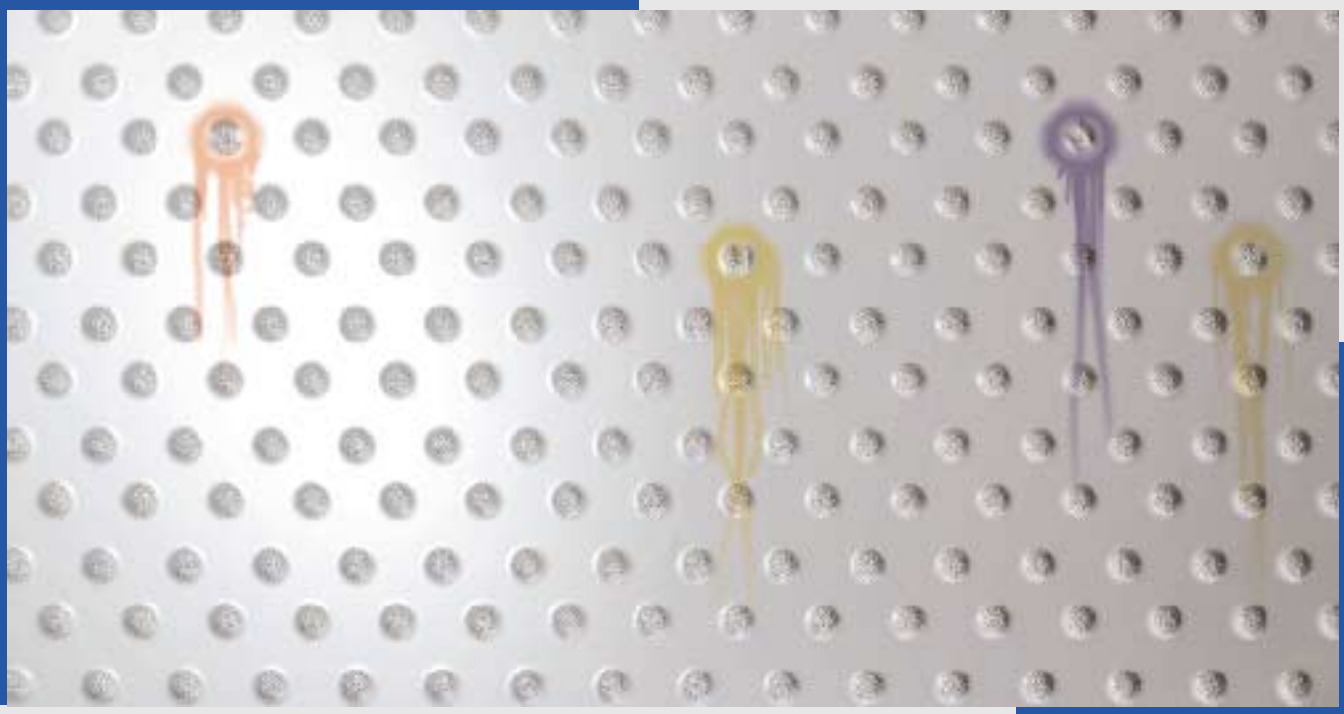
GUV-SI 8038 (bisher GUV 57.1.30.3)
GUV-Informationen
Sicherheit im Unterricht



Metall

Ein Handbuch für Lehrkräfte

Gesetzliche
Unfallversicherung

Herausgeber
Bundesverband der Unfallkassen
Fockensteinstraße 1, 81539 München
www.unfallkassen.de

Gestaltung und Illustrationen:
RUF & SPREIGL, München

© 1996

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit vorheriger Genehmigung des Herausgebers.
Printed in Germany

Zu beziehen unter Bestell-Nr. GUV-SI 8038 vom zuständigen Unfallversicherungsträger, siehe vorletzte Umschlagseite.

GUV-SI 8038 (bisher GUV 57.1.30.3)
GUV-Informationen
Sicherheit im Unterricht

Metall

Ein Handbuch für Lehrkräfte

Gesetzliche
Unfallversicherung

Inhaltsverzeichnis

Seite

Vorwort 5

Arbeiten mit dem Hammer 6

Feilen und Entgraten 8

Biegen von Blechen, Drähten und Rohren 10

Kalthämmern oder Treiben 12

Sägen von Hand 14

Schneiden von Blech 15

Meißeln 16

Anreißen und Körnen 18

Maschinenarbeit: Bohrmaschine 19

Blechscheren 21

Maschinenarbeit: Drehmaschine 22

Maschinenarbeit: Schleifbock 25

Oberflächenbeschichtung 27

Gießen 28

Härten und Anlassen 30

Weichglühen 31

Weichlöten 32

Literaturverzeichnis 34

Stichwortverzeichnis 35

Vorwort

Traditionell wird im Unterricht vorwiegend Holz oder Kunststoff verwendet, obwohl die Metalle in unserer Industriegesellschaft eine wesentliche Rolle spielen. Beim Zuschneiden von Hölzern oder Kunststoffen werden zudem schnelllaufende Holzbearbeitungsmaschinen eingesetzt, die von den Schülern nicht bedient werden dürfen.

Obwohl Metalle schwieriger zu bearbeiten sind, können die dazu notwendigen Geräte und Maschinen jedoch von den Schülern gehandhabt werden, da von Metall bearbeitenden Maschinen eine wesentlich geringere Unfallgefahr ausgeht, da diese in der Regel erheblich langsamer laufen.

Diese kleine Broschüre soll die Lehrkraft ermutigen, den Werkstoff Metall in den Unterricht einzubeziehen und ihr Hilfestellungen geben, mit dem Material und den Bearbeitungswerkzeugen sicher umzugehen.

Der häufigste metallische Werkstoff ist Stahl, der in Form von Halbzeugen (Blech, Rohre, Vierkant- und Rundstäbe) vorliegt. Messing, Kupfer, Zink werden als Buntmetall bezeichnet, Aluminium ist ein Leichtmetall, während Zinn und Blei zu den Schwermetallen gehören.

Von den Metallen selbst geht keine spezifische Gefahr aus, sieht man von der Verarbeitung von Blei oder Woodschem Metall ab, da beide Stoffe giftig sind. Bei der Bearbeitung entstehen jedoch Splitter, Späne und scharfe Kanten, vor denen man sich entsprechend schützen muss. Bei der Wärmebehandlung (Löten, Weichglühen, Härten, Gießen) werden hohe Temperaturen benötigt, die besondere Vorsichtsmaßnahmen erfordern. Bei der Oberflächenbehandlung von Metallen werden Materialien eingesetzt, die gefährliche Stoffe enthalten können.

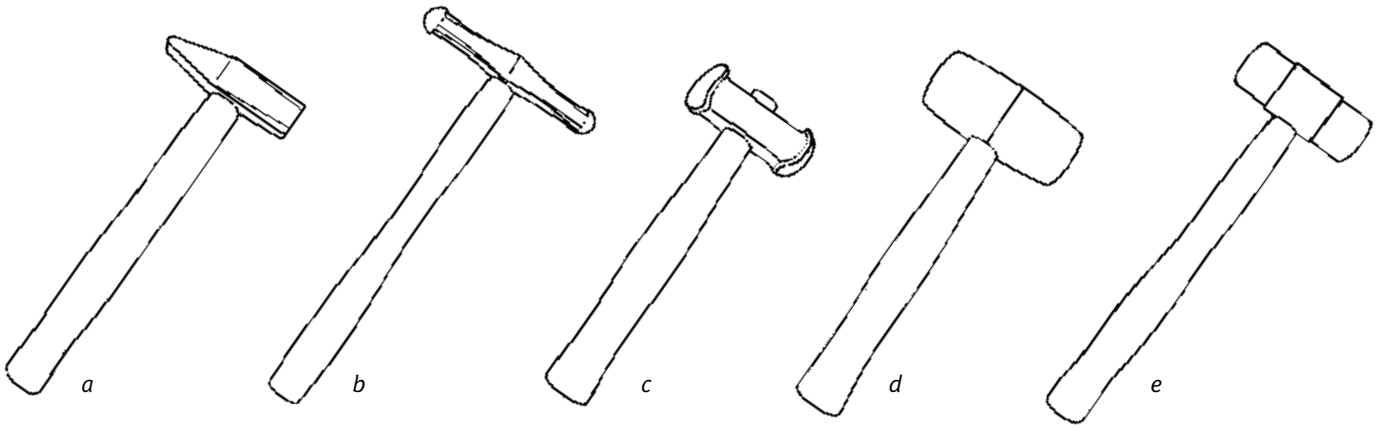
Der Text dieser Broschüre basiert auf einem Manuskript der Herren Dipl.-Ing. Paul Döring und Prof. Dr. Gert Reich der Universität Oldenburg, Institut für Technische Bildung.

Arbeiten mit dem Hammer

Bei vielen Tätigkeiten in der Holz- und Metallverarbeitung wird ein Hammer gebraucht. Entsprechend sind im Laufe der Zeit viele Spezialformen des Hammers entwickelt worden. Im Schulbereich gibt es Schlosserhämmer, Schreinerhämmer, Treibhämmer in verschiedenen Formen, Fäustel sowie Kunststoff- und Holzhämmer.

Abb. 1:

a) normaler Hammer
b) Treibhammer
c) Spenglerhammer
d) Gummihammer
e) Plastikhammer



Neben der Möglichkeit, bei ungenauer Schlagführung die Finger zu treffen, ist auf drei Problembereiche besonders hinzuweisen:

Der Hammerkopf muss fest am Stiel befestigt sein.

Der Hammer wird in der Regel mit Schwung und Kraft eingesetzt. Ein sich plötzlich lösender Hammerkopf kann umstehende Personen schwer verletzen. Deshalb ist für die Stielbefestigung größte Sorgfalt aufzuwenden. Holzstiele werden vorgeschlitzt, dann wird der Hammerkopf straff aufgepasst, sodass die Bohrung (das „Auge“) ganz ausgefüllt ist.

In den Schlitz des Hammerstiels wird nun ein Keil eingeschlagen, der Stiel und Kopf kraftschlüssig verbindet. Da bei dieser Befestigungsart große Reibungskräfte notwendig sind, ist ein einfacher Holzkeil nicht ausreichend. Es sollten auf jeden Fall Metallkeile verwendet werden, die es in zwei verschiedenen Formen im Werkzeughandel gibt: Spezialkeile in unterschiedlichen Ausführungen mit besonderen Zinken in der Art eines Widerhakens, die eine zuverlässige Befestigung gewährleisten oder Ringkeile, die das Holz des Stieles gleichmäßig an das Auge des Hammerkopfes pressen (siehe Zeichnungen).

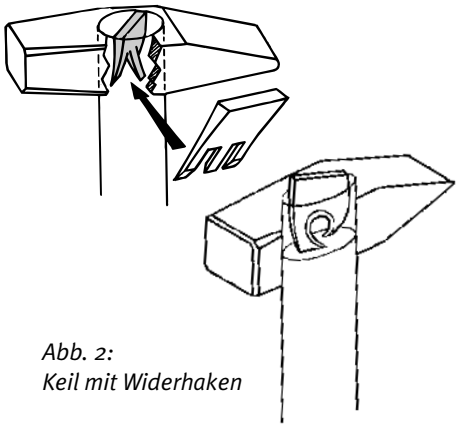


Abb. 2:
Keil mit Widerhaken

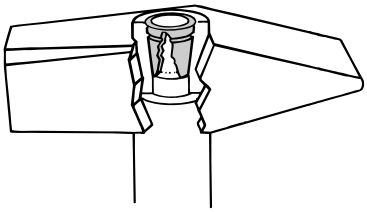


Abb. 3: Ringkeil

Der Hammerstiel muss besonders fest und unbeschädigt sein.

Der Hammerstiel sollte handgerecht sein und sich nach hinten konisch verdicken. Es ist darauf zu achten, dass er frei von Öl und Fett bleibt, damit der Hammer dem Arbeitenden nicht aus der Hand rutschen kann.

Hammerstiele werden am häufigsten in der Nähe ihrer Befestigungsstelle am Hammerkopf beschädigt. Kommt es dort zu Splitterungen oder Anbruchstellen, so muss der Stiel ausgewechselt werden.

Als Hölzer für Hammerstiele werden vorwiegend Esche oder Hickory verwandt, beide haben gute Festigkeit und Elastizität. Beim Ersetzen eines Stieles sollte nicht ein beliebiges Holz genommen werden.

Mehr und mehr finden auch Stahlrohrstiele Verwendung, auf die ein rutschfester Handgriff aufgeklebt ist. Die Verbindung von Stiel und Kopf sollte hier formschlüssig sein: entweder eine gesicherte Verschraubung oder eine Verstiftung. Vor billigen Ausführungen, bei denen der Stiel nur in den Hammerkopf eingepresst ist, muss dringend gewarnt werden, weil sie sich nach kurzem Gebrauch lösen können.

Ein Optimum an Sicherheit bieten glasfaserverstärkte Kunststoffstiele. Sie sind mit dem Hammerkopf durch Spezialkeile oder Kleber so verbunden, dass ein Lösen des Stieles nur auf dem Wege der Zerstörung möglich ist. Allerdings kostet ein Hammer mit Kunststoffstiel ein Mehrfaches eines solchen mit Holzstiel.

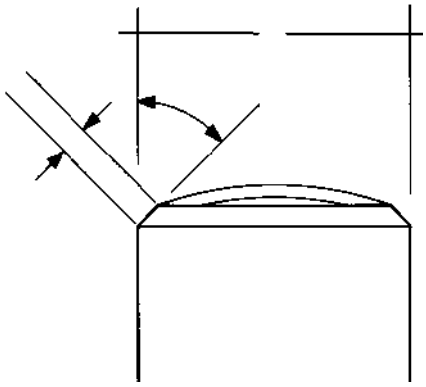


Abb. 4:
Richtig angeschliffene Fase an der Bahn

Von einem guten Hammerkopf springen keine Splitter ab.

Bei Schlägen auf hartes Metall können von der schlecht gehärteten Bahn oder Finne des Hammers scharfkantige Splitter abspringen, die noch in weitem Umkreis zu gefährlichen Verletzungen führen können. Ursache hierfür sind meist Härtefehler. Deshalb ist den Hammerherstellern die Härte genau nach DIN vorgeschrieben. Beim Kauf von Schlosserhämmern sollte man darauf achten, dass auf dem Hammerkopf neben dem Gewicht auch der Schriftzug „DIN 1041“ angebracht ist. Die Kanten der Bahn und die Ecken der Finne sollten mit einer Fase versehen sein, die etwa einem Zwölftel der Breite entspricht (siehe Abb. 4). Dadurch wird ein Absplittern erschwert. Wenn die Fase abgenutzt ist, sollte sie durch Anschleifen wiederhergestellt werden. Ein Hammerkopf darf keinesfalls einer Wärmebehandlung unterzogen werden.

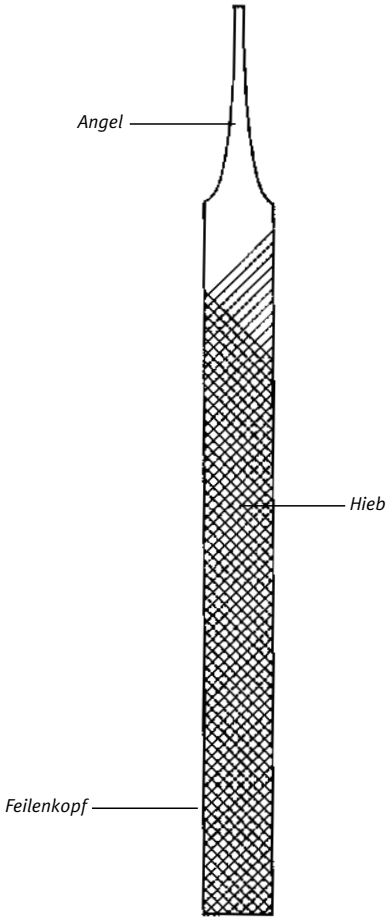


Abb. 5: Feile

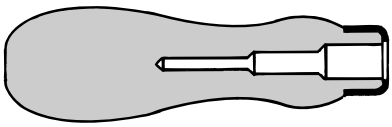


Abb. 6: Feilenheft aus Holz

Durch Trennvorgänge (Sägen, Meißeln) entstehen Unebenheiten und Grate. Diese werden mit einer Feile beseitigt. Durch die Feilarbeit erhält das Werkstück häufig auch seine endgültige Form. Man wird selten ein massives Stück Metall mit ebenen und winkligen Flächen feilen, da solche Übungen, die nur auf Fertigkeiten abzielen, in der allgemein bildenden Schule nicht sinnvoll sind.

Die Arbeitsfläche einer Feile besteht aus einer Vielzahl kleiner Schneiden, dazwischen liegen Einkerbungen, die als „Hiebe“ bezeichnet werden. Sie sind durch Hauen mit dem Meißel einer Feilenhaumaschine entstanden. Es gibt einhiebige und doppelhiebige Feilen. Die meisten Feilen sind doppelhiebig, bei ihnen liegen Unterhieb und Oberhieb unter verschiedenen Winkeln kreuzweise übereinander. Nach der Anzahl der Hiebe und somit nach der Spangröße, die abgetragen werden kann, unterscheidet man

- Schruppfeilen (grob, Hieb 0),
- Schlichtfeilen (mittel, Hieb 1–3) und
- Feinschlichtfeilen (fein, Hieb 4–6).

Weitere Unterscheidungsmerkmale sind die Querschnittsformen (z.B. Flach-, Dreikant- oder Rundfeilen) und die Größe (Handfeilen, Schlüsselfeilen und Nadelfeilen). Die Handfeilen haben eine geschmiedete Angel, mit der sie im Griff (Feilenheft) befestigt werden.
Die Feilenhefte sind meist noch aus Holz. Zunehmend werden jedoch Feilen mit Kunststoffheft angeboten.

Vorbereitung

Zum Feilen wird das Werkstück in einen Schraubstock gespannt. Der Schraubstock sollte so hoch angebracht sein, dass die Spannbacken bei gerader Körperhaltung knapp unter dem Ellenbogen des angewinkelten Armes liegen. Um die Werkstückoberflächen nicht zu verkratzen, ist es notwendig, Aluminium- oder Kunststoffbacken im Schraubstock zu verwenden.

Die hölzernen Feilenhefte müssen splitterfrei sein und unbedingt fest sitzen. Gespaltene Hefte sind sofort auszutauschen. Es empfiehlt sich, Kunststoff-Feilenhefte zu verwenden, da diese nicht splittern oder spalten. Ein neues, nicht vorgebohrtes Feilenheft wird stufenweise zur Aufnahme der geschmiedeten Feilenangel aufgebohrt. Dann wird das Heft gerade auf die Angel aufgesteckt, durch Drehung etwas aufgerieben und mit dem Holzhammer festgeschlagen. Dabei wird die Feile mit der anderen Hand frei gehalten – nicht aufgestützt (siehe Zeichnung).

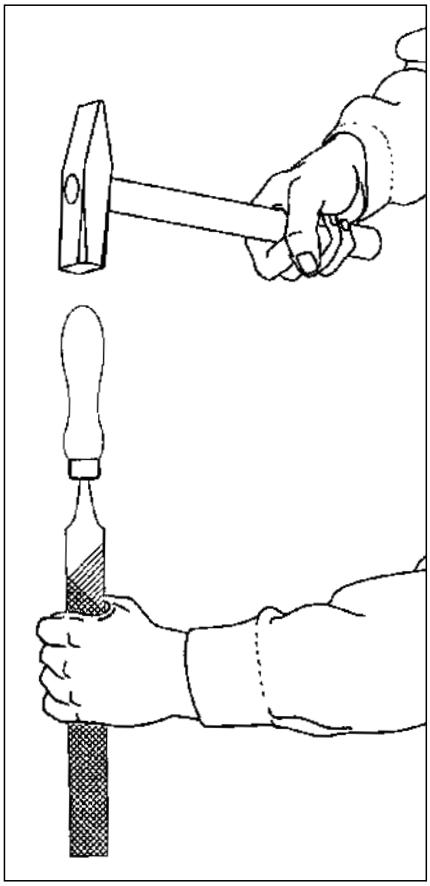


Abb. 7: Befestigen des Feilenheftes

Arbeitsablauf

Die Feile wird mit der rechten Hand am Heft geführt, während der linke Handballen auf der Feile liegt. Linkshänder halten das Werkzeug entsprechend. Mit der Feile arbeitet man auf Stoß: Das Zurückziehen der Feile geschieht ohne Druck. Falls sich Späne auf der Feile festsetzen, müssen sie mit einer Feilenbürste (kurzborstige Drahtbürste) entfernt werden, weil sie sonst tiefe Riefen in der bearbeiteten Fläche verursachen. Außerdem kann die mit Spänen zugesetzte Feile auch leicht vom Werkstück abgleiten (Verletzungsgefahr). Festsitzende Späne können mit einem kleinen Stück Messingblech entfernt werden.

Die Feilarbeit beginnt mit der Schruppfeile. Hierbei werden grobe Unebenheiten beseitigt – die bearbeitete Fläche zeigt noch sichtbare Riefen. Wenn das gewünschte Maß annähernd erreicht ist, kann man mit der Schlichtfeile das endgültige Maß herstellen. Letzte Feinheit und Oberflächengüte erzielt man mit der Feinschlichtfeile.

Nachbereitung/Wartung

Bei fast allen Trennvorgängen entstehen am Werkstück Grate, scharfe Kanten, die durch Entgraten beseitigt werden müssen. Dabei wird eine schmale Fase erzeugt, sodass der Kante die Schärfe genommen wird. Zum Entgraten benutzt man meistens eine Schlichtfeile. Nach der Arbeit sollen die Feilen gründlich von Spänen gereinigt werden.

Feilen

Biegen von Blechen, Drähten und Rohren

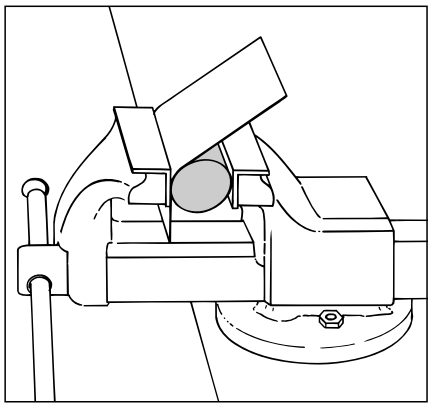


Abb. 8: Biegen mit Biegelehre

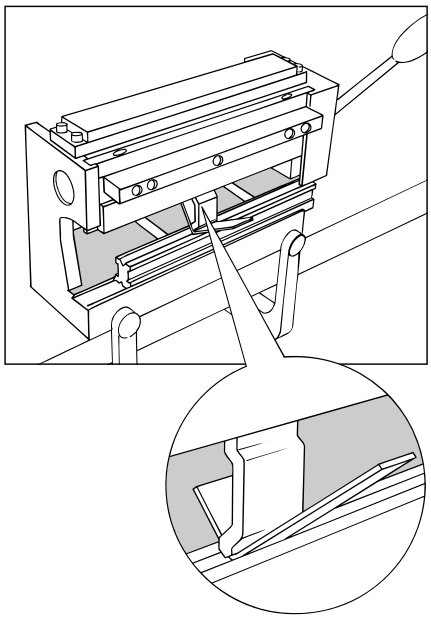


Abb. 9: Kleine Abkantbank

Metalle sind bis auf wenige Ausnahmen (z.B. Grauguss) elastisch. Werden sie innerhalb ihrer Elastizitätsgrenzen verbogen, so nehmen sie ihre ursprüngliche Form wieder an, sobald die Verformungskraft nachlässt. Werden sie über die Elastizitätsgrenze hinaus verformt, so tritt eine bleibende Formveränderung ein. Die bei der Biegung außen liegenden Schichten werden gestreckt, die innen liegenden werden gestaucht. Nur die in der Werkstückmitte liegende „neutrale Faser“ bleibt in der Länge unverändert.

Zum Biegen von Blech und Flachstahl benötigt man einen Schraubstock. Dicker Draht wird ebenfalls im Schraubstock gebogen, dünner Draht kann mit Flach- oder Rundzangen gebogen werden. Um einen definierten Biegeradius zu erzielen, wird ein Rundmaterial (dickwandiges Rohr oder Rundholz) mit in den Schraubstock gespannt und das Werkstück darüber gebogen (siehe Zeichnung). Man kann auch aus Stahl einen Biegeklotz anfertigen, indem man eine Kante dieses Klotzes rund feilt. Rohre werden stets mit einem Biegeradius gebogen, der um ein Vielfaches größer als ihr Durchmesser sein muss.

Werden häufig Biegearbeiten durchgeführt, so empfiehlt sich die Anschaffung einer kleinen Abkantbank oder einer Abkantvorrichtung, die fest auf einer Werkbank montiert wird (siehe Zeichnung).

Vorbereitung

Auch bei scharfkantigem Biegen von Blech muss stets ein kleiner Radius eingehalten werden, da das Material sonst bricht. Auf dünnen Blechen sollte man die Biegekante nur mit einem Bleistift anzeichnen – nicht anreißen. Bei dickeren Blechen wird der Anriss möglichst nach innen gelegt.

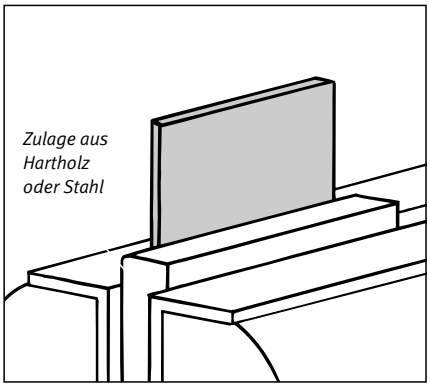
Drähte werden vor dem Biegen gestreckt. Dazu spannt man den Draht an einem Ende in den Schraubstock und am anderen Ende in das Futter einer manuell betriebenen Handbohrmaschine. Dann wird der Draht unter Zug verdrillt. Dadurch wird er biegesteifer und gerade.
Beim Hantieren mit den langen steifen Drahtenden ist Vorsicht geboten. Außerdem kann der Draht beim Verdrillen reißen!

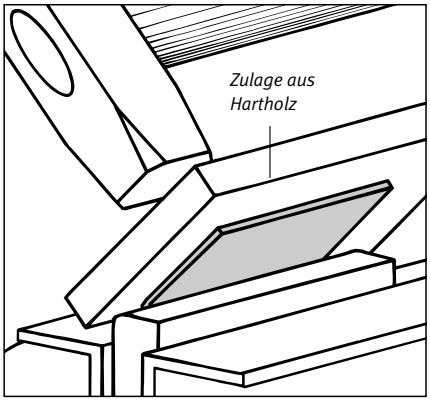
Rohre müssen vor dem Biegevorgang mit trockenem Sand stramm gefüllt werden; die Öffnungen verschließt man mit Holzstopfen. Dadurch wird die Gefahr des Verformens des Rohrquerschnittes oder des Abknickens verringert. Bei geschweißten Rohren muss die Schweißnaht seitlich liegen (neutrale Faser), um ein Aufplatzen zu verhindern.

Arbeitsablauf

Zum Biegen wird das Blech an der bezeichneten Stelle (Anriss) in den Schraubstock unter Verwendung eines Biegeklotzes (Hartholz) gespannt. Das freie Ende wird von Hand in die gewünschte Richtung gebogen und der Knick gleichzeitig mit einem Holz- oder Kunststoffhammer bearbeitet. Notfalls verwendet man einen Hammer mit Hartholzzulage. Zur Schonung der Metalloberflächen werden Alu- oder Kunststoffbacken benutzt.

Steht das zu biegende Blech über die Schraubstockbacken hinaus, so kann man dünne Bleche mit Hilfe von zwei Winkeleisen einspannen. Man kann aber längere Stücke auch etappenweise biegen. Blechtafeln werden an Abkantbänken gebogen.





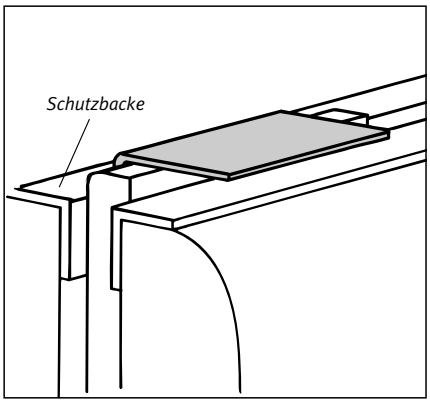


Abb. 10:
Scharfkantiges Biegen mit dem Biegeklotz

Nachbearbeitung

Nach dem Biegevorgang wird das Werkstück fertig bearbeitet, Rohre sind vom Sand zu befreien und das Werkstück wird entgratet.

Kalthämmern oder Treiben

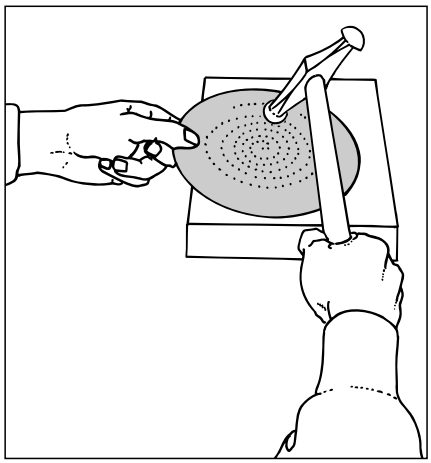


Abb. 11: Spiralbahn beim Treiben

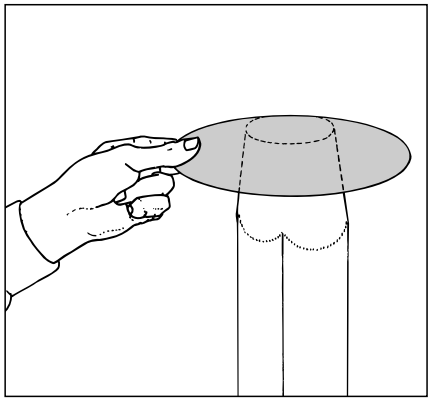


Abb. 12: Formen des Bodens

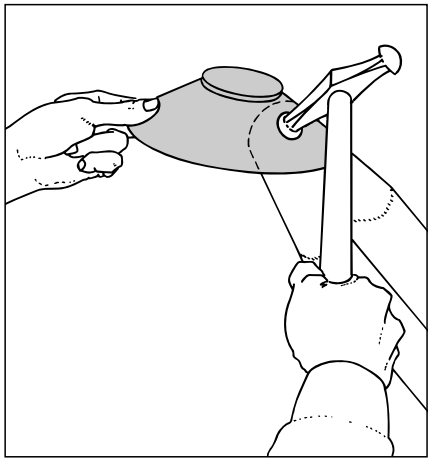


Abb. 13: Aufziehen der Wand

Bei der Treibarbeit wird das Material durch Hammerschläge kalt verformt. Man schlägt mit dem Treibhammer direkt auf den Werkstoff, der dabei auf einer festen Unterlage liegt. Dadurch wird die Kristallitstruktur des Metalls verzerrt. Der Werkstoff wird verformt, die Kristallite werden gegeneinander verschoben. Es tritt eine Versprödung (Kaltverfestigung) ein. Dieses Bearbeitungsverfahren hat jedoch seine Grenzen, da sich die Kristalle nicht beliebig weit verändern lassen. Vor einer weiteren Umformung muss das Werkstück geglüht werden. Durch diese Wärmebehandlung erhält das Material seine Verformbarkeit zurück.

Zum Kalthämmern oder Treiben braucht man verschiedene Treibhämmer (Kugel-, Sicken- und Planierhämmer) sowie Hartholzunterlagen und evtl. Steck-Ambosse, sog. „Fäustel“. Das Ausgangsblech soll ca. 1–1,5 mm stark sein, da die Wandstärke des Materials beim Treiben verringert wird. Besonders geeignet sind Buntmetalle wie Kupfer oder Messing.

Vorbereitung

In der Regel werden Gefäße (Schalen oder Becher) durch Treiben hergestellt. Das Material wird zuerst in der gewünschten Größe mit der Blechschere zugeschnitten.

An den scharfen Schnittkanten besteht Verletzungsgefahr, die ausgeschnittene Ronde sollte deshalb vor der weiteren Bearbeitung entgratet werden.

Als Unterlage werden Hartholzstücke (z.B. Buche) zugeschnitten, besonders geeignet sind Hirnholzblöcke. Für den Arbeitsgang des Aufziehens werden Buchenkanthölzer benutzt, die an einem Ende konisch geraspelt sind.

Bei den Hämmern ist vor der Arbeit zu überprüfen, ob die Stiele gut verkeilt sind.

Da Treibarbeiten in der Schule erheblichen Lärm verursachen, sollte etwas zu dessen Minderung unternommen werden. Eine wirksame Möglichkeit ist die „Sandwich-Methode“: Die Hartholzstücke oder Hirnholzblöcke erhalten einen Unterbau aus drei Schichten: Direkt unter das Holz kommt eine elastische Zwischenschicht aus 8–10 mm Polyurethan, dann folgt ein 10 mm starkes Konterblech, das wiederum auf einem Stück Industriefilz liegt. Messungen haben ergeben, dass bei der Verwendung dieses Materialaufbaus nur noch ein Bruchteil der ursprünglichen Schallenergie übrig bleibt.

Arbeitsablauf

Der erste Arbeitsgang ist das Auftiefen. Dabei wird die Ronde flach auf der Unterlage liegend gehalten und mit dem Kugelhammer bearbeitet. Ausgehend von der Mitte setzt man viele gezielte Schläge auf einer engen Spiralenbahn bis zum Rand. Dabei wölbt sich das Werkstück zu einer flachen Hohlform.

Dieser Arbeitsgang muss mehrfach wiederholt werden. Da das Werkstück aber durch die Hammerschläge versprödet, muss es vor jedem weiteren Arbeitsgang geglüht werden. Über der Flamme eines Bunsenbrenners wird das Metall bis zur Rotglut (ca. 600 °C) erhitzt und dann in kaltem Wasser abgeschreckt. Eisen lässt man an der Luft erkalten. Beim Umgang mit glühendem Material ist Vorsicht geboten. Durch den Glühvorgang bildet sich an der Werkstückoberfläche eine dunkle Oxidschicht (Zunder), die vor der weiteren Bearbeitung entfernt werden muss. Das geschieht am einfachsten mit sehr feinem Schmirgelpapier oder mit Stahlwolle. Ist die Hohlform ausreichend tief, so wird sie über ein in einen Schraubstock gespanntes, konisch zubereitetes Kantholz gestülpt.

Von außen wird jetzt, genau wie beim ersten Arbeitsgang, der Boden geformt.

Soll ein Becher geformt werden, muss man jetzt mit dem Aufziehen der Wand beginnen. Das vorbereitete Kantholz wird schräg in einen Schraubstock gespannt, das Werkstück am Rand des vorher geformten Bodens über den Hartholzkonus gelegt und von außen mit dem Sickenhammer bearbeitet. Dabei schlägt man dichte Spiralen vom Bodenansatz bis zum Rand und kann so in mehreren Arbeitsgängen mit Zwischenglühen dem Gefäß die gewünschte Form geben.

Für das Treiben des Bechers benötigt man jedoch viel Erfahrung und Feingefühl – in der Schule sollte man sich deshalb möglichst auf flache Schalen beschränken, um Misserfolge zu vermeiden.

Den Abschluss der Arbeiten bildet das Planieren oder Schlichten mit der flachen Seite des Treibhammers oder mit einem Planierhammer. Dabei werden die Hammerschlagspuren etwas eingeebnet, indem man das Werkstück über eine auf dem Amboss eingesetzte „Faust“ oder über ein gerundetes Kantholz stülpt und mit dem Hammer bearbeitet. Vor dem letzten Planierdurchgang kann der Gefäßrand nach dem Glühen, wenn nötig, noch einmal mit der Blechschere nachgeschnitten werden, was in hartem Zustand sehr schwierig ist.
Nach dem letzten Glühvorgang wird die Oxidschicht noch einmal gründlich entfernt.

Nachbereitung/Wartung

Das fertige Werkstück ist am Rand zu entgraten und glatt zu schleifen. Die Oberfläche kann durch Polieren, Lackieren oder Emaillieren verschönert und geschützt werden.

Sägen von Hand

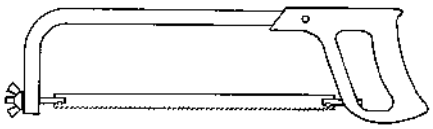


Abb. 14:
Handbügelsäge mit ergonomischem Griff

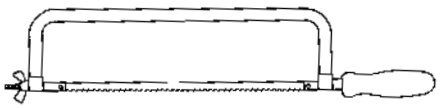


Abb. 15: Konventionelle Eisensäge

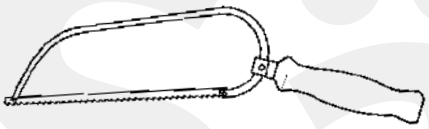


Abb. 16: Pucksäge

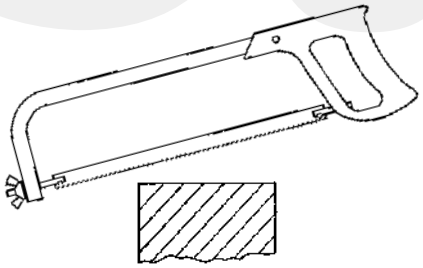


Abb. 17:
Ansägen mit der Handbügelsäge

Ein Werkzeug für das Metallsägen von Hand ist die Handbügelsäge, in die Sägeblätter mit unterschiedlicher Zahnung eingespannt werden können. Diese Säge wird oft auch als Eisensäge bezeichnet. Stahl verlangt Sägeblätter mit eng stehenden, kleinen Zähnen. Die kleinzahnigen Blätter sind gewellt oder geschränkt, um ein Klemmen im Sägeschnitt zu verhindern. Diese Sägeblätter kann man auch für weichere Werkstoffe verwenden.

Mit der Handbügelsäge arbeitet man auf Stoß, deshalb muss beim Einspannen des Sägeblattes darauf geachtet werden, dass die Zahnspitzen in Stoßrichtung zeigen. Das Heft der konventionellen Handbügelsäge ist meist aus Holz, es ist vor der Arbeit auf Risse und Splitter zu kontrollieren und ggf. auszuwechseln.

Empfehlenswert ist es, Sägen mit geformtem Handgriff zu benutzen.

In der Schule können bei kleineren Werkstücken auch die so genannten Pucksägen verwendet werden, mit denen besonders jüngere Schüler besser umgehen können. Bei Pucksägen ist das Sägeblatt in gleicher Weise einzuspannen.

Vorbereitung

Werkstücke, die gesägt werden sollen, müssen möglichst kurz in einen Schraubstock eingespannt werden, um laute Arbeitsgeräusche und schlechte Arbeitsergebnisse zu verhindern. Der genaue Verlauf des Sägeschnittes ist vorher anzureißen. Bearbeitete Oberflächen sind mit Schutzbacken oder notfalls mit Zwischenlagen aus Holz in den Schraubstock zu spannen, damit sich die Zähne des Schraubstocks nicht in der Oberfläche abzeichnen. Bei dünnwandigen Rohren verhindert man eine Verformung durch Einschieben eines passenden Rundholzes.

Arbeitsablauf

Beim Ansägen, dem Beginn des Arbeitsvorgangs, kann es leicht zu Schnittverletzungen kommen, weil die Säge noch keine Führung hat. Zudem verkratzt das Werkstück, wenn das Sägeblatt abgleitet. Daher beginnt man den Anschnitt unter spitzem Winkel an einer Kante oder feilt vorher eine Führungsrille für das Sägeblatt.

Beim Sägen wird die Säge vorwärts unter gleichmäßigem Druck (hier schneidet die Säge!) und rückwärts ohne Druck geführt – sonst nutzt die Säge schnell ab.

Während des Sägevorganges soll die angeschnittene Werkstückflanke mit dem Sägeblatt möglichst immer einen spitzen Winkel bilden. Die letzten Sägestöße sind vorsichtig zu führen, damit man sich beim vollständigen Durchtrennen des Materials nicht die Hand an der scharfen Kante verletzt.

Nachbereitung/Wartung

Nach Abschluss des Sägevorganges sind die entstandenen Kanten und Ecken mit der Schlichtfeile sofort zu entgraten, da Verletzungsgefahr besteht.

Schneiden von Blech

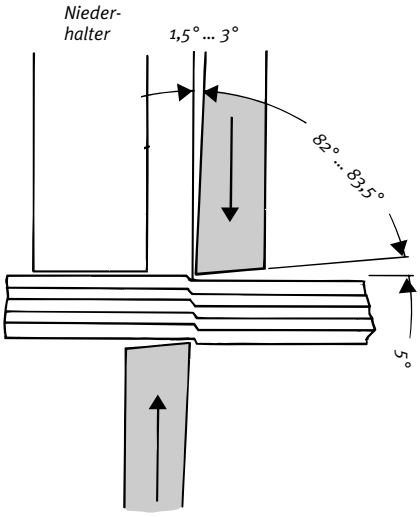


Abb. 18: Schneidvorgang

Zum Schneiden von dünnen Blechen kann man Handblechscheren benutzen. Es gibt sie in verschiedenen Ausführungen, z.B. Goldschmiedescheren für Feinbleche und Lochscheren mit gebogenen Schneiden. Eine Sonderform ist die so genannte Knabberschere, bei der eine kurze Schneide einen schmalen Streifen aus dem Blech herausschneidet. Solche Knabberscheren gibt es auch mit elektrischem Antrieb.

Beim Schneidvorgang dringen die Schneiden der Schere von beiden Seiten in das Material ein. Die Mittelschicht des Werkstoffes wird durch Scherkräfte abgerissen (Abscheren).

Die Schneiden der Schermesser sind angeschliffen und haben einen Spanwinkel von etwa 5°. Dies erleichtert das Eindringen in den Werkstoff. Der Freiwinkel von 1,5 bis 3° verringert die Reibung beim Durchschneiden. Der Keilwinkel beträgt 82 bis 83,5°. Auch der Abstand zwischen den Schneiden (das Spiel) wird sehr klein gehalten (ca. 0,1 mm), da sonst das zu schneidende Blech im Scherspalt abknickt. Zum Schneiden von dickeren Blechen und Rundmaterialien bis ca. 2 mm Stärke verwendet man Handhebelscheren (Hebelblechscheren siehe Seite 23), die fest auf einer Werkbank oder einem besonderen Scherentisch montiert sind.

Vorbereitung

Vor dem Schneiden reißt man die Trennlinie an. Bei Ausschnitten ist ein genügend großes Einsetzloch für die Lochschere vorzubohren (am besten mit einem Lochschneider). Es empfiehlt sich, die Einsetzbohrung nicht in der Mitte des Ausschnittes anzuordnen, um die Schnittlinie nicht zu stark zu krümmen. In der Schule können Ausschnitte jedoch leichter mit der Säge hergestellt werden.

Arbeitsablauf

Auf Grund der Hebelgesetze ist es günstig, das Werkstück möglichst weit in das Maul der Schere zu schieben. Das Material muss festgehalten werden, da auch Schubkräfte frei werden.
Es wird direkt auf dem Anriss geschnitten, denn bei einwandfreiem Werkzeug ist eine Materialzugabe überflüssig.

Bei langen Schnitten oder bei der Arbeit im Material (Ausschnitte) darf man die Schneiden nicht bis zum Anschlag schließen, weil sonst an der Scherenspitze Risse im Blech auftreten. An den scharfen Schnittkanten besteht Verletzungsgefahr.

Wenn die Handkraft zum Schneiden des Bleches nicht ausreicht, ist entweder die Schere stumpf oder das Blech zu dick. Auf keinen Fall darf die Handblechschere in einen Schraubstock gespannt und der Handgriff mit einem Rohr verlängert werden – das hält das Werkzeug nicht aus.

Nachbereitung/Wartung

Die fertigen Schnittkanten müssen entgratet werden, da sie sehr scharf sind. Bei einwandfreiem Werkzeug ist eine weitere Nachbehandlung in der Regel nicht erforderlich. Nur sehr dünne Bleche können sich an den Schnitträndern leicht aufbiegen, sie müssen mit einem Holzhammer auf einer harten Unterlage gerichtet werden.

Meißeln

Beim Trennen von Werkstoffen wird in der Regel die Keilwirkung einer Schneide ausgenutzt. Das Handwerkzeug, welches die Keilwirkung am einfachsten und deutlichsten zeigt, ist der Meißel. Für die Metallbearbeitung wird der Flachmeißel eingesetzt. Er hat eine breite Schneide und dient zum Abtrennen von Material, das mit der Blechschere nicht mehr zu bearbeiten ist. Für die Schule empfiehlt sich die Anschaffung von Meißeln mit Handschutz, dadurch werden Verletzungen der den Meißel haltenden Hand vermieden.

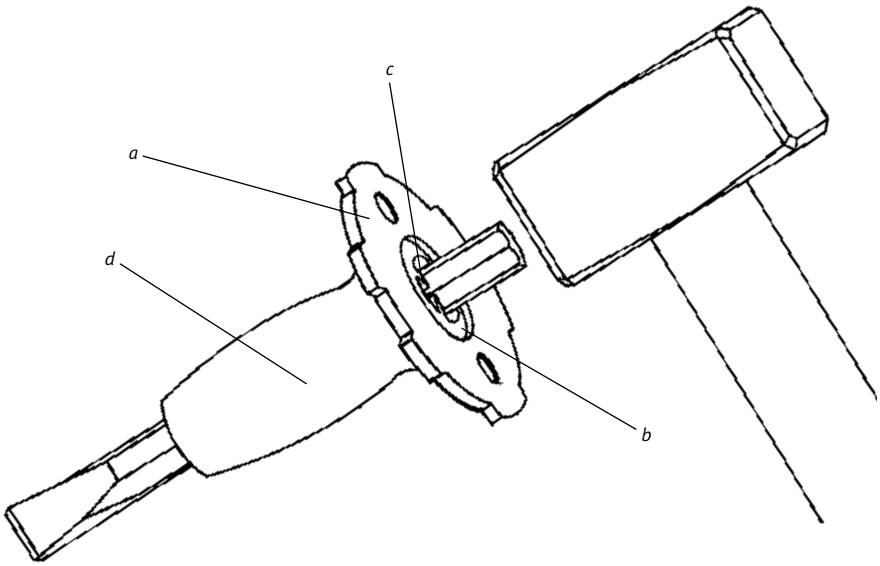


Abb. 19:
Meißel mit Handschutz

a) Schutzflansch
b) Splittermulde
c) Schaftaufnahme
d) Handgriff

Beim Meißeln wird die keilförmige Werkzeugschneide durch Hammerschläge in den Werkstoff hineingetrieben. Die Schneide ist gehärtet, sodass sie den Materialwiderstand überwindet. Zum Trennen wird der Meißel etwas schräg aufgesetzt, sodass der Keil ähnlich wie eine Schere das Material abtrennen kann.

Vorbereitung

Bevor mit der Arbeit begonnen wird, sind die Werkzeuge zu kontrollieren: Der Hammer muss fest auf dem Stiel verkeilt sein. Die Meißelschneide soll scharf angeschliffen sein, der Keilwinkel dem zu bearbeitenden Material entsprechen. Bei weichen Materialien beträgt der Keilwinkel 30°, bei harten Werkstoffen kann er bis 70° erhöht werden. Der Meißelkopf muss verjüngt und ballig sein und gebrochene Kanten haben, so wird vermieden, dass sich an der Schlagfläche Grate bilden („Bart“). Von einem solchen Bart können bei der Arbeit Splitter abgesprengt werden und zu Verletzungen führen. Die mit dem Meißel bearbeiteten Kanten müssen mit dem Hammer gerichtet und der Feile nachgearbeitet werden. Deshalb ist beim Anreißen eine Materialzugabe zu berücksichtigen. Bei Durchbrüchen bohrt man innerhalb der gewünschten Form dicht an dicht eine Reihe von Löchern, sodass nur die Zwischenstege wegzumeißeln sind.

Arbeitsablauf

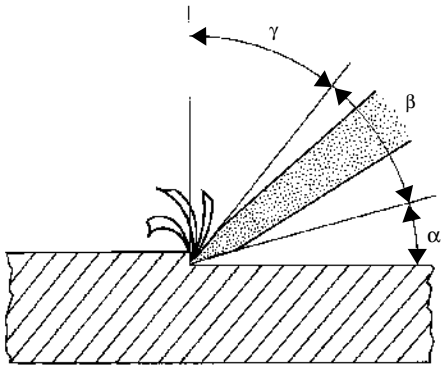
Bei der Arbeit muss man immer auf die Schneide blicken, damit man den Meißel richtig führen kann. Den Hammer fasst man am Ende des Stieles, sodass die Schlagwirkung gut ausgenutzt wird. Die Hammerschläge sollen genau in der Richtung der Meißelachse geführt werden. Bei dem Trennvorgang muss das Werkstück

mit einer Hartholzunterlage auf einem stabilen Tisch liegen. Als Schutzmaßnahme gegen abspringende Späne ist eine Schutzbrille zu tragen. Die Meißelarbeit sollte möglichst in einer Raumecke oder hinter einem Schutzschild durchgeführt werden, um andere Personen nicht zu gefährden.

Nachbereitung/Wartung

Die gemeißelte Kante muss mit der Feile nachgearbeitet werden. Falls sich während der Arbeit am Meißelkopf Grate gebildet haben, sind diese abzuschleifen. Wenn auch die Schneide nachgeschliffen werden muss, so ist darauf zu achten, dass sie dabei nicht zu warm wird, weil sie sonst ihre Härte verliert.

Abb. 20:
Abtrennen von Material mit einem Meißel



α = *Freiwinkel*
β = *Keilwinkel*
γ = *Spanwinkel*

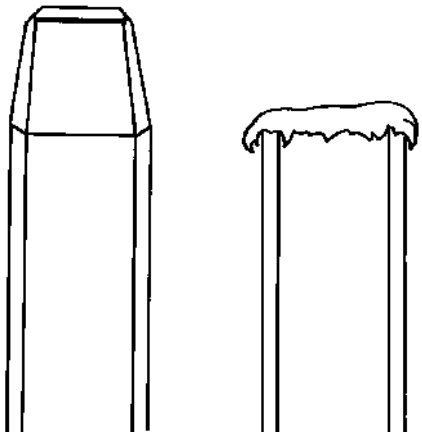


Abb. 21: Bartbildung
Meißelkopf mit und ohne Grat

Anreißen und Körnen

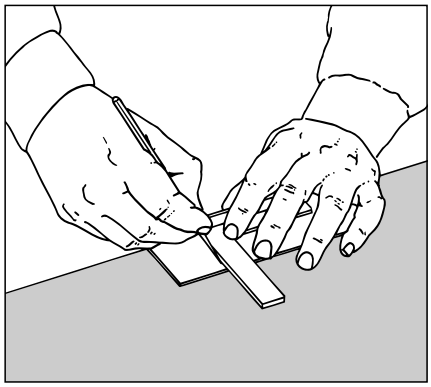


Abb. 22: Anreißen mit der Reißnadel

Werkstücke werden vor dem Biegen, Bohren oder Schneiden angerissen. Dazu überträgt man die Maße aus der Werkzeichnung auf das Metall. Dies wird mit einer Reißnadel vorgenommen, da Bleistiftstriche kaum zu sehen sind. Bei Aluminium jedoch sollte man den Bleistift benutzen – die Reißnadel würde in diesem weichen Material tiefe Kerben hinterlassen.

Reißnadeln bestehen aus Stahl. Die Spitze ist gehärtet und schlank angeschliffen. Ein weiteres Werkzeug zum Anreißen ist der Spitzzirkel. Als Mess- und Zeichenhilfsmittel benötigt man Stahllineal und Anschlagwinkel.

Beim Weitergeben oder Zureichen von Reißnadel und Spitzzirkel ist darauf zu achten, dass der Annehmende nicht in die Spitze hineingreifen kann. Mess- und Reißwerkzeuge sind stets pfleglich zu behandeln. Bei Reißnadeln mit zwei Spitzen soll eine davon mit einem Korkenstückchen gesichert werden.

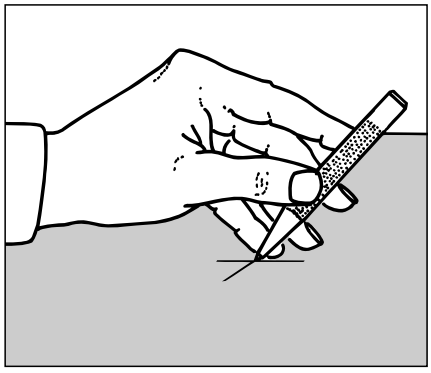
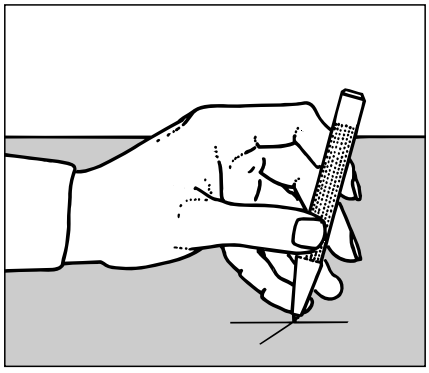


Abb. 23: Benutzung des Körners



Arbeitsablauf

Die Anrisslinie ist ein feiner Strich auf dem Metall, es darf keine Rille gekratzt werden. Beim Anreißen wird die Reißnadel leicht schräg geneigt über den Werkstoff gezogen.

Zeigt die Risslinie die äußere Kontur eines Werkstücks, die z.B. durch Feilen erreicht werden soll, besteht leicht die Gefahr, dass die Risslinie weggefeilt und unsichtbar wird. Als Hilfsmittel kann man auf dem Riss in gleichmäßigen Abständen Körnerpunkte anbringen. So bleibt die Risslinie besser unter Kontrolle, und die restlichen Körnerspuren werden beim Entgraten beseitigt.

Der Mittelpunkt einer Bohrung wird durch ein kleines angerissenes Kreuz gekennzeichnet. Danach benutzt man einen Körner. Dieser ist ein meißelartiges Werkzeug, das anstelle der Schneide eine runde gehärtete Spitze hat (Spitzenwinkel kleiner als 90°). Mit diesem Werkzeug schlägt man eine kleine Vertiefung (Ankörnung) in das Metall, damit der Bohrer nicht verläuft.

Beim Ansetzen wird der Körner schräg gehalten, damit man seinen Aufsetzpunkt genau kontrollieren kann. Dann wird er vor dem Schlag mit dem Hammer aufgerichtet.
Die Ankörnung sollte etwa so groß sein wie die Mittelschneide des Bohrers. Größere Bohrungen werden in mehreren Arbeitsgängen erstellt. Zuerst wird vorgebohrt, damit die Querschneide des größeren Bohrers eine Führung erhält.
Der Mittelpunkt eines Kreises, den man mit dem Spitzzirkel anreißt, muss ebenfalls angekörnt werden.

Nachbereitung

Wenn an die Oberfläche des fertigen Werkstückes höhere Anforderungen gestellt werden, so sind die Anrisslinien durch Feilen oder Schleifen zu entfernen.

Maschinenarbeit: Bohrmaschine

In der Schule sind in der Regel Tisch- oder Säulenbohrmaschinen sowie Handbohrmaschinen im Einsatz. Eine Handbohrmaschine in einem Bohrständer ist jedoch kein vollwertiger Ersatz für eine Ständerbohrmaschine.

Das Bohrwerkzeug ist ein Spiralbohrer, der in der Regel aus HSS-Stahl (Hochleistungsschnellschnittstahl) besteht. Er hat schraubenförmige Nuten, durch die die Späne abgeführt werden. An der Spitze befinden sich zwei Hauptschneiden und eine Querschneide, die etwa in einem Winkel von 55° zu den Hauptschneiden steht. Der Spitzenwinkel, der von den beiden Hauptschneiden gebildet wird, beträgt 116° bis 118°.

Zum Schärfen der Bohrer empfiehlt sich die Anschaffung einer Bohrerschleifvorrichtung, weil nur erfahrene Handwerker Bohrer freihändig anschleifen können.

Der Bohrer wird in das Bohrfutter der Maschine eingespannt.

Der Futterschlüssel darf auf keinen Fall mit einer Kette an der Maschine befestigt werden, damit es beim Spannvorgang und einem unbeabsichtigten In-Gang-Setzen der Maschine nicht zu Fingerverletzungen durch die sich aufwickelnde Kette kommt.

Während des Bohrvorganges führt der Bohrer zwei Bewegungen aus: die Schnittbewegung durch die Rotation und die Vorschubbewegung durch geradlinigen Schub in seiner Längsachse. Beide Bewegungen zusammen bestimmen die Schnittgeschwindigkeit, die für die einzelnen Metalle unterschiedlich groß ist. Sie ist z.B. bei Stahl kleiner als bei Aluminium. Je weicher das Material ist, desto höher kann die Schnittgeschwindigkeit sein.

Der Durchmesser des Bohrers und die Drehzahl stehen in Relation zueinander. Häufig ist auf der Maschine selbst eine Drehzahltabelle angebracht, auf der die für den Werkstoff und den Bohrerdurchmesser passende Drehzahl abgelesen werden kann.

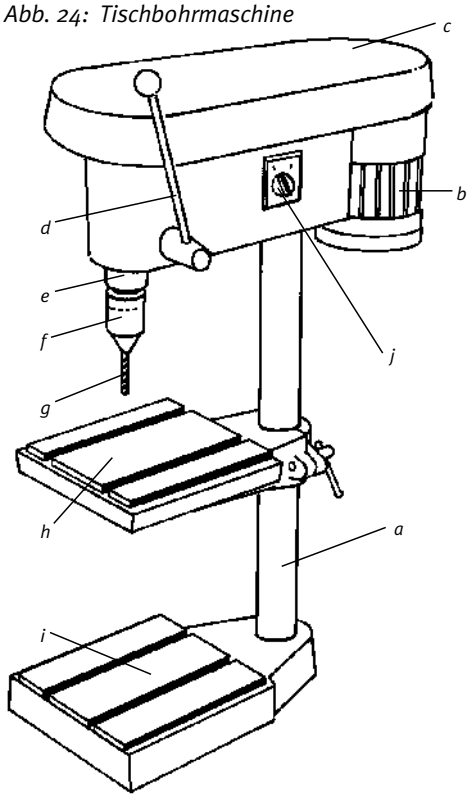
Werden Löcher für Senkschrauben oder Senkniete gebohrt, so muss die Bohrung zusätzlich angesenkt werden. Dazu benutzt man Senker, das sind Bohrwerkzeuge mit speziell geformten Schneiden. Die wichtigsten sind der Spitzsenker oder Krauskopf und der Zapfensenker (siehe Zeichnungen). Der Krauskopf, der in jeder Schule vorhanden sein sollte, wird zum Ansenken für Senkschrauben und zum Entgraten aller Bohrungen gebraucht. Der Zapfensenker dient zum Herstellen von Senkungen für Zylinderschrauben, sodass diese bündig mit der Werkstückoberfläche abschließen können.

Der Zapfensenker hat waagerechte Schneiden und benötigt deshalb einen Führungszapfen, der in eine vorgefertigte Bohrung passen muss. Zum Senken und Entgraten wird eine niedrige Drehzahl gewählt.
Hinweis: Beim Arbeiten mit Bohrer Ø > 10 mm können auch bei großen Werkstücken erhebliche Schnittkräfte entstehen, sodass ein sicheres Festspannen des Werkstückes erforderlich ist (Maschinenschraubstock).

Vorbereitung

Das Werkstück ist nach den gegebenen Maßen genau anzureißen und anzukörnen. Die Körnung sollte die Mittelschneide des Bohrers aufnehmen können, damit der Bohrer nicht verläuft. Große Bohrungen sind mit einem kleinen Bohrer vorzubohren. Beim Einspannen muss auf zentrischen Sitz im Bohrfutter geachtet werden, der Bohrer darf nicht „schlagen“. Wenn das Bohrfutter mit einem Schlüssel bedient wird, so ist dieser nach jedem Bohrerwechsel sofort abzuziehen. Der Schlüssel darf auch dann nicht im Bohrfutter stecken bleiben, wenn man nur kurz die Maschine verlässt.

Abb. 24: Tischbohrmaschine



a) Säule
b) Motor
c) unter der Abdeckung Riemenscheibe zur Drehzahländerung, ggf. stufenlos mit Verkleidung
d) Handhebel für Vorschub
e) Bohrspindel
f) Bohrfutter
g) Bohrer
h) verstellbarer Bohrtisch
i) Maschinenfuß mit Bohrtisch
j) Schalter

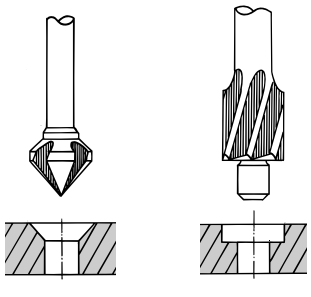


Abb. 25: Herstellen von Senkungen

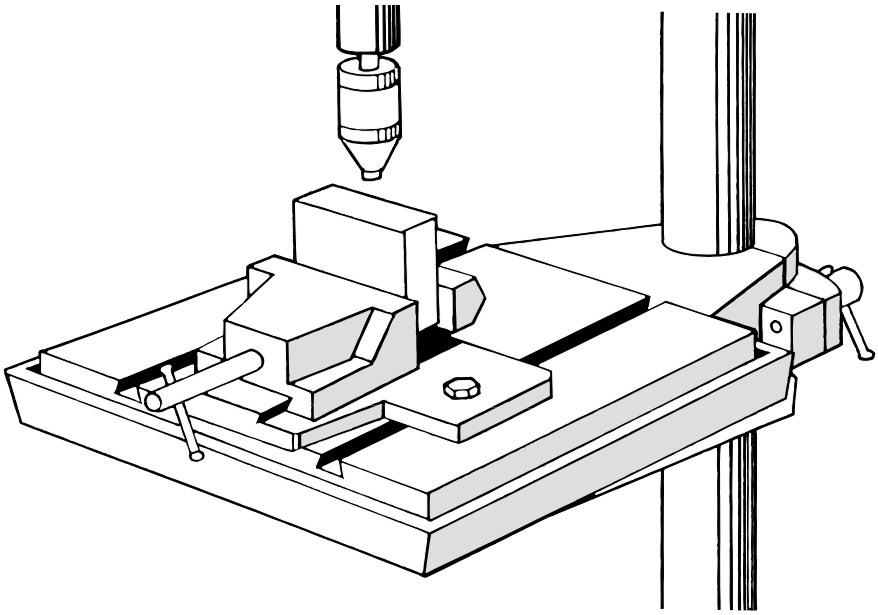


Abb. 26:
Anwendung des Maschinenschraubstocks

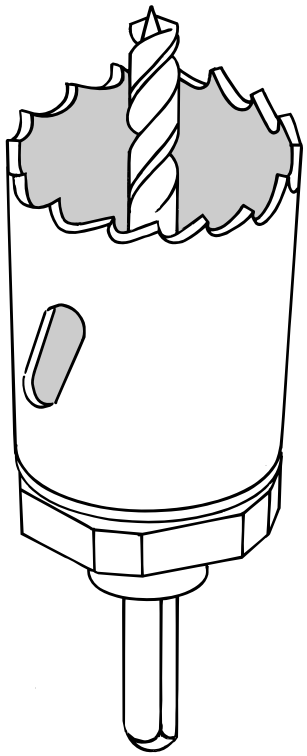


Abb. 27: Schälaufbohrer

Das zu bearbeitende Teil wird auf den Bohrtisch gelegt oder gespannt, wobei darauf zu achten ist, dass der Bohrer beim Durchbohren in das Mittelloch des Bohrtisches oder in eine Spannnut stößt. Lässt sich das Werkstück so nicht auflegen, so muss man eine ebene Holzunterlage verwenden. Im Moment des Durchbohrens wird von den Nuten des Bohrers, die sonst die Späne nach oben wegführen, das ganze Werkstück hochgezogen. Deshalb ist in diesem Moment das Werkstück fest auf den Bohrtisch zu drücken.

Kleinere Teile, die man nicht fest mit der ganzen Hand fassen kann, müssen immer in den Maschinenschraubstock eingespannt oder mit einer Zange gehalten werden.

Bei Bohrungen mit größeren Durchmessern muss man das Werkstück grundsätzlich einspannen, hochgerissene und herumwirbelnde Teile stellen ein Verletzungsrisiko dar. Auch Bleche sind zum Bohren immer festzuspannen, für größere Bohrungen ist ein Lochschneider zu verwenden.

Arbeitsablauf

Wer an der Bohrmaschine arbeitet, muss eng anliegende Kleidung tragen. Bei langen Haaren ist eine Mütze, ein Kopftuch oder ein Haarnetz zu benutzen. Lose Halstücher oder Schals sind auf jeden Fall abzulegen. Weite Kleidungsstücke oder lange Haare können sich leicht im rotierenden Bohrer verfangen, was bei den hohen Drehzahlen unweigerlich zu schweren Verletzungen führt. Auch Ringe sind abzulegen. Wenn sprödes Material gebohrt werden soll, bei dem die Späne brechen und herumspritzen können (z.B. harte Messinglegierungen), schützt man die Augen durch eine Schutzbrille.
Beim Bohren werden grundsätzlich keine Schutzhandschuhe getragen, da diese vom Bohrer erfasst werden können.

Der Bohrvorgang beginnt mit dem langsamen Anbohren auf der Ankörnung. Man muss darauf achten, dass der Bohrer dabei nicht verläuft. Bei der Spanabnahme durch den Bohrer entsteht Wärme, die so groß werden kann, dass die Schneiden des Bohrers ausglühen. Der Bohrer verliert durch Ausglühen seine Härte und wird unbrauchbar. Durch Anwendung von Kühlmittel/Schneidöl wird das Ausglühen der Bohrerschneiden vermieden, gleichzeitig wird durch die Schmierwirkung die Wandung der Bohrung sauberer und Späne setzen sich nicht so leicht fest.
Man kühlt nicht nur Werkstück und Werkzeug, sondern vermindert den Verschleiß des Bohrers durch Schmierung und verhindert vorübergehend die Korrosion. Von der Verwendung von Kühlschmierstoff wird jedoch abgeraten, da bei ungenügender Pflege und Kontrolle die Emulsion rasch verkeimen kann (Pilze und Bakterien). Im Handel sind neuerdings umweltfreundliche Schneidöle vorhanden, die tropfenweise zugegeben werden und mit denen man bei etwas reduzierter Schnittgeschwindigkeit ebenfalls gute Ergebnisse erzielen kann.

Blechscheren

Zum Trennen größerer Blechstücke verwendet man Hebelblechscheren oder Tafelblechscheren.

In der Schule wird aus Kosten- und Platzgründen in der Regel mit einer Hebelblechschere gearbeitet (siehe Zeichnung). Der Schnitt dieser Schere ist etwas unregelmäßiger als mit der Tafelblechschere.

Die Blechstärke sollte 2 mm nicht überschreiten, da weder Schüler noch Blechscheren dickere Materialien verarbeiten können.

Vorbereitung

Beim Hantieren mit den Blechtafeln sind stets Schutzhandschuhe zu tragen.

Arbeitsablauf

Bei der Tafelblechschere wird das Blech bei hochgestelltem Schermesser und gelöstem Niederhalter eingelegt. Am vorderen und am beweglichen Anschlag muss die Tafel gut anliegen, damit die geschnittenen Stücke genau rechtwinklig werden. Ist die Blechtafel nicht winklig, so wird ein schmaler Streifen zur Korrektur abgeschnitten. Der Niederhalter wird heruntergedrückt und die Schere in einer zügigen Bewegung geschlossen. An der Maschine soll nach Möglichkeit immer allein gearbeitet werden. Ist ein Helfer nötig, so darf dieser unter keinen Umständen mit seinen Händen unter den Niederhalter oder in die Nähe des Schermessers gelangen.

Wird mit der Hebelblechschere gearbeitet, so müssen bei größeren Blechen mehrere Einzelschnitte vorgenommen werden. Dabei soll die Schere nicht vollständig geschlossen werden, da das Blech sonst einreißt.

Nachbereitung/Wartung

Nach der Arbeit sind alle geschnittenen Bleche zu entgraten, damit man sich nicht an den scharfen Kanten verletzen kann. Die Tafelblechschere wird geschlossen und gegen unbefugtes Benutzen gesichert.

Bei der Hebelblechschere wird nach der Arbeit der Handhebel senkrecht nach oben gestellt und gegen Herabfallen gesichert.

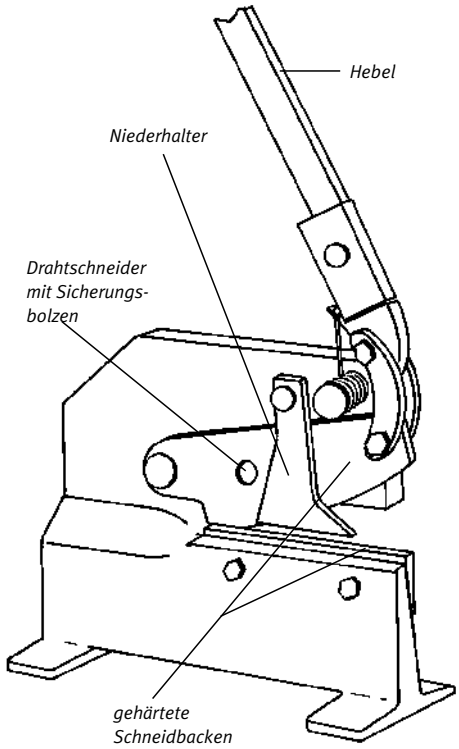
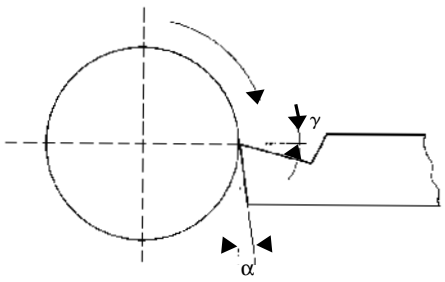


Abb. 28: Hebelblechschere

Maschinenarbeit: Drehmaschine

Abb. 29: Winkel am Drehmeißel



Freiwinkel α *= ca. 8°*
Spanwinkel γ *= ca. 14°*

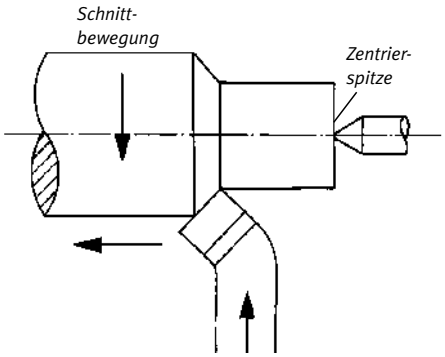


Abb. 30:
Langdrehen eines zylindrischen Werkstücks

Bei der Metallbearbeitung werden geringere Drehzahlen und Schnittgeschwindigkeiten benötigt als bei der Holzbearbeitung. Deshalb gibt es in diesem Materialbereich für Drehmaschinen keine Schutzalterbestimmungen. Dennoch sollte die Drehmaschine vom Schüler nur unter Aufsicht des Lehrers bedient werden.

Beim Drehen von Metall wird ein Drehmeißel gegen das rotierende Werkstück geführt.

Beim Drehvorgang unterscheidet man drei Bewegungsrichtungen: Das Werkzeug führt die Zustell- und Vorschubbewegung aus. Die Rotation des Werkstückes ergibt die Schnittbewegung. Erfolgt die Vorschubbewegung längs der Drehachse, so entstehen zylindrische Teile (Langdrehen); erfolgt sie im rechten Winkel zur Drehachse, so entstehen ebene Flächen (Plandrehen).

Bei großem Vorschub bleiben auf der Fläche sichtbare Riefen; bei kleinem Vorschub und hoher Schnittgeschwindkeit erhält man eine glatte Werkstückoberfläche.

Die Drehmaschine besteht aus einem kräftigen Unterbau mit dem Spindelstock und dem Bett. Im Spindelstock befinden sich Antriebsmotor und Getriebe. Die Arbeitsspindel ist mit der Spannvorrichtung – meist ein Dreibackenfutter – verschraubt. Der Oberschlitten trägt den Drehmeißelhalter; außerdem kann er zum Drehen von Kegeln geschwenkt werden.

Kurze Stücke des zu bearbeitenden Stangen- oder Rohrmaterials werden nur vom Dreibackenfutter gehalten, längere Teile werden zusätzlich durch die Spitze des Reitstockes geführt. Dazu ist es erforderlich, das Werkstück zuvor mit einer Zentrierbohrung zu versehen. Für diesen Bohrvorgang wird ein spezieller Zentrierbohrer verwendet.

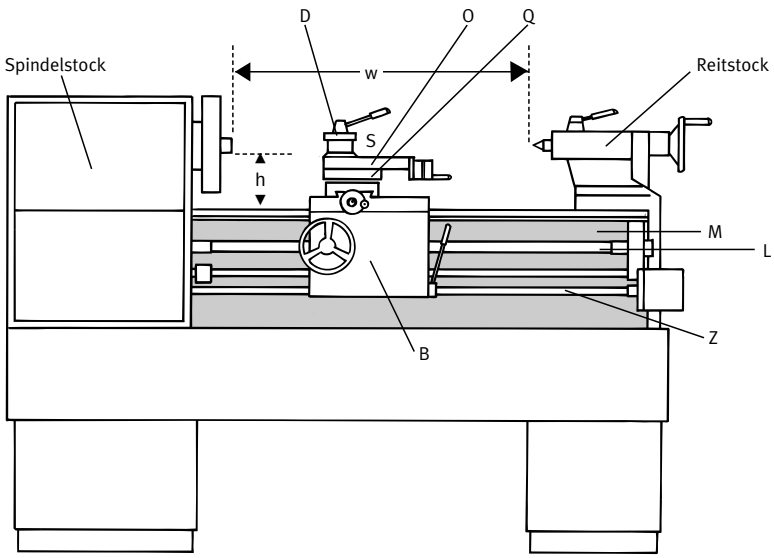


Abb. 31: Drehmaschine

D = Drehmeißelhalter
h = Spitzenhöhe
w = Spitzenweite
S = Support (Werkzeugschlitten)
M = Maschinenbett
Z = Zugspindel
L = Leitspindel (zum Gewindeschneiden)
O = Oberschlitten
Q = Quersupport (Querschlitten)
B = Bettsupport (Bettschlitten)

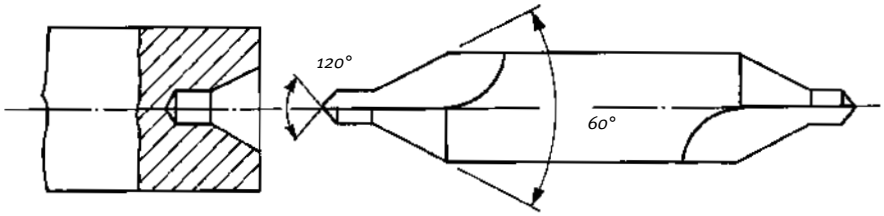


Abb. 32: Zentrierbohrer

Vorbereitung

Die Auswahl des entsprechenden Drehmeißels richtet sich nach dem zu verarbeitenden Material und seiner Form.

Die erforderliche Drehzahl der Arbeitsspindel kann aus Tabellen entnommen werden. Als Faustregel gilt: je größer der Durchmesser und je härter das Material, desto niedriger die Drehzahl.

Beim Einspannen des Werkzeugs ist darauf zu achten, dass sich die Schneide des Meißels exakt in der Höhe der Rotationsachse des Werkstücks befindet.

Bei der Spanabnahme durch den Drehmeißel entsteht Wärme, die bei mäßigen Schnittgeschwindigkeiten durch die wegfliegenden Späne abgeführt wird.
Bei hohen Schnittgeschwindigkeiten wird so viel Wärme erzeugt, dass Kühlmittel eingesetzt werden müssen. Es wird empfohlen, auch hier nur mit umweltfreundlichen Schneidölen zu arbeiten und die Schnittgeschwindigkeit zu reduzieren.

Arbeitsablauf

An der Drehmaschine darf nur mit eng anliegender Kleidung gearbeitet werden. Krawatten, Halstücher und Schals, Armreife und Ringe sind abzunehmen, bei langen Haaren ist ein Haarschutz zu benutzen. Auch beim Drehen dürfen keine Schutzhandschuhe getragen werden. Das zu bearbeitende Material wird möglichst rund laufend eingespannt.

Sofort nach dem Spannen ist der Spannschlüssel aus dem Dreibackenfutter zu entfernen. Vor dem Einschalten der Maschine wird die Schutzhaube heruntergeklappt – sofern diese vorhanden ist. Wenn mit automatischem Vorschub gearbeitet werden soll, können bei einigen Maschinen Ausklinkanschläge verwendet werden, damit der Drehmeißel nicht in das Dreibackenfutter geraten kann.

Während die Maschine läuft, darf das umlaufende Werkstück keinesfalls mit der Hand berührt werden. Alle Mess-, Prüf- und Wartungsarbeiten dürfen nur bei stillstehender Maschine erfolgen.

Grundsätzlich soll am rotierenden Werkstück nicht gefeilt werden – das gilt für Lehrer und Schüler. In Industrie und Handwerk werden aus dem Spindelstock herausragende Stangen auf der ganzen Länge gegen Abknicken mittels eines Schutzkorbes geschützt, da die abgeknickte, rotierende Stange gefährliche Schläge austeilen kann.

Da in der Schule in der Regel keine Schutzkörbe vorhanden sind, darf Stangenmaterial nicht aus dem Spindelstock herausragen. Zu langes Material ist entsprechend abzusägen.
Beim Drehen spröder Materialien muss, wenn keine Schutzhaube vorhanden ist, eine Schutzbrille getragen werden. Lange Drehspäne dürfen bei laufender Maschine nur mit einem Spänehaken entfernt werden.

Nach dem Werkstückwechsel muss der Spannschlüssel unbedingt sofort vom Futter abgezogen werden. Wenn das Dreibackenfutter abgeschraubt werden muss, legt man darunter ein Holzstück auf das Drehbankbett. Vorsicht: Da das Futter sehr schwer ist, kann man sich leicht die Finger quetschen.

Nachbereitung/Wartung

Nach der Arbeit ist die Drehmaschine gründlich zu reinigen. Vor allem von den Gleitflächen des Bettes und den Schlittenführungen des Ober- und Querschlittens sind alle Späne bei stillstehender Maschine sorgfältig zu entfernen. Von dem einwandfreien Zustand dieser Gleitführungen ist die Genauigkeit der Dreharbeit abhängig. Die Gleitführungen sind gut zu ölen, was auch der Rostbildung entgegenwirkt.

Wenn doch Kühlschmierstoff eingesetzt wird, ist darauf zu achten, dass die Haut möglichst vor der Berührung mit dieser Flüssigkeit zu schützen ist – auf jeden Fall sollte man sich nach dem Maschineputzen gründlich die Hände waschen.

Maschinenarbeit: Schleifbock

Beim Schleifen wird die zu bearbeitende Werkstückfläche durch Schleifmittel spanend bearbeitet – was auch als Trennen mit geometrisch unbestimmter Schneidenform bezeichnet werden kann. Schleifmittel sind Körner von großer Härte, die überwiegend in keramischer Bindung zu Schleifkörpern zusammengefügt werden. Die Körner können unterschiedlich fein gebrochen sein, die Korngröße ist das Maß für die Körnung, die auf der Schleifscheibe angegeben ist. Eine kleine Zahl entspricht wenig Körnern auf einer Flächeneinheit und ergibt eine grobe Schleiffläche, eine hohe Zahl steht für eine feinkörnige Fläche.

Schleifböcke werden in den Schulen benötigt, um stumpfe Werkzeuge (Reißnadel, Stechbeitel usw.) spitz oder scharf zu schleifen. Zumeist sind es kleine Geräte mit zwei unterschiedlichen Schleifscheiben, die fest auf eine Werkbank geschraubt werden müssen.

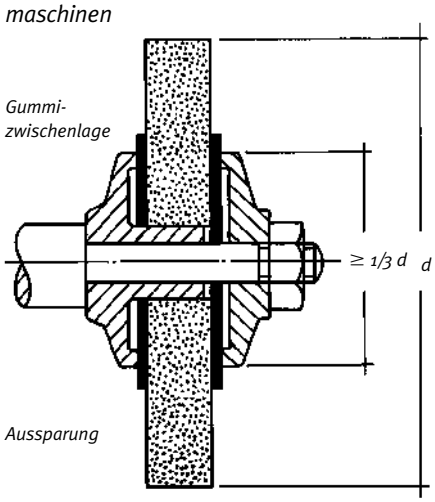
Nach der Bearbeitung auf dem Schleifbock müssen die Werkzeuge noch mit Hilfe eines Abziehsteines von dem feinen Grat befreit werden.
Der Schleifbock ist ein eingekapselter Elektromotor mit einer langen Ankerwelle, deren Zapfen auf beiden Seiten herausstehen und je eine Schleifscheibe aufnehmen können.

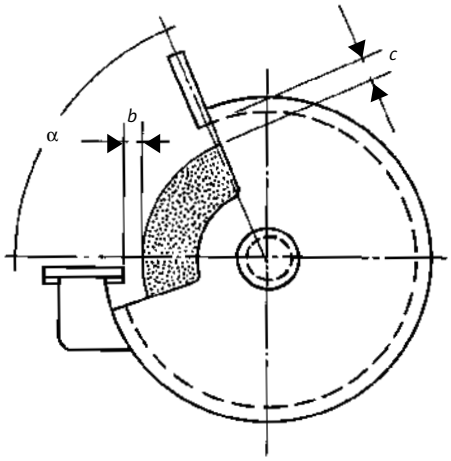
Die Schleifscheiben haben eine Bohrung, die genau dem Durchmesser der Wellenzapfen entspricht. Beim Kauf einer neuen Schleifscheibe ist der Bohrungsdurchmesser, der Außendurchmesser und die Breite der Scheibe anzugeben.

Die Schleifscheiben werden mit Spannflanschen aus Stahl befestigt, deren Durchmesser mindestens ein Drittel des Schleifscheibendurchmessers beträgt. Die Spannflansche an einer Scheibe müssen gleich groß und hinterdreht sein, sodass nur eine ringförmige Fläche anliegt. Zwischen Flansche und Scheibe sind Zwischenlagen aus elastischem Material (Gummizwischenlage) zu legen.

Jede Schleifscheibe muss allseitig von einer stabilen Schutzhaube umkleidet sein, die nur eine kleine Schleiföffnung von maximal 65° des Scheibenumfangs freilässt. Die Schutzhaube muss oben eine nachstellbare Abdeckkappe haben, die entsprechend dem Abnutzungsgrad der Schleifscheibe immer auf einen Abstand von höchstens 5 mm zur Scheibenoberfläche eingestellt wird. Die Werkstückauflage muss ebenfalls verstellbar sein. Sie sollte immer dicht (weniger als 3 mm) an der Scheibe liegen, sodass ein Werkstück nie hineingezogen und hochgeschlagen werden kann, was zu Fingerverletzungen und ggf. zum Bruch der Scheibe führen könnte.

Abb. 34: Sicherheitsmaßnahmen an Schleifmaschinen





α = höchstens 65°
b = höchstens 3 mm
c = höchstens 5 mm

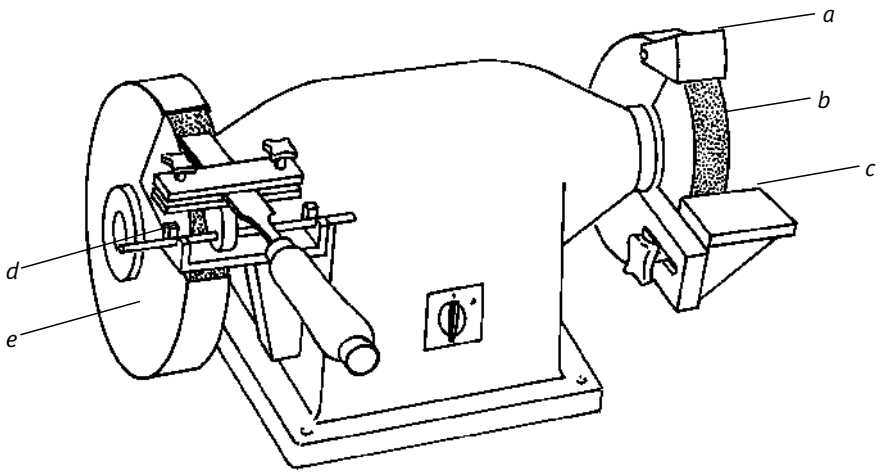


Abb. 33: Schleifmaschine

a) Nachstellbare obere Schutzhaube
b) Schleifscheibe
c) Schleifauflage
d) Zusatzeinrichtung zum Schärfen von z.B. Stechbeiteln
e) untere Schutzhaube

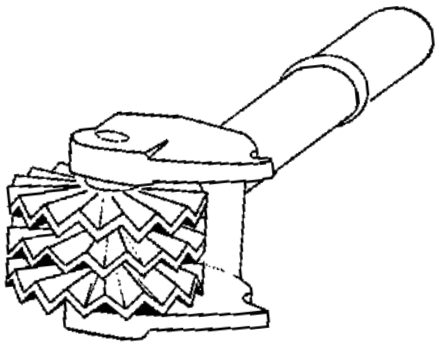


Abb. 35:
Abrichtdiamant mit gewelltem Rädchen

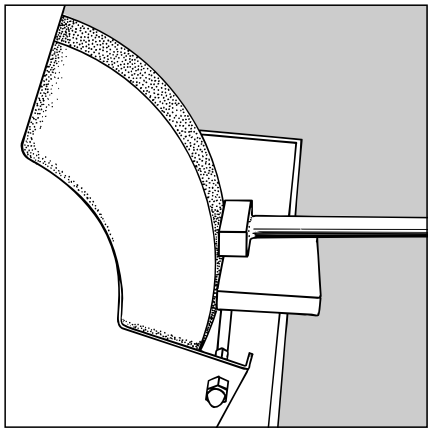


Abb 36: Abrichtdiamant

Die Schleifscheiben sind sehr stoßempfindlich, sie müssen deshalb vorsichtig transportiert werden. Bevor eine neue Scheibe aufgespannt wird, ist sie einer Klangprobe zur Feststellung der Rissfreiheit zu unterziehen. Die Scheibe muss sich ohne Spiel leicht auf die Welle aufschieben lassen. Die Drehrichtung ist durch einen Pfeil auf der Schleifscheibe angegeben und muss beachtet werden. Nach dem Aufspannen muss die Maschine mindestens fünf Minuten mit voller Betriebsgeschwindigkeit laufen, wobei der Gefahrenbereich abzusperren ist. Erst nach diesem Probelauf darf an der neuen Schleifscheibe gearbeitet werden.

Vorbereitung

Da das Werkstück beim Schleifen sehr leicht heiß wird, muss es gekühlt werden. Meist handelt es sich um Werkzeuge aus gehärtetem Stahl, die unbrauchbar werden, wenn sie durch zu große Erwärmung ihre Härte verlieren. Vor Beginn der Arbeit stellt man deswegen ein Gefäß mit Wasser bereit, in das man das Werkstück öfter eintaucht.

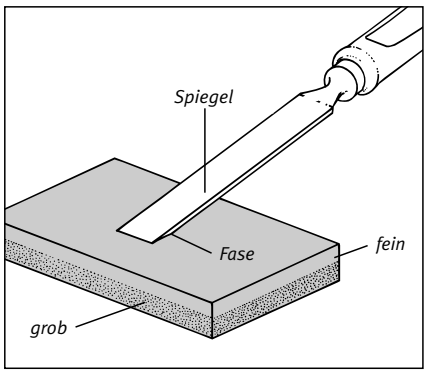
Arbeitsablauf

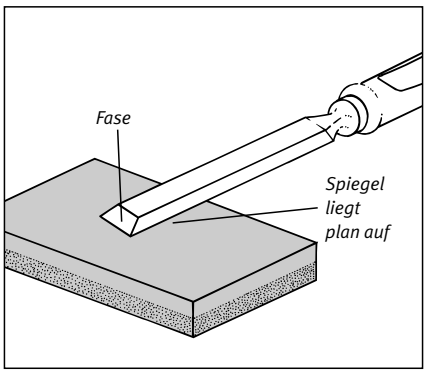
Bei der Arbeit am Schleifbock muss unbedingt eine Schutzbrille getragen werden. Bei langen Haaren ist ein Haarschutz zu tragen. Das Werkstück wird nur mit mäßigem Druck gegen die Schleifscheibe gehalten, zu starker Druck kann zu Schäden an der Scheibe und damit zu Unfällen führen.

Nachbereitung/Wartung

Nach der Arbeit wird die Maschine vom Schleifstaub gereinigt, das Kühlwasser wird weggegossen. Die Schleifscheiben nutzen mit der Zeit ab, können unrund werden oder Riefen bekommen. Sie müssen dann abgerichtet werden, wozu man einen Abrichtdiamanten oder einen Abrichtapparat mit gewellten Rädchen aus Stahl verwendet. Schneidwerkzeuge werden nach dem Schleifen noch auf einem Abziehstein bearbeitet, um feine, gratfreie Schneiden zu erhalten. Der Spalt zwischen Schleifscheibe und Werkstückauflage muss immer möglichst klein gehalten werden und darf keinesfalls eine Breite von 3 mm überschreiten.

Abb. 37: Schleifen eines Stechbeitels





Eisenwerkstoffe sind im Allgemeinen nicht korrosionsbeständig. Ihre Oberfläche muss gegen Umwelteinflüsse geschützt werden. Die bekannteste Korrosionserscheinung ist das Rosten von Eisen. Der einfachste Schutz gegen Korrosion ist die Beschichtung der metallischen Oberfläche durch einen Anstrich. Die Farbe wird mit dem Pinsel aufgebracht.

Vorbereitung

Will man ein Werkstück aus Stahl mit konventionellem Lack beschichten, so muss dieses erst einmal entgratet werden, da Farbe scharfe Kanten nicht überdeckt. Dies kann man mit einer Feile vornehmen. Außerdem kann man sich an abgerundeten Kanten nicht schneiden.
Flugrost wird mit der Drahtbürste und/oder mit Schmirgelpapier (180er Körnung) entfernt.

Vor Auftrag der Farbe wird das Werkstück von Staub und Fett gesäubert. Dies kann nur mit einem Universalverdünner geschehen, der meist brennbar und gesundheitsschädlich ist. Eine gute Querlüftung des Werkraumes ist daher unerlässlich. Da Universalverdünner über die Haut aufgenommen werden können, muss man das Werkstück mit einer Zange anfassen und mit einem Pinsel abwaschen oder man muss geeignete Schutzhandschuhe tragen.

Der verunreinigte Verdünner wird in unzerbrechlichen, dicht schließenden Gefäßen gesammelt und in geeigneter Weise entsorgt.

Arbeitsablauf

Nach dem Entgraten und Entfetten wird das Werkstück mit einem Rostschutzgrund vorbehandelt, der spezifische Chemikalien enthält (z.B. Eisenphosphat bildende Phosphorsäure), die die Rostbildung erschweren und außerdem als Haftvermittler dienen.

Für alle farbigen Anstriche ist der Schichtenaufbau im Prinzip gleich. Nach dem Auftrag von Rostschutzgrund wird mit einer Grundfarbe oder einem Vorlack gestrichen. Darauf folgen zwei Anstriche mit einem Kunstharzlack.

Bei anderen Metallen ist die Vorbehandlung nicht so aufwändig wie bei Eisen und Stahl. Kupfer und seine Legierungen werden meist blank poliert und nur farblos beschichtet, um die Metallfarbe und den Glanz zu konservieren. Für Zink und Aluminium gibt es spezielle Haftfarben, die als Grundanstrich gewählt werden können.

Bei nicht allzu großen Ansprüchen an die Qualität der Oberfläche kann mit lösemittelarmen, wasserverdünnbaren Lacksystemen gearbeitet werden. Die Umweltverträglichkeit dieser Systeme ist größer. Verunreinigungen, die beim Verarbeiten an Händen und Werkzeug haften bleiben, können in noch nicht angetrocknetem Zustand abgewaschen werden.

Jede Schicht muss vor dem Auftrag der nächsten gründlich durchtrocknen, deshalb ist es wichtig, dass die Farbe nicht zu dick aufgetragen wird. Die Pinsel brauchen in den Trockenzeiten nicht jedes Mal gereinigt zu werden; es genügt, wenn man sie in Wasser stellt (oder besser: hängt) und vor dem neuen Benutzen sorgfältig ausstreicht. Wenn man die Metallfarbe (z.B. bei Aluminium sowie bei Kupfer und dessen Legierungen) oder die Oberflächenbearbeitung sichtbar erhalten will, dann streicht man mit Zaponlack, einem dünnflüssigen farblosen Lack, der auch auf polierten Flächen gut haftet.

Nachbereitung/Wartung

Die Pinsel werden in Universalverdünner ausgewaschen und zum Trocknen aufgehängt. Bei Kunstharzlacken kann auch Terpentin-Ersatz verwendet werden.
Gut brauchbar ist ein „Universal-Pinselreiniger“, der die im Pinsel enthaltene Farbe wasserlöslich macht, sodass sie unter fließendem Wasser ausgewaschen werden kann. Er sollte aber nur in Kleinstmengen benutzt werden. Bei der Verwendung von wasserverdünnbaren Systemen genügt Wasser als Reinigungsmittel.

Für die Hände gibt es Spezialreiniger (z.B. Cupran), man darf sie nicht mit Pinselreiniger oder Verdünnungsmitteln säubern, da diese die Fettschicht der Haut entfernen und über die Haut resorbiert werden.

Nicht alle Metalle, die im technisch-industriellen Bereich vergossen werden, sind zur exemplarischen Darstellung der Gießtechnik in der Schule geeignet. Es lassen sich nur solche Materialien schmelzen, die einen niedrigen Schmelzpunkt haben.

Zinn hat einen Schmelzpunkt von 232 °C, ist nicht giftig und bietet sich daher für das Gießen in der Schule an. Es sollten wegen der Verbrennungsgefahr aber nur Kleinstmengen vergossen werden. In einem Stahltiegel (Schmelzlöffel aus dem Chemie-Unterricht) kann notfalls auf offener Flamme geschmolzen werden. Zierzinn und Lötzinn sollen auf Grund ihres Bleigehaltes nicht verwendet werden.

Aluminium schmilzt bei 659 °C. Dieses Gießmaterial hat eine 7%ige Schwindung (Volumenunterschied zwischen dem festen und flüssigen Zustand) und neigt darüber hinaus sehr zur Gasaufnahme aus der Luft, sodass der Laie damit kaum brauchbare Stücke herstellen kann, da die Gussteile „blasig“ werden. Vom Gießen mit Aluminium raten wir deshalb ab.

Vorbereitung

Zum Schmelzen empfehlen sich elektrisch beheizte Kammeröfen, die auch zum Brennen von Keramikarbeiten üblich sind. Diese Öfen müssen auf die Temperaturen von über 1000 °C für den Glasurbrand ausgelegt sein, wenn man Messing oder Bronze vergießen will. Werden allerdings nur kleine Mengen geschmolzen, so steht der Energieaufwand in keinem Verhältnis zum Ergebnis.

Von der Verwendung von Woodschem Metall (Legierung aus Blei, Wismut, Kadmium und Zinn, die schon bei 65 °C schmilzt) ist abzuraten, da auf Grund des hohen Dampfdrucks von Kadmium Kadmiumdämpfe frei werden – diese sind sehr giftig.

Zur Vermeidung von Unfällen sind folgende Regeln zu beachten:

- Für Zinnlegierungen sind Stahltiegel zu verwenden, für Messing und Bronze werden keramische Tiegel benötigt.
- Für den Transport sind betriebssichere, feuerfeste Greif- und Haltevorrichtungen für die mit dem Schmelzgut gefüllten Tiegel erforderlich. Diese müssen auch ein sicheres Ausgießen erlauben.

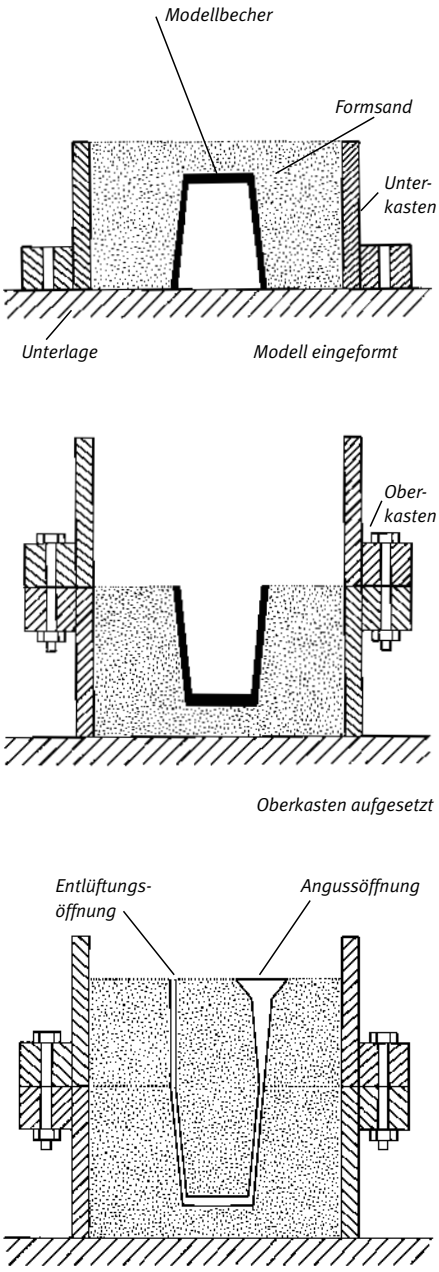
Unnötige Wege mit dem flüssigen Schmelzgut sind zu vermeiden. Abgießfertige Formen sollten daher neben dem Ofen aufgestellt werden. Das Schmelzen auf offener Flamme ist bei Zinn möglich. Es sind Schmelzlöffel aus Stahl zu verwenden; solche Löffel sind oft im Chemielabor vorhanden. Eine standsichere Auflagemöglichkeit des Gießlöffels während des Schmelzvorganges, etwa ein Dreifuß o.Ä., muss bereitgestellt werden.

Zum Gießen werden Formen benötigt, deren Herstellung auf das Machbare in der Schule zugeschnitten sein muss. Deshalb sollte nicht in Formen aus feuchten, wasserhaltigen Formstoffen gegossen werden, obgleich dieses Verfahren unter der Bezeichnung „grüne Formen“ im technischen Bereich von hervorragender Bedeutung ist. Hierzu ist aber ein Maß an Erfahrung und Kenntnis der möglichen Formstoffe nötig, die der Laie nicht hat.

Für die Schule schlagen wir die Verwendung von Gipsformen vor. Auch die Verwendung von Formsand ist möglich, sofern eine nahe gelegene Gießerei dieses Material abgibt. Gipsformen eignen sich nur für den Zinnguss, Messing und Bronze werden grundsätzlich in Formsand gegossen.

Reine Gipsformen müssen gut abgebunden sein und sollen im Backofen bei maximaler Temperatur getrocknet werden. Auf jeden Fall ist ein schlagartiges Verdampfen von Wasser in den Formen beim Gießvorgang zu verhindern. Geschlossene Formen müssen vor dem Gießen gegen den

Abb. 38: Gießen in einer geschlossenen Form



Druck des Gießmetalls verbunden werden, weil sonst das Metall durch die Formteilung läuft. Dazu eignen sich z.B. Klemmzwingen. Mehrteilige Formen bettet man zweckmäßigerweise vor dem Gießen in ein Sandbett aus trockenem Sand ein.

Geschlossene Formen müssen entlüftet werden, damit das Gießmaterial auch in kleine Formteile emporsteigen kann. Dazu legt man Lüftungsbohrungen (Luftpfeifen) an. Bei größeren Formen benötigt man noch so genannte Steiger – das sind Vorratskammern, die in erster Linie den Volumenschwund des erkaltenden Materials ausgleichen sollen.

Arbeitsablauf

Das flüssige Metall wird zügig vergossen. Es darf keine Unterbrechung des Gießstrahls geben, bis die Form vollständig gefüllt ist. Überlaufendes Gießmetall fängt das Sandbett auf. Der Gießer, möglichst der Lehrer, trägt Handschuhe, Brille, geschlossenes Schuhwerk und ggf. eine Lederschürze.

Beim Gießen darf keine Oberbekleidung aus Kunstfasern getragen werden, da die Kunstfasern durch Metallspritzer fest mit der Haut verschmelzen können. Bei Verbrennungen ist die Brandwunde sofort unter fließendem kalten Wasser zu kühlen und danach ggf. vom Arzt behandeln zu lassen.

Nachbereitung/Wartung

Nach dem Entformen werden die Formstücke, Luftpfeifen und Steiger abgesägt und das Gussstück entgratet.

Härten und Anlassen

Beim Härten und Anlassen nutzt man die Eigenschaft aus, dass Stahl geeigneter Zusammensetzung seine mechanischen Eigenschaften ändert, wenn man ihn auf Temperaturen um 800 °C aufheizt und anschließend schnell abkühlt (abschreckt).

Dieser Abschreckvorgang kann in Wasser oder Öl erfolgen. Ergebnis dieser Wärmebehandlung ist eine Erhöhung der Härte, womit allerdings auch eine Versprödung des Werkstoffes einhergeht. Um die Versprödung wieder aufzuheben, kann eine weitere Wärmebehandlung (Anlassen) erforderlich werden.
Als Wärmequelle zum Erhitzen der Werkstücke auf die erforderliche Temperatur wird sich im Schulbereich der Gasbrenner oder der Brennofen anbieten. Kurze Werkstücke müssen mit einer Zange gehalten werden.

Öl und Wasser zum Abschrecken des aufgeheizten Werkstückes müssen in geeigneten Gefäßen aus Blech aufgestellt werden. Altöl, das zum Härten benutzt wurde, muss an eine Altölverwertungsstelle (Tankstelle) gegeben werden. Die Arbeit unter einem Abzug oder im Freien ist empfehlenswert. Im Abschreckbad soll das Werkstück bewegt werden, da sonst die Gefahr der Dampfblasenbildung und des Hochspritzens von heißer Flüssigkeit steigt.

Die Werkstücke werden für den Härtevorgang aufgeheizt. Man kann die Temperatur anhand der Glühfarbe des Materials abschätzen. Für unlegierte Stähle, die jedoch mindestens 0,5 % Kohlenstoff enthalten müssen, empfehlen wir eine Härtetemperatur von 780 – 800 °C (kirschrot).

flüssigkeit sollte so bemessen sein, dass das Werkstück gut eingetaucht werden kann. Nach dem Härten kann der Stahl nicht mehr geformt werden – außer Schleifen ist keine weitere Bearbeitung mehr möglich.

Nach dem Abschrecken soll das Werkstück unverzüglich noch einmal erwärmt (angelassen) werden, um aufgebaute Härtespannungen (Volumenvergrößerung des Martensits) zu verringern und nachträglich Härterisse zu vermeiden. Der Härterückgang bis zu einer Anlasstemperatur von 200 °C ist gering. Zu diesem Zweck entfernt man mit einer alten Feile die Oxidhaut vom Werkstück, bis blanker Stahl sichtbar ist. Hierauf erwärmt man das Material erneut bis zur gewünschten Anlasstemperatur, die man an der Farbe der sich jetzt neu bildenden Oxidhaut erkennen kann. Schließlich kühlt man das Werkstück nochmals im Wasser ab.

Glühfarben und -temperaturen von unlegiertem Stahl

Glühfarbe	**Temperatur**
dunkelbraun	500 – 580 °C
braunrot	580 – 650 °C
dunkelrot	650 – 750 °C
dunkelkirschrot	750 – 780 °C
kirschrot	780 – 800 °C
hellkirschrot	800 – 830 °C
hellrot	830 – 880 °C
gelbrot	880 – 1050 °C
dunkelgelb	1050 – 1150 °C
hellgelb	1150 – 1250 °C
weiß	1250 – 1350 °C

Anlassfarben von unlegiertem Stahl

Anlassfarbe	**Temperatur**	**Anwendung**
	180 °C	Kugeln für Kugellager
hellgelb	220 °C	Gewindebohrer
strohgelb	230 °C	Reibahlen
dunkelgelb	240 °C	Scheren
gelbbraun	250 °C	Hämmer
braunrot	260 °C	Stanzwerkzeuge
purpurrot	270 °C	Schraubendreher
violett	280 °C	Körner
dunkelblau	290 °C	Durchtreiber
kornblumenblau	300 °C	Beile
hellblau	310 °C	Fleischermesser
graublau	320 °C	Feilenangeln
grau	330 °C	–

Vorbereitung

Das Verfahren des Härtens in flüssigen Abschreckbädern bringt immer eine Dampf- oder Rauchentwicklung mit sich. Man sollte daher nur in gut gelüfteten Räumen arbeiten. Die Menge der Kühl-

Der Umgang mit offenen Flammen und glühenden Werkstücken in einer Schülergruppe stellt erhöhte Anforderungen an das Sicherheitsbewusstsein aller Beteiligten. Der Lehrer muss klare Arbeitsanweisungen geben und auf mögliche Unfallgefahren hinweisen. Ein Feuerlöscher muss in greifbarer Nähe sein. Sollte es trotzdem zu Brandverletzungen kommen, kühlt man zunächst ausgiebig unter fließendem kalten Wasser.

Sollen gehärtete Werkstücke gesägt oder anderweitig bearbeitet werden, so muss man diese weichglühen. Für einen unlegierten Stahl (z.B. eine Feile) genügt eine Weichglühtemperatur von 750 – 780 °C (dunkelkirschrot).

Arbeitsablauf

Beim Härten und Anlassen sind folgende Sicherheitsvorkehrungen besonders zu beachten:

- Schutzbrille und Schutzhandschuhe tragen.
- Zum Greifen der heißen Werkstücke Zangen verwenden.
- Heiße Werkstücke nach dem Weichglühen in einem Sandbett oder zumindest auf einer feuerfesten Unterlage (Blech) ablegen.

Nachbereitung/Wartung

Gehärtete Werkstücke lassen sich nur noch durch Schleifen bearbeiten. Besonders dünne Kanten können leicht bei Berührung mit dem Schleifstein wegspringen. Hier ist also das Tragen einer Schutzbrille von besonderer Wichtigkeit. Zunderschichten und Anlauffarben nach dem Härten werden am zweckmäßigsten durch Handarbeit mit Schmirgelleinen beseitigt.

Weichlöten

Beim Löten entstehen in geringem Umfang gesundheitsschädliche Gase und Dämpfe. Besonders problematisch ist der notwendige Bleigehalt von Lötzinn. Im Werkraum ist daher für eine ausreichende Lüftung zu sorgen (z.B. Fensterlüftung). Der Bleigehalt im Lötzinn/Lötdraht kann durch das Anfassen auf die Hände übertragen werden, sodass bei Lötarbeiten Essen, Trinken, Rauchen und Schminken untersagt ist.

Nach der Arbeit ist gründliches Händewaschen erforderlich.

Es besteht ein Beschäftigungsverbot für Schwangere.

Weichlöten ist ein Verfahren zur Verbindung von Metallteilen mit einem niedrig schmelzenden „Vermittler", dem Zinnlot. Es gibt verschiedene Lote, deren Schmelzpunkte je nach Zusammensetzung zwischen 185 und 260 °C und somit weit unter der Schmelztemperatur des zu verbindenden Metalls liegen. Beim Löten geht das Lot in einen flüssigen Zustand über, es verbindet die Oberflächen durch Anlegieren der zu verbindenden Materialien.

Oxidierte oder bereits oberflächenbehandelte Materialien (z.B. verchromt) lassen sich nicht weichlöten. Stahlblech lässt sich nur im verzinnten Zustand sauber löten (Konservenbleche), Aluminium kann man durch Weichlöten nicht verbinden.

Zum Weichlöten verwendet man üblicherweise einen elektrisch beheizten Lötkolben. Die Arbeitsspitze des Lötkolbens besteht meist aus Kupfer, einem guten Wärmeleiter. Heute werden viele Lötspitzen mit einer zunderfreien Beschichtung versehen. Eine solche Kolbenspitze kann man durch Abwischen an einem nassen Schwamm sauber halten.

Damit der heiße Lötkolben den Arbeitstisch nicht versengt, muss eine Ablagemöglichkeit vorhanden sein. Dazu gibt es einfache Gestelle aus Draht. Beschädigte und angesengte Zuleitungskabel müssen fachmännisch repariert werden, bevor der Lötkolben in Gebrauch genommen wird. Viele Lötkolbenhalterungen sind so konstruiert, dass sie die Wärme der Lötspitze ableiten können. Damit soll verhindert werden, dass der Lötkolben überhitzt und damit das Lötmittel verbrennt. Bei temperaturgeregelten Lötkolben ist dies allerdings kein Problem.

Nach der Unfallverhütungsvorschrift GUV-V A 2 (bisher GUV 2.10) müssen ortsbewegliche elektrische Geräte jährlich durch eine Elektrofachkraft auf ihre elektrische Sicherheit überprüft werden. Dies gilt insbesondere auch für den Lötkolben.

Weichlot ist in der Regel eine Zinn-Blei-Legierung – so ist in LSn 40 etwa 60 % Blei enthalten. Wegen der Giftigkeit von Blei darf man z.B. Behälter, die zur Aufbewahrung von Nahrungsmitteln dienen sollen, nur mit Lötzinn vom Typ LSn 98 verlöten. Kadmiumhaltige Weichlote sollen wegen ihrer Giftigkeit in der Schule nicht eingesetzt werden.

Auf die Verwendung von Lötwasser (Salzsäure) ist im Schulbereich zu verzichten. Lötfette enthalten als Reinigungs- und Flussmittel wirksame Bestandteile von Salmiak und Kolophonium. Diese Chemikalien sind relativ ungefährlich.

Sinngemäß gilt das Gleiche für Salmiaksteine, die zum Reinigen von verzunderten Lötkolbenspitzen gebraucht werden. Zunderfreie Kupferspitzen leiden allerdings unter einer solchen Behandlung.

Es wird empfohlen, mit Lötdrähten zu arbeiten, in deren Hohlraum Flussmittel enthalten sind. Dadurch kann ein gesonderter Arbeitsvorgang vermieden werden. Bei kleinen Lötarbeiten, besonders im Elektronikbereich, kann der Lötdraht zusammengerollt und in einem kleinen Tablettenröhrchen aufbewahrt werden. Durch dieses Röhrchen bohrt man am

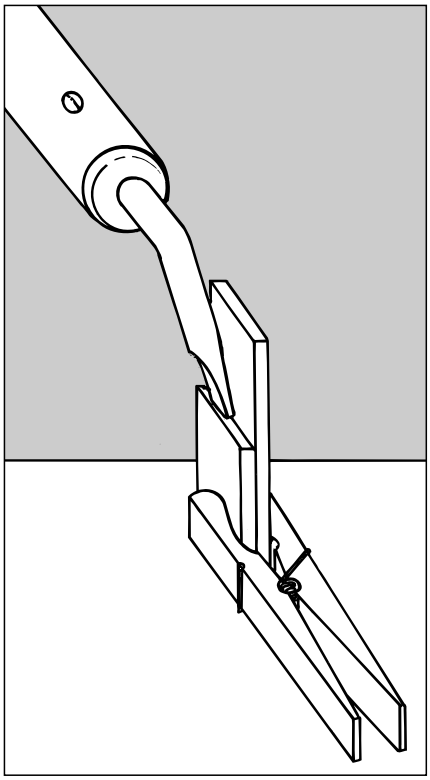


Abb. 39:
Hilfsvorrichtungen beim Weichlöten

Ende ein Loch, durch das der Lötdraht durchgeführt wird. Damit wird direkter Hautkontakt mit dem Lötmaterial weitgehend vermieden.

Damit die Schüler nicht den Einwirkungen der beim Löten entstehenden Gase und Dämpfe ausgesetzt werden, ist für eine wirksame Entlüftung zu sorgen.

Vorbereitung

Sollen Werkstücke durch Weichlöten verbunden werden, so müssen sich die Teile ausreichend überlappen. Die zu verlötenden Teile müssen einwandfrei vorgeformt und vor dem Löten möglichst spannungsfrei in die Endlage gebracht und fixiert werden. Dazu können neben den üblichen Spannzeugen wie Parallelschraubstock und Schraubzwingen auch andere Hilfsmittel benutzt werden.

Für ein sicheres Arbeiten muss vor Arbeitsbeginn der Arbeitstisch gegen Ansengen geschützt werden. Für den Lötkolben ist ein Lötkolbenständer vorzusehen. Das Werkstück muss in einer für den Lötvorgang richtigen Position eingespannt sein. Zum mechanischen Reinigen der Lötnaht sind geeignete Werkzeuge zu verwenden.

Arbeitsablauf

Eine einwandfreie Lötnaht ergibt sich nur, wenn die Fuge sauber und die Materialien ordentlich vorgeformt sind. Man kann den heißen Lötkolben durch Abstreifen über einen nassen Schwamm säubern. Keinesfalls entfernt man überschüssiges Zinnlot von der Lötkolbenspitze durch Schlagen des Kolbens auf die Tischkante.

Beim Weichlöten wird grundsätzlich nur das Material mit dem Lötkolben erwärmt. Das Lot verteilt sich anschließend auf den heißen Metalloberflächen. Berührungen der heißen Lötkolbenspitze mit dem Zuleitungskabel sind unbedingt zu vermeiden.

Nacharbeit/Wartung

Eine sauber ausgeführte Lötnaht an kleineren Werkstücken braucht nicht nachgearbeitet werden. Bei der Verwendung von Lötfetten und Lötpasten kann eine Reinigung mit warmem Seifenwasser erfolgen.

Verzunderungsfreie Lötspitzen erkennt man an der silbrigen Beschichtung. Diese dürfen nicht mit einer Feile, Drahtbürste oder einem Salmiakstein gereinigt werden. Die Korrosionsschutzschicht wird dadurch beschädigt und unwirksam.

Literaturverzeichnis

Döring, P./Reich, G.:

Oberflächenbehandlung von Metallen.
In: Lehrerbriefe zur Unfallverhütung und Sicherheitserziehung. Heft 2/94.
Bestellnummer GUV 57.2.238 (zu beziehen über den Unfallversicherungsträger)

Henzler, S./Leins, K.:

Technik an Hauptschulen.
Hamburg. o.J., Verlag Handwerk und Technik, ISBN 3.582.07221.5

Döring, P./Reich, G.:

Scharfe Tatsachen: Zum Schärfen von Werkzeugen.
In: Lehrerbriefe zur Unfallverhütung und Sicherheitserziehung. Heft 1/95.
Bestellnummer GUV 57.2.247 (zu beziehen über den Unfallversicherungsträger)

Stichwortverzeichnis

Seite

A
Aluminium ... 28
Angel ... 8
Anreissen ... 18
Anlassfarbe ... 30
Anlasstemperatur ... 30
Aufziehen ... 12

B
Biegeklotz ... 10, 11
Biegelehre ... 10
Biegen ... 10
Blechscheren ... 21
Bohrmaschine ... 19 f.

D
DIN 1041 ... 7
Drehmaschine ... 22 ff.

F
Feilen ... 8 f.
Feilenheft ... 8
Feilenbürste ... 9
Feuerlöscher ... 30
Formen ... 28 f.
Freiwinkel ... 15

G
Gießen ... 28 f.
Glühfarbe ... 30
Glühtemperatur ... 30

H
Haarschutz ... 20, 23, 26
Hammer ... 6 f.
Hammerkopf ... 6 f.
Hammerstiel ... 6 f.

K
Keil ... 6
Keilwinkel ... 16
Körnen ... 18
Körner 90° ... 18

L
Lochschneider ... 20
Lote ... 32
Lötkolben ... 32
Lötwasser ... 32
Lötdrähte ... 32

M
Meißeln ... 16 f.

O
Oberflächenbeschichtung ... 27

R
Reißnadel ... 18

Stichwortverzeichnis

Seite

S
Sägen ... 14
Sägeblatt ... 14
Sandbett ... 29
Sandwich-Methode ... 12
Schaftaufnahme ... 16
Schere ... 15
Schneiden ... 15
Schneidbacken ... 21
Schraubstock ... 10, 20, 33
Schleifbock ... 25 f.
Schleifscheiben ... 25 f.
Schraubzwingen ... 33
Schutzbrille ... 20, 26, 29, 31
Schutzflansch ... 16
Schutzhandschuhe ... 20, 27, 29
Senkungen ... 19
Spanwinkel ... 17
Spitzzirkel ... 18
Splittermulde ... 16

T
Treiben ... 12 f.

V
Verformen ... 12

W
Weichglühen ... 31
Weichlöten ... 32
Winkel ... 16
Frei – ... 15
Keil – ... 16
Span – ... 17

Z
Zinn ... 28

Hinweis:

Seit Oktober 2002 ist das BUK-Regelwerk „Sicherheit und Gesundheitsschutz“ neu strukturiert und mit neuen Bezeichnungen und Bestellnummern versehen. In Abstimmung mit dem Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften wurden sämtliche Veröffentlichungen den Kategorien „Unfallverhütungsvorschriften“, „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz“, „Informationen“ und „Grundsätze“ zugeordnet.

Bei anstehenden Überarbeitungen oder Nachdrucken werden die Veröffentlichungen auf die neuen Bezeichnungen und Bestellnummern umgestellt. Dabei wird zur Erleichterung für einen Übergangszeitraum von ca. 3 bis 5 Jahren den neuen Bestellnummern die bisherige Bestellnummer angefügt.

Des Weiteren kann die Umstellung auf die neue Bezeichnung und Benummerung einer so genannten Transferliste entnommen werden, die u.a. im Druckschriftenverzeichnis und auf der Homepage des Bundesverbandes der Unfallkassen (www.unfallkassen.de) veröffentlicht ist.