Tab. 5 Härtetemperaturen

Abschrecken

Beim »Abschrecken« wird dem Werkstück rasch die Wärme entzogen. Die Rückbildung des Werkstoffgefüges soll dadurch verhindert werden. Die Härte eines Werkstückes hängt von der Zusammensetzung des Stahls und von der Schnelligkeit des Abkühlens ab. Als Abschreckmittel dienen:

☒ | *(Trockene, halbflüssige und flüssige Reibung) Wasser, Öl oder Luft*

Anlassen

Das »Anlassen« ist ein nochmaliges Erwärmen nach dem Abschrecken. Auf der blanken Stahlfläche zeigt sich dabei eine Färbung, die der jeweiligen Temperatur entspricht. Sobald sich die gewünschte Anlaßfarbe zeigt (Tab. 6), wird nochmals abgeschreckt. Je nach Anlaßtemperatur wird die Härte mehr oder weniger verringert und die Zähigkeit entsprechend vergrößert.

Härtestufe	Anlaßfarbe	Anlaßtemperatur in °C	Anwendungsbeispiele
sehr hart	weiß	200	Meßwerkzeuge
	strohgelb	220	Bohrer, Reißnadel, Drehmeißel
	dunkelgelb	240	Gewindeschneidwerkzeuge
	gelbbraun	250	Körner, Durchschläge
mittelhart	rotbraun	260	Hämmer
	purpurrot	270	Meißel
zähhart	violett	280	Stemmeisen
	dunkelblau	290	Holzbearbeitungswerkzeuge
	hellblau	310	Schraubendreher
	grau	320...400	Schmiedegesenke

Tab. 6 Anlaßtemperaturen und Anlaßfarben

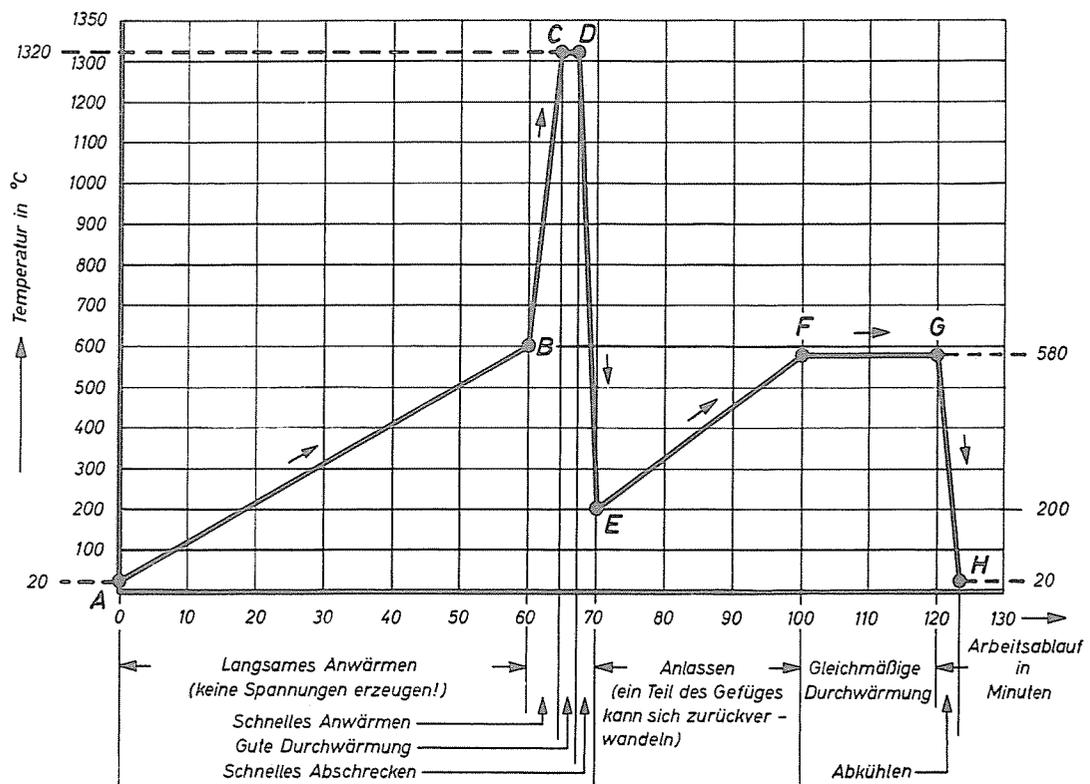


Abb. 113 Härte- und Anlaßkurve

6. 3. Fragen zu Abschnitt 6 (Wärmebehandlung von Stahl)

1. Was versteht man unter Glühen?
2. Welche Glüharten unterscheidet man?
3. In welchen drei Stufen erfolgt das Härten?
4. Warum muß das Werkstück gleichmäßig erwärmt werden?
5. Was versteht man unter Abschrecken?
6. Wovon hängt die Härte eines Stahl-Werkstückes ab?
7. Welches sind die hauptsächlichlichen Abschreckmittel?
8. Was versteht man unter Anlassen?
9. Was erreicht man durch das Anlassen?

7. Schmier- und Kühlmittel

7.1. Schmiermittel

Schmiermittel haben die Aufgabe, die metallische Berührung von aufeinandergleitenden Maschinenteilen zu verhindern.

Man unterscheidet:

☒ **Trockene, halbflüssige und flüssige Reibung.**

Bei **trockener Reibung** gleiten die metallenen Teile unmittelbar aufeinander. Da die Oberflächen mikroskopisch gesehen uneben sind, entstehen hohe Temperaturen. Die Teile neigen zum Fressen, das heißt zum miteinander Verschweißen.

Die **halbflüssige Reibung** tritt dann auf, wenn sich **kein** zusammenhängender Ölfilm bildet.

Die **flüssige Reibung** ergibt die beste Lagerung von gleitenden Teilen. Der **zusammenhängende** Ölfilm auf der Welle gleitet über den Ölfilm des Lagers. Die Reibung, die nur noch in der Schmierflüssigkeit auftritt, ist sehr gering und hat keine nennenswerte Erwärmung zur Folge.

Schmieröle

Für die Verminderung der Reibung wird von den Schmierölen eine gute Schmierfähigkeit verlangt, die jedoch nicht zahlenmäßig erfaßbar ist. Die Bewertung von Schmierölen muß somit nach Eigenschaften vorgenommen werden, die nur im mittelbaren Zusammenhang mit der Schmierfähigkeit stehen.

Die **Zähflüssigkeit** (Viskose) ist die Eigenschaft des Öles, auch noch bei höheren Temperaturen einen tragenden Ölfilm zu bilden.

Der **Flammpunkt** ist die Temperatur, bei der die entwickelten Öldämpfe entflammbar werden. Für Kraftmaschinen und Kompressoren müssen Öle mit hohem Flammpunkt verwendet werden.

Der **Stockpunkt** ist die Temperatur, bei der das Öl so steif wird, daß es nicht mehr fließt, wenn man es der Einwirkung der Schwerkraft aussetzt.

Unter **Reinheit des Öles** versteht man bei gutem Maschinenöl, daß es frei ist von Wasser, veraschbaren Bestandteilen, ungebundener Mineralsäure usw..

Die **Alterungsbeständigkeit** eines Öles bedeutet, daß auch nach längerer Betriebszeit keine Veränderungen der Eigenschaften eintreten. Die Alterung entsteht durch erhöhte Betriebstemperatur, durch Einwirkung von Sauerstoff aus der Luft und durch Berührung mit Metallflächen.

Schmierfette werden für hochbelastete Lager langsam laufender Maschinen, für Zahnradgetriebe, für Kugel- und Rollenlager verwendet.

Fette werden durch Auflösen von Seifen in Mineralöl gewonnen.

Neben den Schmiereigenschaften verlangt man von den Fetten einen dem Verwendungszweck angepaßten **Tropfpunkt**. Da die Schmierfette bei Erreichen des Tropfpunktes ihre Schmierfähigkeit verlieren, muß die Temperatur des Tropfpunktes möglichst hoch liegen.

7.2. Kühlmittel

Für die Kühlung von Schneidwerkzeugen in der Metallverarbeitung verwendet man im allgemeinen eine sogenannte Emulsion. Diese Flüssigkeit ist eine Mischung aus einem guten Bohröl und der acht- bis zwölf-fachen Menge Wasser. Hierbei wirkt das Öl schmierend und rostschtzend, während das Wasser kühlt. Die Emulsion muß chemisch und zeitlich beständig sein und gut netzen.

In Sonderfällen verwendet man reines Öl.

Zu bearbeitender Werkstoff	Arbeitsverfahren	Hilfsflüssigkeit
Stahl, Stahlguß, C-Stähle, legierte Stähle	Automatenarbeit, Gewindeschneiden, Reiben	Schneidöl
	Drehen, Bohren, Kordieren	Emulsion
Temperguß	Drehen, Bohren	Emulsion
Aluminium und seine Legierungen	Automatenarbeit	Schneidöl
	Drehen, Gewindeschneiden	Emulsion
Messing, Kupfer, Bronze	Automatenarbeit	Schneidöl
	Drehen, Gewindeschneiden, Reiben	Emulsion oder Schneidöl
Magnesium und Magnesiumlegierungen	Alle Arbeiten Achtung! Brandgefahr!	Trocken bearbeiten oder naß mit Shell-Jumag Brandvorbeugungsöl!

Tab. 7 Kühlmittel

7. 3. Fragen zu Abschnitt 7 (Schmier- und Kühlmittel)

1. Welche Arten der Reibung unterscheidet man?
2. Was versteht man unter trockener Reibung?
3. Erkläre die flüssige Reibung!
4. Was versteht man unter Zähflüssigkeit?
5. Was ist der Flammpunkt?
6. Wann ist der Stockpunkt eines Öles erreicht?
7. Welche Anforderungen werden an die Reinheit eines Öles gestellt?
8. Was ist Alterungsbeständigkeit?
9. Welche Kühlmittel unterscheidet man in der Metallbearbeitung?
10. Wann verwendet man Schmierfette?

8. Unfallverhütung *)

! Die Gesundheit ist das höchste Gut des Menschen!

Besonders der Berufstätige ist täglich einer Vielzahl von Gefahren ausgesetzt; er muß seine besondere Aufmerksamkeit diesen Gefahrenquellen zuwenden, um sich und andere vor Unfällen zu schützen.

Die Deutsche Bundespost (DBP) hat **Unfallverhütungsvorschriften** erlassen, überprüft ständig den **technischen Unfallschutz** — das sind die Schutzvorrichtungen an Arbeitsgeräten und Maschinen — und ist bemüht, diesen technischen Unfallschutz zu verbessern.

Jedoch führen all diese Bemühungen der DBP erst dann zum vollen Erfolg, wenn jeder einzelne die Unfallverhütungsvorschriften beachtet. Oft treten Unfälle ein, weil die Unfallverhütungsvorschriften mißachtet werden.

Verbündete des Unfälleufels sind:

- Unkenntnis der Gefahren, die am Arbeitsplatz lauern
- Unkenntnis der richtigen Arbeitsverfahren
- Unkenntnis der richtigen Anwendung von Werkzeugen und Maschinen
- Unachtsamkeit
- Unordnung
- Leichtsinn

Daher gilt:

- Augen auf — Erst Denken, dann Handeln!**
- Eigene Vorsicht ist der beste Unfallschutz!**

Jeder Angehörige der DBP muß die Unfallverhütungsvorschriften beachten. Besonders der Lehrling soll sie sich einprägen und sich entsprechend verhalten, weil er als Neuling im Beruf den Unfallgefahren noch mehr ausgesetzt ist als ein Berufserfahrener.

- Beachte daher alle Maßnahmen, die getroffen worden sind, um Unfälle zu verhüten!
- Befolge die Anweisungen Deiner Ausbilder!
- Halte Deinen Arbeitsplatz stets aufgeräumt und ordentlich!
- Führe die Arbeiten nur mit Werkzeugen und Geräten aus, die von der DBP für diese Arbeiten zur Verfügung gestellt werden!
- Benutze Werkzeuge nur zu dem Zweck, für den sie bestimmt sind!
- Prüfe vor dem Benutzen, ob sich Werkzeuge, Maschinen und Schutzvorrichtungen in ordnungsgemäßem Zustand befinden!
- Benutze die Schutzvorrichtungen, die für bestimmte Arbeiten vorgesehen sind — z. B. bei Arbeiten an der Bohrmaschine, an der Drehmaschine und an der Schleifscheibe!
- Verwende Schutzbrillen und Schutzeinrichtungen für die Atmung — z. B. Atemfilter — bei Arbeiten, die die Augen und Atmungsorgane gefährden!
- Trage bei Arbeiten an Maschinen — besonders an Maschinen mit umlaufenden Wellen — enganliegende Kleidung!
- Achte auf kurzen Haarschnitt oder trage Schutzhaube!
- Lege bei der Arbeit Fingerringe und Armbanduhren ab!
- Messe nicht an sich drehenden oder sonst sich bewegenden Werkstücken!
- Denke beim Bearbeiten von Blei daran, daß Blei und Bleiverbindungen giftig sind!
- Achte nicht nur auf Dich, sondern auch auf Deine Kameraden!

*) Vgl. auch Abschnitt 11 des Lehrstoffbereichs AB »Allgemeine Berufskunde«!

Bei den verschiedenen Bearbeitungsverfahren muß Folgendes besonders beachtet werden:

Denke beim **Anreißen** daran, daß **Kupfervitriol giftig** ist. Achte darauf, daß Kupfervitriol nicht an die Schleimhäute kommt oder in den Atem- oder Verdauungsweg gerät.

Beim **Meißeln** soll der **Meißelkopf blank** sein.

Der sich beim Meißeln bildende »Bart« am Meißelkopf ist rechtzeitig zu entfernen, weil sonst Metallsplinter abspringen können oder die Gefahr besteht, sich am Grat zu verletzen (vgl. Abb. 35. wb 23). Gegen Splitter und Späne verwende beim Meißeln einen Schutzschild!

Beim **Sägen** ist besonders auf die Hände zu achten, daß diese nicht in das Sägeblatt geraten.

Blätter von Kreissägen sind vor dem Gebrauch zu überprüfen, ob sie Risse haben; weiter ist bei Kreissägen auf »runden« Lauf zu achten.

Beim **Feilen** muß der **Feilengriff fest** auf der Angel der Feile sitzen, weil man sich sonst an der Angel verletzen kann.

Beim **Bohren**, Aufbohren, **Senken** oder **Reiben** muß das **Werkstück gut gesichert** und am Bohrtisch befestigt sein. Sonst kann das Werkstück durch das sich drehende Werkzeug herumgerissen werden, und es besteht die Gefahr, sich zu verletzen.

Achte bei diesen Arbeiten auf die Haare und auf Kleidungsstücke, daß diese nicht von der umlaufenden Arbeitsspindel erfaßt werden.

Bohrmaschinen dürfen nicht mit der Hand abgebremst werden. Bei diesem vorschriftswidrigen Verhalten besteht die große Gefahr, sich am Bohrfutter oder am Werkzeug zu verletzen.

Beim **Drehen spanne Werkstück und Drehmeißel gut und sicher ein**. Achte darauf, daß die Schneide des Drehmeißels in richtiger Höhe am Werkstück angreift!

Achte auf die sich drehende Arbeitsspindel, die auch hier nicht mit der Hand abgebremst werden darf!

Die **Drehmaschine** darf erst dann angelassen werden, wenn das Werkstück fest eingespannt ist.

Der Spannschlüssel darf nicht im Drei- oder Vierbackenfutter stecken bleiben, er könnte den Arbeiter sonst verletzen oder das Drehmaschinenbett beschädigen.

Besondere Vorsicht ist bei **Arbeiten an der Schleifscheibe** geboten; **trage Schutzbrille** und entferne nicht die Schutzvorrichtungen!

Die **Oberflächengüte** sich drehender Werkstücke darf nicht mit der Hand geprüft (gefühl) werden, weil die Grate, die von der Bearbeitung herrühren, zu Verletzungen führen können!

Beim **Bearbeiten von Magnesium und Magnesiumlegierungen** besteht **Brandgefahr!** Dieses Metall und seine Legierungen dürfen nur trocken bearbeitet oder nur mit einem **Brandvorbeugungsöl** gekühlt werden!

Beim **Arbeiten mit dem Hammer** — Richten, Biegen, Schmieden usw. — muß streng darauf geachtet werden, daß der **schlagführende Hammer fest aufgestellt** (verkeilt) ist. Sonst kann der Hammer vom Stiel fliegen und die Arbeiter gefährden.

Bei **schlagempfangenden Aufsetzhämmern** dürfen die **Stiele nicht fest** eingesetzt sein, damit die haltende Hand nicht durch Prellungen verletzt wird!

Beim **Schneiden und Stanzen** mit Maschinen besteht besonders große Unfallgefahr. Daher soll immer die **Zweihandsicherung** verwendet werden, bei der die Maschine nur dann arbeiten kann, wenn beide Hände an unfallgeschützter Stelle die Maschine steuern. Bei Arbeiten an diesen Maschinen sind die Schutzvorrichtungen besonders wichtig, sie dürfen auf keinen Fall entfernt werden.

Beim **Schmieden** und bei der **Wärmebehandlung** von Stahl muß man sich vor Verbrennungen schützen. Schmiedestücke sind auf Wärme zu prüfen, bevor sie angefaßt werden.

Wähle die richtigen **Schmiedezangen**, die dem Werkstück sicheren Halt geben!

Schmiedewerkzeuge müssen immer rechtzeitig vom Grat befreit werden!

Beim **Löten** und **Schweißen** sind Schutzschirme aus unbrennbarem wärmeisolierendem Stoff zu verwenden, wenn sich in unmittelbarer Nähe der Arbeitsstelle brennbare Stoffe befinden.

Die Arbeitsräume sind bei Löt- oder Schweißarbeiten besonders gut zu entlüften.

Gasgeräte und **Gasbrenner** sind sofort nach Gebrauch außer Betrieb zu setzen, indem die betreffenden Ventile geschlossen werden.

Schütze **Gasflaschen** vor Erwärmung!

Stehende Gasflaschen sind gesichert aufzustellen, daß sie nicht umkippen können.

Sauerstoffflaschen und **Wasserstoffflaschen**, ihre Ventile, ihre Gewinde und ihre Schläuche dürfen **nicht mit Fett und Öl in Berührung** kommen, sonst besteht **Explosionsgefahr!**

Elektrische Lötkolben dürfen nur an die elektrischen Spannungen angeschlossen werden, für die sie vorgesehen sind. Die elektrischen Lötkolben dürfen nur für die Dauer der Benutzung unter Spannung stehen.

Heiße Lötkolben dürfen nur auf besonderen Auflagen abgelegt oder an entsprechenden Vorrichtungen aufgehängt werden.

Beim **Bearbeiten von Stahl und Glas**, beim **Entrosten** oder bei **Arbeiten mit Säuren, Nitrozellulosefarben, Benzolfarben** u. a. müssen amtlich gelieferte **Schutzmittel**, wie Schutzbrillen, Atemfilter, Schutzanzüge, Handschuhe, Handschutzleder usw., verwendet werden.

Die vorstehende Aufzählung kann nicht alle Maßnahmen für die Verhütung von Unfällen darstellen; sie soll nur ein Hinweis sein und anregen, bei jeder auszuführenden Arbeit über mögliche Unfallgefahren nachzudenken.

Denke immer daran:

|| **Der beste Unfallschutz ist die eigene Vorsicht!**

8.1. Fragen zu Abschnitt 8 (Unfallverhütung)

1. Warum hat die DBP besondere Vorschriften für die Verhütung von Unfällen erlassen?
2. Erkläre den Begriff »Technischer Unfallschutz«!
3. Warum müssen die richtigen Arbeitsverfahren angewendet werden, und warum muß der Lehrling lernen, Werkzeuge und Maschinen richtig einzusetzen und anzuwenden?
4. Warum ist ein Lehrling den Unfallgefahren noch mehr ausgesetzt als ein Berufserfahrener?
5. Warum muß der Arbeitsplatz stets aufgeräumt sein und ordentlich und sauber gehalten werden?
6. Warum dürfen Arbeiten nur mit den Werkzeugen und Geräten ausgeführt werden, die von der DBP beschafft worden sind?
7. Was ist zu prüfen, bevor Werkzeuge, Geräte und Maschinen benützt werden?
8. Welchen Zweck sollen Schutzvorrichtungen erfüllen?
9. Nenne einige Schutzvorrichtungen an Werkzeugen und Maschinen, die in der Werkstoffbearbeitung verwendet werden!
10. Wann müssen Schutzbrillen getragen werden?
11. Warum soll der Haarschnitt kurz sein und warum sollen bei Arbeiten in der Werkstoffbearbeitung Fingerringe und Armbanduhr abgelegt werden?
12. Worauf ist beim Bearbeiten von Blei zu achten?
13. Wie soll der Kopf eines Meißels beschaffen sein?
14. Welche Gefahr besteht bei Arbeiten mit maschinellen Sägen?
15. Was ist eine Zweihandsicherung?
16. Warum muß das Werkstück beim Bohren, Senken oder Reiben fest eingespannt sein?
17. Warum dürfen umlaufende Arbeitsspindeln und Spannfutter nicht mit der Hand abgebremst werden?
18. Wie ist die Schneide des Drehmeißels zum Werkstück auszurichten und warum?
19. Warum sollen Grate, die von der Bearbeitung herrühren, entfernt werden, bevor das Werkstück gemessen oder die Oberfläche geprüft wird?
20. Warum müssen die Stiele schlagführender Hämmer fest verkeilt sein?
21. Wie müssen die Stiele der schlagempfangenden Aufsetzhämmer eingesetzt sein?
22. Warum besteht beim Schneiden und Stanzen mit Maschinen besonders große Unfallgefahr?
23. Was ist beim Schmieden zu beachten?
24. Was ist beim Arbeiten mit Gas besonders gefährlich?
25. Wie müssen Gasflaschen sowie deren Ventile, Gewinde und Schläuche beschaffen sein?
26. Warum müssen Ventile, Gewinde und Schläuche von Sauerstoff- und Wasserstoffflaschen frei von Fett und Öl sein?
27. Was ist beim Löten mit dem elektrischen LötKolben zu beachten?
28. Welche Gefahr besteht, wenn Magnesium oder Magnesiumlegierungen mit einem herkömmlichen Kühlmittel gekühlt werden? Welches Kühlmittel darf beim Bearbeiten dieser Werkstoffe nur verwendet werden?
29. Welche Schutzmittel sind bei Arbeiten mit Säuren, Nitrozellulosefarben und Benzolfarben zu benutzen?
30. Nenne den wichtigsten Merksatz der Unfallverhütung, den Du immer beachten muß!