



HOLZ

Jahrgangsstufe 7

**Schülerarbeitsheft für das Fach Werken
an Realschulen in Bayern**

Autor: Wolfgang Gobmeier

Erarbeitet im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus

Leitung des Arbeitskreises

Judith Schneider, ISB

Mitglieder des Arbeitskreises:

Wolfgang Gobmeier, Staatliche Realschule Pfaffenhofen a. d. Ilm

Jens Knaudt, Staatliche Realschule Roth

Marie-Luise Pfeifer, Staatliche Realschule Nabburg

Günter Trager, Staatliche Realschule Altötting

Bildrechte: Wolfgang Gobmeier (Autor)

Herausgeber:

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung

München 2009

Anschrift:

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung

Abteilung Realschule

Schellingstr. 155

80797 München

Tel.: 089 2170-2446

Fax: 089 2170-2813

Internet: www.isb.bayern.de

Hinweis:

Die Gliederung im Heft entspricht dem Lehrplan im Fach Werken und deckt alle prüfungsrelevanten Inhalte des Profulfaches ab.

Mit dem Heft kann im Unterricht gearbeitet werden, es eignet sich aber auch zum Nachholen, Wiederholen und Lernen zu Hause.



Dieses Zeichen findest du bei einigen Schemazeichnungen. Es bedeutet, dass die Zeichnung **prüfungsrelevant** ist. Diese Zeichnung musst du selbstständig anfertigen können.

Historische Beispiele bei Hausbau, Möbelbau und Geräten

„Ohne Holz hätten wir Menschen kein Feuer, müssten alle Speisen roh essen und im Winter erfrieren. Wir hätten keine Häuser, kein Glas, keine Metalle. Wir hätten weder Tische noch Türen, weder Sessel noch andere Hausgeräte.“ So schreibt sinngemäß der Schriftsteller Helmhard von Hohberg im Jahr 1682.



Buchenholz wird auch als Brennholz sehr geschätzt.

Holz ist ein unverzichtbarer Bestandteil menschlicher Kultur und zählt bedingt durch die rasante technische Entwicklung der Fertigungsmethoden auch heute zu den modernsten und vielseitigsten Materialien überhaupt.

Die Menschheit verbraucht pro Jahr ca. 2500 Mio. m³ Holz. Das wäre ein Würfel mit einer Kantenlänge von 1300 m. Leider wird ein großer Teil des geschlagenen Holzes auch jetzt noch verbrannt. Fast die Hälfte davon wird nahe am Fällort verheizt. Nur 8% der gesamten Verbrauchsmenge (etwa 200 Millionen Kubikmeter) kommen in den Welthandel als **Nutzholz**.



Im Winter geschnittenens Holz wird vom Landwirt zum Transport ins Sägewerk aufgerichtet.

Massivholz früher:

Holz im Hausbau

Steinzeit-Behausungen, Pfahlbauten, Blockhäuser, Fachwerkbau (Mittelalter), Dachstühle, Fenster, Türen, Treppen, Fußböden, Tafelungen

Holz für Möbel

Truhen, Schränke, Betten, Stühle, Tische auch mit Hochglanzpolitur, Vergoldung, Intarsien, Schnitzereien

Holzgeräte und -werkzeuge

Rechen, Schaufeln, Hämmer, Leitern, Keile, Siebe, Körbe, Löffel (ursprünglich ganz aus Holz, später z. T. in Metall)

Holz in der Technik

Mühlen, Bergbau (Stützen)

Holz im Transportwesen

Karren, Kutschen, Schlitten, Schiffe, Brückenbau, Kisten

Holz für Musikinstrumente

Klarinette, Blockflöte, Xylophon, Klangkörper bei Violine, Laute, Gitarre, Klavier

Holz in der Bildhauerei

Ausstattung von Kirchen mit religiösen Schnitzereien, Heiligenfiguren

Holz als Energieträger

Holzkohleherstellung durch den Köhler, Kaminholz, Lokomotiven-, Kachelofen-, Küchenherdbefuerung

Massivholz heute:

beim Hausbau

Schalungen, Dachstühle, Fenster, Türen, Treppen, Balkone, Fußböden, Gartenhäuser, Wintergärten, Carports

im Möbelbau

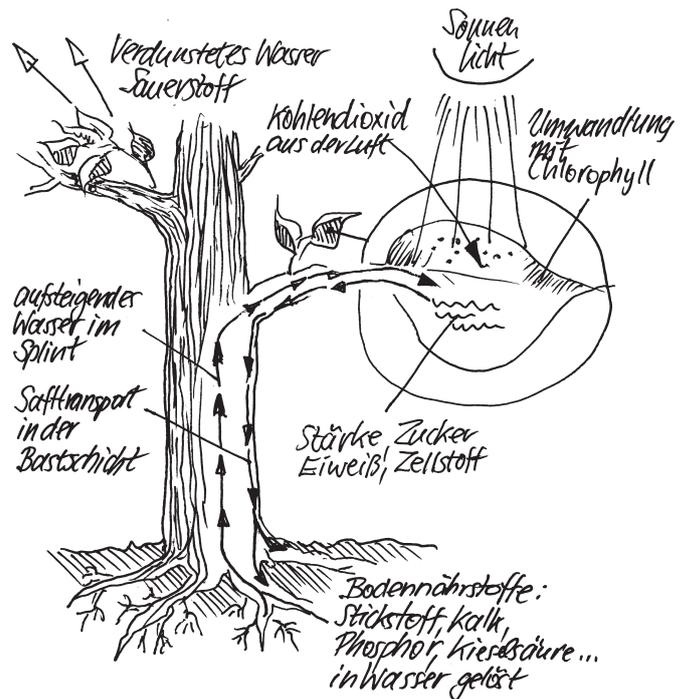
Schränke, Regale, Tische, Stühle, Betten, Möbel-Unterkonstruktionen, dekorative Küchenfronten

Holzwachstum und Ökologie

Holz ist ein nachwachsender Rohstoff. Es kann wieder restlos in den Öko-Kreislauf eingehen. Sonnenenergie und die Vorgänge in der Pflanze produzieren den Werkstoff Holz immer wieder neu.

Die nötige Zeit zur Regeneration ist bei verschiedenen Holzarten je nach Zuwachs unterschiedlich lang. Dies ist in der Forstwirtschaft zu beachten: Einschlag = Anpflanzung (Wiederaufforstung).

Die Tropenwälder bilden eine wichtige Rohstoffquelle und sind „Alleinlieferanten“ der Edelhölzer wie Teak, Mahagoni, Abachi u.v.m. Großflächiges Abholzen, um an die begehrten Hölzer zu kommen, stört das gesamte Ökosystem. Teilweise wird Holz aus Plantagen gewonnen, um die Zerstörung des Regenwaldes zu reduzieren.



Holzlagerung und Holztrocknung

Frischgeschnittenes Holz hat einen Feuchtigkeitsanteil von ca. 40% seines Volumens. Bei der Lagerung im Freien kommt es nach Jahren auf ca. 15%. Der Schreiner lässt es dann einige Zeit in der Werkstatt liegen und verarbeitet es etwa bei 10 - 12% Restfeuchte.

Erst beim Erhitzen auf über 100°C im Darrofen könnte man alles Wasser aus den Zellwänden des Holzes treiben. Nach kurzer Zeit würde das Holz die Feuchtigkeit allerdings wieder aufnehmen, bis ein Gleichgewicht zwischen Umgebungsluftfeuchte und Holzfeuchte eingetreten ist.

Schnittholz-Lagerung im Blockstapel

1. Windreichen Standort mit Windrichtung annähernd quer zur Stapel-Längsrichtung wählen
2. Stapelunterbau aus Sockelsteinen und Lagerhölzern im Abstand von ca. 1m eben anlegen
3. Schnittholz in Lagen mit dazwischen quer gelegten gleich dicken Stapellatten aufbauen
4. Stapellatten exakt senkrecht über den Lagerhölzern ausrichten
5. Stapel mit einem Schutz gegen Regen und Sonne abdecken



Akazienholz vor dem Aufrichten: Trocknungszeit ca. 1Jahr/cm Stärke

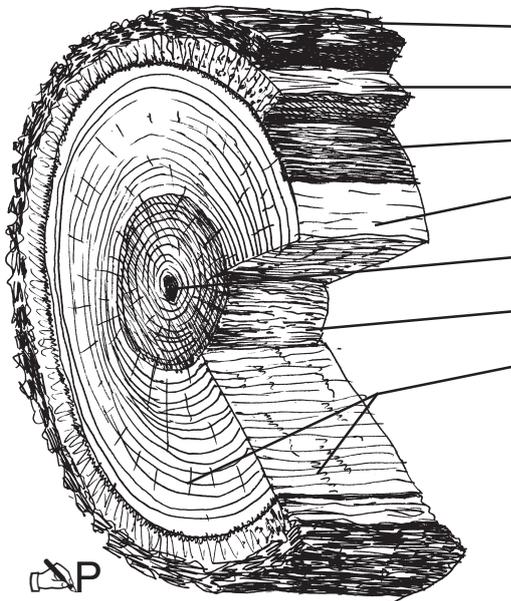


Besäumte Fichtenbretter für die Palettenherstellung im Blockstapel

Stammaufbau und Holzwachstum

AUFGABE

Lies den Text über den Aufbau eines Stamms aufmerksam durch. Benenne die einzelnen Bereiche sowie deren Aufgaben beim Holzwachstum!



Baumstamm im Querschnitt

Aussenrinde = Borke

Schutz vor Austrocknung und Verletzungen

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Der Stammquerschnitt zeigt nicht nur das **Alter** eines Baums: Breiter Jahresring = Frühjahr/Sommer feucht, warm, nährstoffreich
Schmaler Jahresring = lange trocken, kalt, wenig Nährstoffangebot
Ursache für stumpfe Zähne im Sägewerk sind manchmal im Holz eingeschlagene Splitter von Granaten aus dem 2. Weltkrieg oder eingewachsene (überwallte) Stahlnägel für eine Wäscheleine aus vergangenen Zeiten.

Zunächst fallen vor allem die **Jahresringe** auf. Sie sind nahezu konzentrische, abwechselnd hell und dunkel gefärbte Ringe. Die Schichten werden vom Kambium im Laufe eines Jahres gebildet. Das **Frühholz** entsteht im Frühjahr und Sommer, es ist hell, hat dünnwandige und weiträumige Zellen und Gefäße. Das **Spätholz** entsteht im Herbst, es ist dunkler, hat dickwandige und engräumige Zellen und ist schmaler und härter als das Frühholz. Im Winter geschieht nahezu kein Wachstum. In Tropengebieten zeigt das Holzbild die Trocken- und Regenzeiten an.

Den inneren älteren Bereich des Stammes bezeichnet man als **Kern**. Kernholz ist besonders kompakt und haltbar, in den Poren sind statt Wasser Ablagerungen wie Harz, Gerbstoffe, Wachs, Fett und Farbstoffe. In diesem toten Holz findet kein Safttransport mehr statt. Es schwindet daher beim Trocknen etwas weniger. Für den Nutzer ist das Kernholz deshalb meist das wertvollste Holz am Baum. Manche Kernholzbäume zeigen einen sehr auffälligen dunkelbraunen Kern gegenüber einem fast weißen Splintholz (z. B. Esche). Es gibt sog. **Reifholzbäume**, bei denen das Kernholz optisch nicht auffällt und nur an seiner geringeren Feuchtigkeit erkennbar ist (z. B. Fichte, Tanne).

Den ringförmig um den Kern liegenden, noch am Wachstum beteiligten Bereich an Jahresringen bezeichnet man als **Splint**. In den Gefäßen des Splint-

holzes werden Wasser und die darin gelösten Nährstoffe stammaufwärts bis in die Zweige und Blätter geleitet. Splintholz schwindet beim Trocknen stärker. Außen wird der Stamm durch eine Innenrinde, den **Bast** und eine Außenrinde, die **Borke** umgeben. Die Außenrinde besteht aus toten Zellen und schützt den Baum vor Austrocknen und vor Verletzungen. Der Bast verteilt den absteigenden Pflanzensaft (Stärke, Zucker, Eiweiß) von den Blättern zur gesamten Kambium-Schicht.

Das **Kambium**, die hauchdünne Wachstumsschicht überzieht den Baum von den Zweigen bis zu den Wurzeln: Hier werden aus den Nährstoffen nach innen hin Holzzellen für das Wachstum des Stammes gebildet und zur Aussenseite weitere Bastzellen für das Wachstum der Rinde.

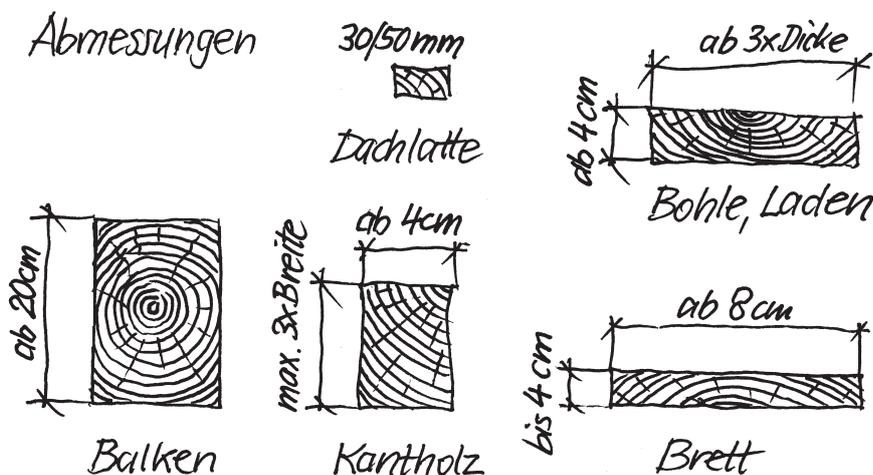
Die Mitte des Stammes nennt man **Markröhre**: Diese Röhre ist gefüllt mit weichen, abgestorbenen Stützzellen des ehemaligen Schösslings oder der Triebe. Beim mittleren Brett (Herzbrett) wird diese Markröhre samt ca. 3 cm breitem Umfeld wegen der extrem starken Rissbildung herausgetrennt.

Deutlich sichtbar sind im Stammquerschnitt bei Laubholzern die **Markstrahlen**: Sie zeigen wie die Speichen eines Rades vom Mark nach außen (radial). Sie dienen dem Transport und der Speicherung von Aufbaustoffen. Beim Eichenholz nennt man sie wegen ihrer dekorativ schillernden Wirkung im Holzbild „Spiegel“.

Handelsformen von Massivholz

Nach dem Einschlag werden die Stämme entastet und abgelängt. Der Querschnitt des jeweiligen Stammabschnitts wird vermessen, der entsprechenden Holzklasse zugeteilt und für den Verkauf signiert. Dann erfolgt der Transport zum Holzammelplatz („Rücken“). Schwaches Gipfelholz wird gerne der Herstellung von Nut- und Federbrettern zugeführt. Im Sägewerk wird bestimmt, wie man das Rundholz für eine möglichst hohe Schnittausbeute auftrennt. Dazu wird für jeden Stamm ein Einschnittplan (Abfolge der waagrecht und senkrecht Schnitte) aufgestellt, der den Querschnitt so nutzt, dass möglichst wenig Abfall entsteht. Beispiel: In der Kernzone **Balken**, dann **Laden** und am äußeren Rand einige dünnere **Schalbretter**. Ein astfreier Erdstamm (unterster Abschnitt) wird z. B. gerne für bruch sichere Dachlatten verwendet.

Die Stämme werden aufgetrennt zu Bohlen, Brettern, Balken, Kanthölzern, Latten, Leisten. Diese Produkte gibt es in verschiedenen Abmessungen und Querschnitten gehobelt oder sägerau. Hochwertiges Schnittholz mit natürlicher Baumkante (unbesäumt) wird als **Blockware** bezeichnet.



Schnittholz (sägerau):
 Dachkonstruktionen,
 Außenschalungen,
 Blockware, Verarbeitung zu:
 Brettschichtholz,
 Konstruktionsvollholz,
 Massivholzplatten,
 Hobelware, Profilholz
Rinde (Schwarte):
 Verbrennung, Mulch
Sägespäne, Sägemehl:
 Faserplattenindustrie
Hackgut: Papierindustrie,
 Verbrennung

Gattersäge beim Trennen des Stammes: Innen entstehen kerngetrennte Balken, dann eine Reihe hochwertiger Bretter, der Rest außen wird für Kanthölzer genutzt.

Geschichtlich sind Sägewerke etwa ab dem 4. Jh. überliefert. Angetrieben wurden sie früher meist durch ein Wasserrad, später auch mit Dampfmaschinen und heute mit großen Elektromotoren.

Ein modernes Sägewerk besteht aus den folgenden Prozesseinheiten:

1. Rundholzplatz
2. Rundholzsortieranlage
3. **Gattersäge** und **Blockbandsäge**
4. Schnittholzsortierung
5. Stapelanlage
6. Trockenkammer (ca. 12% Feuchte)

Beim Schnitt angefallene Späne eignen sich zum Beheizen der energie-fressenden Trocknungsanlage.



Eigenschaften und Verwendung heimischer Nadelholz- und Laubholzarten

- n Bei der Beurteilung von Holzarten betrachten wir zunächst die **äußeren Merkmale**:
Ist das Holz porig (z. T. nur unter der Lupe sichtbare kleine Löcher)? Sind Jahresringe erkennbar (Wie deutlich sieht man Früh- und Spätholz)? Wie ist die Färbung (eher rötlich, gelblich, bräunlich)? Ist das Holzbild grob oder fein? Sind die Holzfasern kurz oder lang? Sind Markstrahlen sichtbar?
- n Darauf beruhen viele ihrer **technischen Eigenschaften (physikalisch, mechanisch)**:
Gewicht, Härte, Inhaltsstoffe (stark harzhaltig, gerbstoffhaltig)
Verhalten beim Trocknen (starker/mäßiger Schwund, Neigung zur Rissbildung)
Stabilität bei verschiedenen Belastungen (Drehen, Durchbiegen, Spalten...)
Bearbeitbarkeit (Verhalten beim Sägen, Schleifen, erreichbare Oberflächenqualität)
Witterungsbeständigkeit (für Außen geeignet bzw. gut behandelbar mit Schutzmitteln)
- n Zusätzlich sind äußere Gegebenheiten wie Preis und Verfügbarkeit entscheidend bei der Wahl **einer bestimmten Holzart**. (z. B.: Was habe ich in meinem Holzlager vorrätig?)

Die **Esche** ist in Europa und Nordamerika ein sehr weit verbreiteter Baum mit großer wirtschaftlicher Bedeutung, einer Höhe von ca. 30 m und einen Stammdurchmesser von bis zu 1 m. Eschenholz ist fast weiß, beim ersten Schnitt blassrosa. Wachstumszonen und Kern zeichnen sich deutlich ab. Das Holz ringporige Holz hat meist einen geraden Faserlauf. Es ist schwer, langsam gewachsenes Holz ist wegen des großen Porenanteils etwas leichter

und weniger fest. Es trocknet schnell mit mäßigem Schwund. Esche ist fest und zäh, lässt sich leicht sägen und bearbeiten, auch biegen. Esche kann gut oberflächenbearbeitet werden, es ist nicht witterungsfest und deshalb ungeeignet für die Außenanwendung. Wegen seiner Elastizität und Zähigkeit wird es z. B. für Werkzeugstiele, Skier, Tennisschläger, Leitersprossen und wegen seines attraktiven Aussehens für Möbel und den Innenausbau verwendet.



Die **Linde** ist in den gemäßigten Zonen weit verbreitet und wird wegen ihres dekorativen Aussehens als Baum oft in Alleen oder Parks gepflanzt. Das Holz ist hell, fast weiß und dunkelt zu einem hellen Braun nach. Es hat einen geraden Faserverlauf und eine feine, einheitliche Struktur (Frühholz/Spätholz). Deshalb sind die Jahresringe kaum erkennbar. Es ist mittelschwer. Das Gewicht variiert stark. Es trocknet langsam und neigt dabei zum Verwerfen. Es ist kein festes Holz, getrocknet hat es ein mäßiges Stehvermögen (=Verhalten bei Feuchtewechseln). Linde lässt sich hervorragend bearbeiten und zählt zu den besten Schnitzhölzern. Es wird auch gern für kleine Geräte, Spielwaren, für Drechselarbeiten wie Spulen und im Klavier- und Orgelbau verwendet.



Die **Fichte** ist in Europa und Nordamerika weit verbreitet und nach der Kiefer das am häufigsten verwendete Nadelholz. Fichte ist fast weiß und glänzend, die Jahresringe sind gut erkennbar und unterschiedlich hart. Das Holz ist mittelschwer und etwas leichter als Kiefer. Es trocknet gut und schnell, lässt sich leicht bearbeiten und erhält eine schöne Oberfläche. Es wird auch als Furnier oder für Holzschliff genutzt und ist wegen seiner hellen Farbe von großer Bedeutung für die Zeitungspapierherstellung. Schnittholz wird für Bau- und Tischlerarbeiten verwendet. Von Natur aus ist Fichtenholz nicht fäulnisbeständig. Die gute Saugfähigkeit für Holzschutzimprägnierungen macht es dennoch zu einem beliebten Holz in der Außenanwendung.



AUFGABE 

*Erstelle eine Tabelle nach diesem Muster für die drei folgenden Holzarten!
Suche nach Bildern (Baum, Blatt, Holzbild) oder Furnierstücken und klebe sie ein!*

	Struktur des Holzes	techn. Eigenschaften	Verwendung
<p>Hartholz (z. B. Esche, Buche, Eiche) _____</p>			
<p>Weichholz (z. B. Linde, Pappel, Erle, Weide) _____</p>			
<p>Nadelholz (z. B. Fichte, Tanne, Kiefer, Lärche, Eibe) _____</p>			

Aufbau, Eigenschaften und Verwendung von Holzwerkstoffen am Beispiel von Sperrholz- bzw. Furnierplatten

Massivholz zeigt bei entsprechender Verarbeitung die ganze Schönheit der jeweiligen Holzart. Besonders bei gerundeten Oberflächen kommt die dreidimensionale Struktur der Jahresringe wirkungsvoll zur Geltung. Es ist in Richtung der Stammachse sehr druck- und zugbelastbar und kann z. B. als Regalbrett große Lasten tragen. Aus Massivholz können jedoch größere Flächen nur mit enormem handwerklichem Aufwand (Besäumen, Abrichten, Hobeln, Verleimen, Schleifen) hergestellt werden. Außerdem ist Massivholz quer zur Faser nicht sehr stabil. Bei Feuchtigkeitsänderungen wird es schmaler und breiter: **Es arbeitet**. Der Fachmann berücksichtigt das z. B. so: Eine Massivholztür wird aus einem Rahmen und mehreren eingenuteten Füllungen gebaut. Diese können in den Nuten des Rahmens arbeiten (breiter und schmaler werden), ohne dass sich dabei die auf den Türstock abgestimmten Außenabmessungen des Türrahmens ändern.

Handwerker verwenden für viele Arbeiten von der Holzindustrie hergestellte **Holzwerkstoffe**. Diese bestehen aus Furnierlagen oder Holzteilchen verschiedener Größe, die mit Bindemitteln und hohem Druck zu Platten heißverpresst und anschließend sauber auf Stärke geschliffen werden (Kalibrieren). **Sperrholz** besteht z. B. aus einer ungeraden Zahl jeweils um 90° versetzt übereinander geleimter Furnierlagen. Wird eine Mittellage mit zwei Decklagen „abgesperrt“, heißt es Dreischicht-Sperrholz. Damit ist in beiden Richtungen der Platte das Material Holz in seiner stabilsten Ausrichtung, also in Faserrichtung, vorhanden. Die weniger stabile Richtung quer zur Faser ordnet sich dem unter. Kommen noch zwei weitere Lagen dazu, spricht man von Fünfschicht-Sperrholz. Ab fünf Lagen und 13 mm Stärke ist es eine **Multiplex-Platte**.

Eigenschaften und Verwendung:

Maßhaltigkeit (kein Quellen und Schwinden in der Fläche), gleichmäßige Festigkeit auch bei geringster Materialstärke (z. B. dreilagiges Flugzeugsperrholz mit 1mm Stärke), kein Spalten beim Nageln in Randnähe, großformatige Plattenware (Standardmaß 125 x 250 cm)

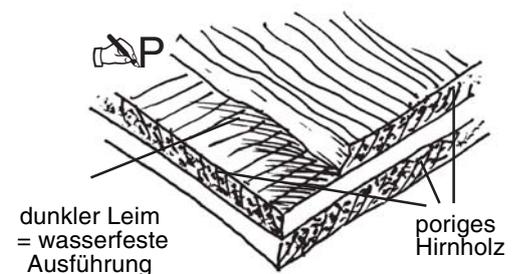
Sperrholz wird für Schrankrückwände, Gehäuse, Schubladenböden, Türfüllungen, Kinderspielzeug, Schutzverpackungen usw. verwendet.

Als **Formsperrholz** können gebogene und gewölbte Teile wie Sitzschalen und Skateboards gefertigt werden.

Als **Lagenholz** bezeichnet man die parallel orientierte Verleimung der Furnierschichten wie bei Bett-Federleisten oder Holz-Skiern, Gewehrschäften (eingefärbte Furniere).



Dreischicht-Sperrholz und wasserfest verleimte Multiplexplatte



Dreischicht-Sperrholz mit teilweise entfernter Decklage

AUFGABE

Zeichne ein Stück Sperrholz und eines aus Massivholz über Eck betrachtet so, dass der Unterschied im Aufbau klar wird.

____-Schicht-Sperrholz

Massivholz-Abschnitt

Die Funktion einer Säge



Zahnreihe der Feinsäge: Schwach auf Stoß



Zahnform an einem Bandsägeblatt



geschränkte Zahnreihe einer Feinsäge

Sägen sind **spanabhebende Trennwerkzeuge**. Sie bestehen meist aus einem Sägeblatt und einem Handgriff mit einer Halte- oder Spannvorrichtung. **Sägeblätter** bestehen aus gehärtetem Werkzeugstahl, sie haben geschärfte Sägezähne. Diese sind je nach Art der Säge unterschiedlich geformt.

Die Sägearbeit erfolgt „auf Stoß“ oder „auf Zug“. Arbeitet die Säge auf Stoß erfolgt die Schnittbewegung vom Körper weg. Das ermöglicht kraftvolles und dauerhaftes Arbeiten. Damit das Blatt dabei nicht ausknickt benötigt man ein steifes, also dickes Sägeblatt (z. B. beim Fuchsschwanz). Das bedeutet wegen des breiteren Sägespalts auch mehr Zerspanungsarbeit. Verwendet man hingegen dünne Sägeblätter müssen diese durch einen Bogen straff gespannt werden, damit sie gerade bleiben und im Schnitt nicht verlaufen. Eine typische Säge, die auf Zug arbeitet, ist die **Laubsäge**. Die Zähne des Laubsägeblatts müssen für die Arbeitsbewegung nach unten auch nach unten zeigen. Die Spannkraft des Bogens hält das Blatt stramm und ermöglicht die Rückholbewegung des Sägeblatts nach oben.

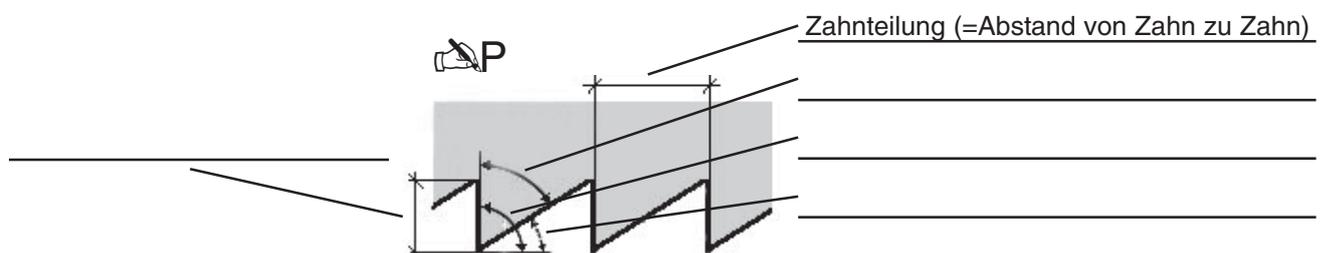
Der **Schnittwinkel** entscheidet über den Kraftaufwand und die Sägewirkung:

- **Stark auf Stoß: Schnittwinkel** (Zahnbrust zu Materialoberfläche) bis 90°
sehr großer Kraftaufwand und rascher Sägefortschritt
raue Schnittfläche und Ausrisse wegen aggressiv eindringender Zähne,
nur für Schnitte längs zur Faser
- **Schwach auf Stoß: Schnittwinkel** ab 90° ,
Kraftaufwand und Sägewirkung mäßig,
für Schnitte längs und quer zur Faser
- **Auf Stoß und Zug: Schnittwinkel** = 120° , Keilwinkel = 60° ,
Kraftaufwand bei Stoß- und Zugbewegung gleich,
feiner, ausrissarmer Schnitt, für Schnitte quer zur Faser

Der **Keilwinkel** ist der Winkel, den der Zahnkörper einnimmt, also der Winkel zwischen **Zahnbrust** und **Zahnrück**. Je größer der **Freiwinkel** (Zahnrück zur Schnittgutoberfläche) um so leichter dringt die Schneide in das Material ein. Der Freiwinkel bestimmt auch die **Zahnhöhe** und damit die Größe des **Spanraums** zum Abführen des Sägemehls. Damit der Sägeschnitt nicht im Material klemmt und damit sich die Sägerichtung steuern lässt, sind die Zähne geschränkt, d. h. sie sind abwechselnd schräg nach außen gebogen, damit der Sägeschnitt breiter wird als die Blattstärke. Diese **Schränkweite** darf nicht mehr betragen als die doppelte Stärke des Sägeblatts, sonst hat die Säge keine gute Führung und die Zerspanungsarbeit nimmt unnötig zu. Das Schränken erfolgt mit der Schränkzange oder einem Schränkapparat.



Trage die nebenstehenden Begriffe in die Zeichnung ein und nenne die Auswirkungen auf den Sägevorgang.



Die Feinsäge

Die Feinsäge ist ein Sägewerkzeug zum geraden Trennen von Leisten und schmalen Brettchen längs und quer. Deshalb sind die Zähne schwach auf Stoß ausgelegt. Das sehr dünne Sägeblatt steckt in einer u-förmigen Rückenverstärkung, die zwar das Blatt stabilisiert aber die Schnitttiefe begrenzt. Dadurch ist es möglich, auf Stoß zu arbeiten, ohne dass das biegsame Sägeblatt zusammengestaucht wird. Die geringe Schnittbreite reduziert die erforderliche Zerspanungsarbeit auf ein Minimum. Auch wenn die feine Zahnung den Sägefortschritt verlangsamt - die glatte fast ausrissfreie Schnittfläche erfordert dafür um so weniger Nacharbeit. Geführt wird die Säge mit dem Heft, das von einer Hand umfasst wird.

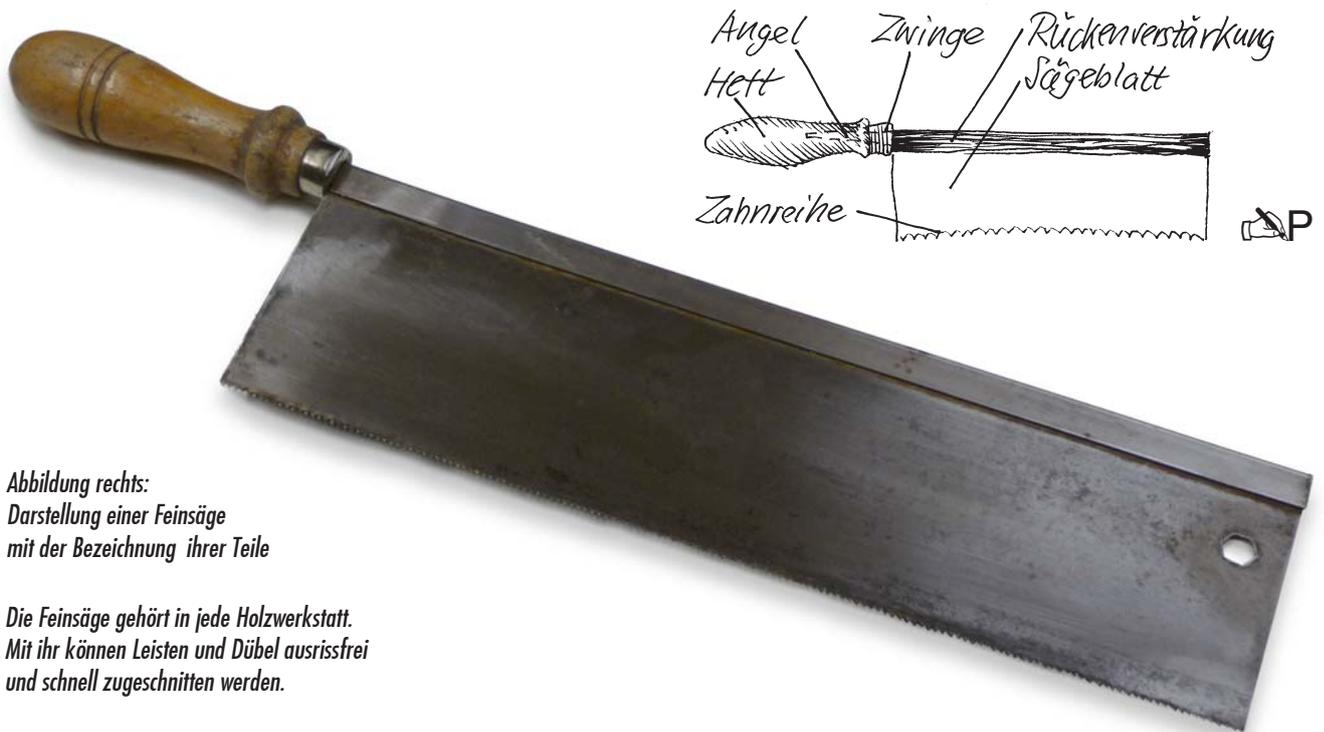


Abbildung rechts:
Darstellung einer Feinsäge
mit der Bezeichnung ihrer Teile

Die Feinsäge gehört in jede Holzwerkstatt.
Mit ihr können Leisten und Dübel ausrissfrei
und schnell zugeschnitten werden.

Bei der Bearbeitung muss das Werkstück fest in der Werkbank eingespannt sein. Die Spannflächen verlaufen immer quer zur Stoßrichtung der Säge. Der Schnittverlauf sollte möglichst senkrecht nach unten orientiert sein. Die Schwerkraft erleichtert so den Schnitt und die Körperhaltung ist dabei am natürlichsten. Der Sägende steht standfest vor der Arbeit und erreicht die Schnittbewegung gleichzeitig aus dem Arm und dem Oberkörper heraus. Beim Schnittbeginn sägt man langsam und schräg die Schnittstelle an. Gegen Schnittende arbeitet man besonders vorsichtig, um Materialausrisse und Handverletzungen zu vermeiden.



Fertige eine saubere Zeichnung jeweils von einer Laubsäge und einem Fuchschwanz aus dem Werkraum und beschrifte die Teile.



Hilfsmittel

Die **Gehrungslade** ist eine u-förmige Vorrichtung, in die eine Holzleiste eingelegt und in vorgeschrittenen Winkeln mit der Feinsäge abgelängt werden kann. Das Sägeblatt wird in den Schlitzen jeweils im Winkel von 90° oder rechts und links im Winkel von 45° geführt. Die Führungsschlitze verlaufen auch exakt senkrecht zur Unterlage und ermöglichen so den senkrechten Schnittverlauf.

Mit der Gehrungslade kann man genau und mühelos Bilderrahmenleisten zusägen. Der passgenaue Übergang einer profilierten Rahmenleiste in der 90° -Ecke erfolgt immer in der Winkelhalbierenden, also mit einem 45° -Gehrungsschnitt.

Das **Laubsägebrett** ist ein Auflagebrettchen aus Hartholz. Es ermöglicht beim Sägen eine großflächige Auflage ringförmig um die Sägezone herum für das meist dünne Sperrholz, ohne dabei die Hand beim Auf und Ab des Sägevorgangs zu behindern. Das Brettchen ragt deshalb mit Hilfe einer Einspannvorrichtung waagrecht aus dem Werkbankbereich heraus und ist am vorderen Ende v-förmig und kreisförmig ausgeschnitten. Man rückt beim Sägen mit dem Werkstück hin und wieder nach, um im kreisförmigen Freiraum zu bleiben. Vorsicht: Erreicht man das Brettchen bemerkt man es am zähen Arbeitsfortschritt.

Hilfsmittel zum Messen und Anzeichnen

Zum Anzeichnen von Schnittstellen, Bohrungen oder zum Aufzeichnen von Formen auf Holzoberflächen eignet sich ein weicher gut gespitzter **Bleistift**. Auf keinen Fall dürfen Filzstifte oder Füller verwendet werden, da sich der flüssige Farbstoff tief in die Fasern saugt und nur sehr schwer wieder entfernt werden kann. Der Stift sollte so weich sein, dass er keine Kerbe in das Holz drückt.

Ein **Stahlmaßstab** ist meist aus Edelstahl und ermöglicht das Antragen und Überprüfen von Maßen. Oft ist eine Seite für eine höhere Ablesegenauigkeit mit halben Millimetern eingeteilt. Beim Anzeichnen blickt man am Anfang und am Ende des Maßes immer im rechten Winkel auf die Werkstückoberfläche, weil so das ungenaue versetzte Anzeichnen der Markierungen verhindert wird.

Grundsätzlich gilt:
Wer einmal gelernt hat genau zu arbeiten,
wird es nie mehr verlernen.

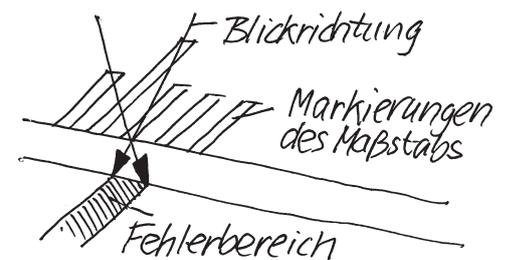
Rechte Winkel können mit jedem beliebigen Geo-Dreieck angezeichnet werden. Wesentlich komfortabler und genauer geht dies allerdings mit einem **Anschlagwinkel**. Er besteht aus einem hölzernen Anschlagsschenkel und einer dünnen Stahlzunge. Der dickere Holzschenkel wird einfach an eine bestehende gerade Materialkante angelegt. Die auf der Oberfläche aufliegende Zunge verläuft wie ein breiter Stahlmaßstab im rechten Winkel dazu. So lassen sich zügig rechte Winkel anzeichnen. Zur Überprüfung der Genauigkeit wird der Anschlagwinkel umgewendet und mit seinem Spiegelbild verglichen. Der Fehler erscheint jetzt doppelt so groß. Im Zweifelsfall wählt man ganz einfach den Mittelwert. Ein Winkel muss sorgfältig behandelt werden. Fehlstellungen sind mit bloßem Auge nicht erkennbar. Ein Winkel, der „lügt“, ist unbrauchbar.



Schneidlade mit zugehöriger Feinsäge (Tiefenanschlag)



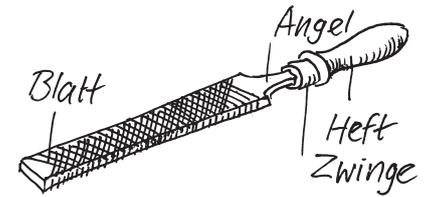
In die Werkbank eingespanntes Laubsägebrett



Anschlagwinkel mit Stahlzunge und Messingbeschlag

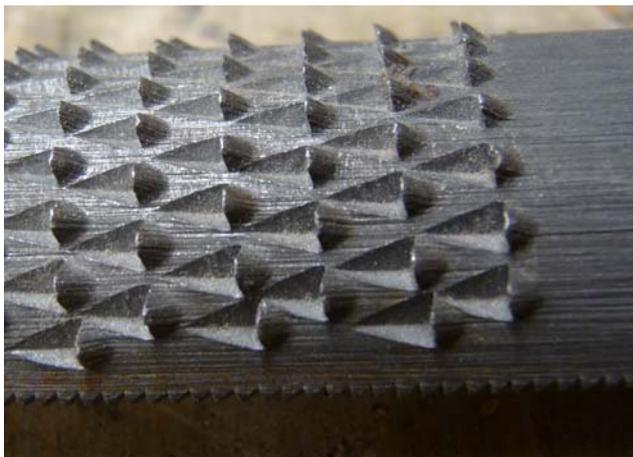
Raspel und Feile

Die Raspel mit ihren einzeln herausragenden Zähnen und die Feile mit ihren Zahnreihen dienen zur Formgebung und Nachbearbeitung von Holzteilen. Sie bestehen jeweils aus einem gehärteten **Blatt** mit **Angel** und einem **Heft**. Eine kleine Metallhülse, die **Zwinge** verhindert, dass sich das Heft spaltet. Raspel und Feile gehören zur Kategorie der **spanabhebenden und formgebenden Werkzeuge**.

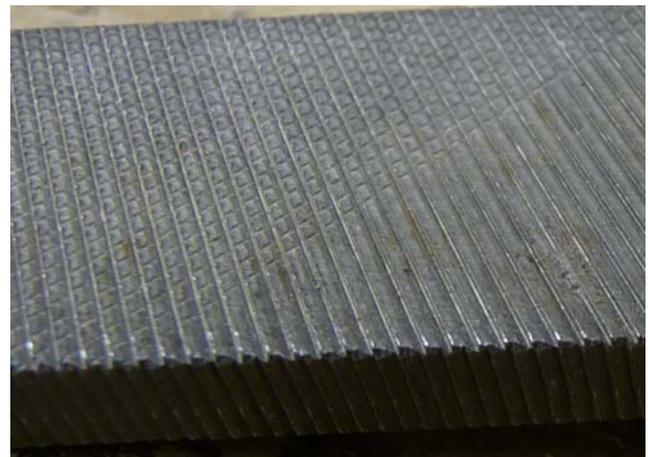


Die **Raspel** arbeitet zwar mit großem Fortschritt, sie hinterlässt aber eine sehr raue Oberfläche. Ihre spitzen Zähne reißen vor allem bei der Arbeit gegen und quer zur Faser lange Späne aus dem Umfeld. Der Strich der Raspel erfolgt in Längsrichtung und ein wenig schräg, um eine gleichmäßige stufenlose Oberfläche zu erreichen. Der große Zahnabstand führt manchmal dazu, dass die nachfolgenden Zähne ohne Versatz auf die Furchen der vorausgegangenen Zähne treffen. Dann entsteht ein deutliches Rillennmuster. Sobald die Zähne im Gegenlicht glänzen sind sie stumpf. Raspeln und Feilen gibt es in unterschiedlichen Querschnitten: Flach, halbrund, rund.

Mit der **Feile** werden die Spuren der Raspel geglättet. Das Feilenblatt erhält bei der Herstellung den sog. **Hieb**, das sind eingeschlagene parallele Rillen, an deren Oberkanten sich scharfe Schneiden bilden. Damit beim Feilen, v. a. von Metallwerkstoffen, keine nadelförmigen Späne, sondern Brösel entstehen, erhalten die meisten Feilen einen zweiten in der Richtung versetzten Hieb, den **Kreuzhieb**. Danach erfolgt das Härten des Feilenblatts, damit die Schärfe möglichst lange anhält. Die Werkzeuge werden bei der Arbeit so abgelegt, dass sie nicht aufeinander liegen. Mit **Feilenbürsten** (Stahlbürsten mit sehr kurzen Borsten) erfolgt die Reinigung parallel zum Hieb.



Halbrundraspel

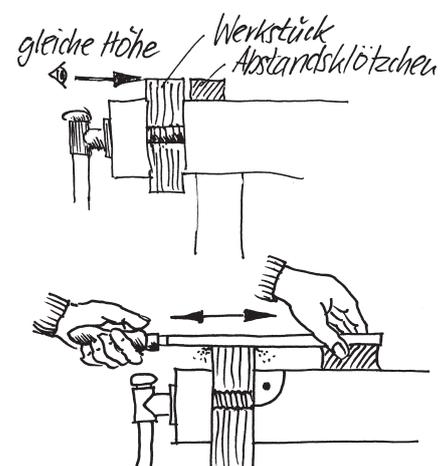


Flachfeile mit Kreuzhieb

Handhabung: Das Feilenheft darf weder beschädigt noch locker sein. Lose Hefte werden auf einen festen Untergrund aufgestoßen oder mit einem Holzhammer festgeklopft.

Beim Raspeln sollte das Werkstück fest in der Werkbank oder im Metallschraubstock eingespannt sein. Eine Hand führt das Werkzeug am Heft. Die Finger der anderen Hand liegen auf dem Blatt, regeln den gleichmäßigen Druck der Feile oder Raspel auf dem Werkstück und dienen als weitere Führungshilfe. Man arbeitet mit sicherem Stand auf „Stoß“. Das Entfernen von Material erfolgt bei der Vorwärtsbewegung und nach Möglichkeit mit oder schräg zur Faser.

Trick: Will man eine gleichmäßige Abrundung der Kanten erreichen, werden alle zunächst mit einer 45°-Fase versehen, deren Breite mit dem Auge gut zu kontrollieren ist. Erst wenn die Kanten so vorbereitet sind, wird gerundet. Im abgerundeten Zustand kann das Auge nur noch sehr schwer wahrnehmen, wie gleichmäßig der Rundungsradius ist.



Trick für das exakte Planfeilen rauer Schnittflächen

Bohrer und Bohrmaschine

Ein **Spiralbohrer** ist ein rotierendes Werkzeug zur Herstellung runder Löcher. Er ist meist aus HSS-Stahl (Hochleistungs-Schnellschnitt-Stahl) und eigentlich für das Bohren von Metall gedacht. Er kann auch für Bohrungen in Holz verwendet werden.

Der Bohrvorgang ist ein Fertigungsverfahren - genauer ein Trennverfahren, bei dem mit Hilfe zweier Schneiden an der Stirnseite aus dem zu bearbeitenden Material je ein Span abgenommen wird. Die Bohrspäne werden in wendelförmigen Nuten aus dem entstandenen Bohrloch heraus geleitet und brechen ab einer bestimmten Länge selbstständig ab. Die Spanabfuhr ist sehr wichtig, da bei verstopften Spannuten im Bohrloch große Reibungswärme entsteht und das Holz verbrennt. Das Ende des Bohrers ist zylindrisch zum Einspannen im **Bohrfutter** der **Bohrmaschine**.

Der **Holz-Spiralbohrer** ist mit einer Zentrierspitze ausgestattet und mit einer Schneidenform, die zuerst die Späne vom Bohrungsrand trennt und sie dann erst austräumt. So werden die Ränder sehr sauber. Dieser Bohrer ist allerdings schwieriger zu schärfen als ein normaler Spiralbohrer. Ob ein Bohrer scharf ist erkennt man gut an der Qualität der Späne.



Spiralbohrer, Holzbohrer und Forstnerbohrer

Der **Bohrschraubstock** liegt mit seiner planen Unterseite auf dem Bohrtisch auf. Seine Spannbacken erlauben es, kleinere Werkstücke genau waagrecht, senkrecht oder in einem bestimmten Winkel einzuspannen und sie so gefahrlos zu bohren. Es empfiehlt sich, eine Auswahl verschieden breiter Unterleg-Leisten neben der Bohrmaschine zu lagern. Eine passende Leiste legt man zwischen die Backen und das eingespannte Werkstück liegt dort auf.

Achtung: Das Anbohren von Bohrschraubstock oder Bohrtisch ist ein böses Foul!



Tischbohrmaschine mit Bohrschraubstock und bereitliegenden Bohrunterlagen

Die **Tischbohrmaschine** ist eine elektrisch betriebene Vorrichtung. Sie versetzt den im Bohrfutter eingespannten Bohrer in einer genau vorgegebenen Achsrichtung in Rotation. Entlang dieser Drehachse erfolgt der manuelle Vorschub ins Material mit Hilfe eines Drehkreuzes oder eines Hebels. Die **Bohrtiefe** wird durch das Verstellen des **Bohrtisches** eingestellt. Für Serienbohrungen kann sie mit einem Anschlag begrenzt werden. Es gilt folgende Faustregel:

Kleiner Bohrer, große Drehzahl,
großer Bohrer, kleine Drehzahl.

Man unterscheidet Sacklöcher und Durchgangslöcher. Die Anfertigung von Durchgangsbohrungen erfordert immer eine **Bohrunterlage** aus Abfallholz, um das Ausbrechen der Bohrungsänder auf der Unterseite zu verhindern. Bohrungen werden immer mit einem Achsenkreuz angezeichnet. Der Schnittpunkt wird mit einem Vorstecher markiert. So kann man besser die Bohrstelle treffen und an Hand der überstehenden Achsenlinien ihre Position überprüfen.

Je nach Aufgabe stehen eine Reihe von Bohrertypen zur Auswahl: Spiralbohrer, Holz-Spiralbohrer mit Zentrierspitze, Forstnerbohrer, Senker.

AUFGABE

Trage in die vorgesehenen Felder zutreffende Anweisungen für die sicherheitsbewusste Herstellung einer präzisen Durchgangsbohrung ein.

AUFGABE

Formuliere Arbeitsregeln für die effektive, sichere und schonende Verwendung von Feilen und Raspeln.

Schleifmittel

Schleifpapier, auch als Sand- oder Schmirgelpapier bezeichnet, ist ein Hilfsmittel für die Oberflächenbearbeitung. Es wird verwendet, um raue Oberflächen zu glätten oder um Kanten zu brechen. Damit erhalten Oberflächen ihre letzte Glätte und Feinheit. Es ist nicht für einen größeren Materialabtrag geeignet. Sinnvolle Bearbeitungsreihenfolge: Sägen, Raspeln, Feilen, Schleifen.

Schleifleinen wird wie Schleifpapier verwendet, allerdings ist hier das Trägermaterial nicht Papier, sondern Gewebe. Es ist um ein Vielfaches stärker mechanisch belastbar. Damit ist auch maschinelles Schleifen möglich, z. B. mit einem elektrischen Bandschleifer.



Schematische Schnittdarstellung von Schleifpapier

Die Schleifkörper sind meist Korundsplitter, die maschinell auf die noch feuchte Leimschicht des Trägermaterials aufgestreut werden. Für den Handschliff gekrümmter Oberflächen muß die ausgehärtete Leimung elastisch sein. Die Körnungsnummer entspricht der Maschenzahl eines genormten Siebgewebes auf einem Zoll Länge, durch welches das bezeichnete Korn gerade noch hindurchfällt, während es auf dem nächstengeren Sieb liegen bleibt. Es gilt: **Je höher die Zahl, umso feiner das Korn**. Beispiele: P80 = grob, P150 = mittel, P320 = fein. Geschliffen wird immer vom Groben zum Feinen. Der letzte Schliff erfolgt dann in Längsrichtung mit der Faser.

Da feine Faseranteile beim Schleifen mechanisch zusammengedrückt werden, stellen sich diese bei Befeuchtung mit Wasser und nachfolgendem Trocknen wieder auf. Die Oberfläche ist rau. Bei Arbeiten, die auch nach dem Befeuchten glatt bleiben müssen (z. B. nach dem Beizen mit Wasserbeize) wird mehrmals hinter einander gewässert, getrocknet und wieder geschliffen. Irgendwann stellt sich dann so gut wie nichts mehr auf.

Oberflächenbehandlung

Die Holzoberfläche weist unzählige feine Poren und Vertiefungen auf, in die schnell Schmutz eindringt. Deshalb ist es meist sinnvoll, diese mit einem Oberflächenschutz zu verschließen. Bei der Auswahl gilt: Optimaler Kompromiss aus Schutzbedürfnis und Natürlichkeit. Eine Lackschicht schützt zwar sehr gut, aber sie fühlt sich an wie Kunststoff.

Das **Einlassen mit Leinöl** (oder anderen Pflanzenölen) ist eine alte, gesundheitlich unbedenkliche Technik. Sie ist gut geeignet für Gegenstände, die mit Lebensmitteln in Berührung kommen.

Pflanzenöle dicken an der Luft beim Kontakt mit Sauerstoff langsam ein, sie verharzen. Der gleiche Vorgang vollzieht sich, wenn man Holz damit behandelt. Reines Pflanzenöl trocknet über einen Zeitraum von Monaten. Durch den Zusatz von Trockenstoffen (Sikkativen) wird der Vorgang etwa auf einen Tag verkürzt. Dieser **Firniss** genannte Oberflächenschutz verliert allerdings damit oft die gesundheitliche Unbedenklichkeit. Früher hatten Firnisse bleihaltige Trockenstoffe und waren deshalb giftig.

Nachteile: Die Oberfläche ist **nicht wasserbeständig**. Nach längerer Befeuchtung erscheint die wieder getrocknete Oberfläche heller. Der gerne verwendete Leinöl-Firniss „gilbt“, d. h. der Farbton wird gelblich.

Vorzüge: Das Ölen führt zu einer **atmungsaktiven** Oberfläche. Feuchtigkeit kann in geringen Mengen durch die offenporige elastische Schicht eindringen und wieder entweichen. Außerdem wird der Farbton des Holzes „angefeuert“, d. h. die Oberfläche wird transparent. Dadurch erscheint die Farbe satter, das Holz bekommt „Tiefe“. Weitere Vorzüge sind die leichte Reparaturmöglichkeit und die problemlose Nachbehandlung. Die Fühlbarkeit der natürlichen Holzoberfläche wird von Kennern sehr geschätzt.

Vorgehensweise: Der Firnis wird dünn mit einem Lappen aufgetragen. Reiner Leinölfirniss wird dazu entweder erwärmt oder zur Hälfte mit Terpentinöl verdünnt. Beides bewirkt, dass er tiefer eindringt. Überschuss wird mit einem trockenen Lappen abgerieben. Es sollte kein Film stehen bleiben. Wenn die geölte Oberfläche fest ist, kann sie mit feinem Schleifpapier nachbearbeitet werden. Der Vorgang kann beliebig oft wiederholt werden.

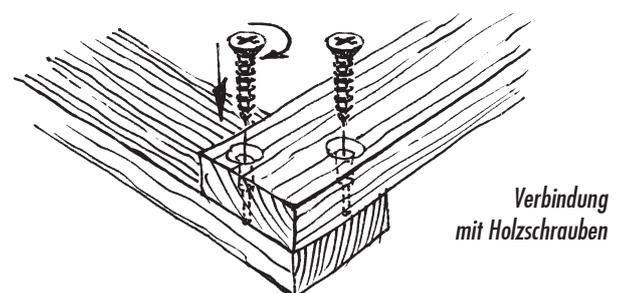
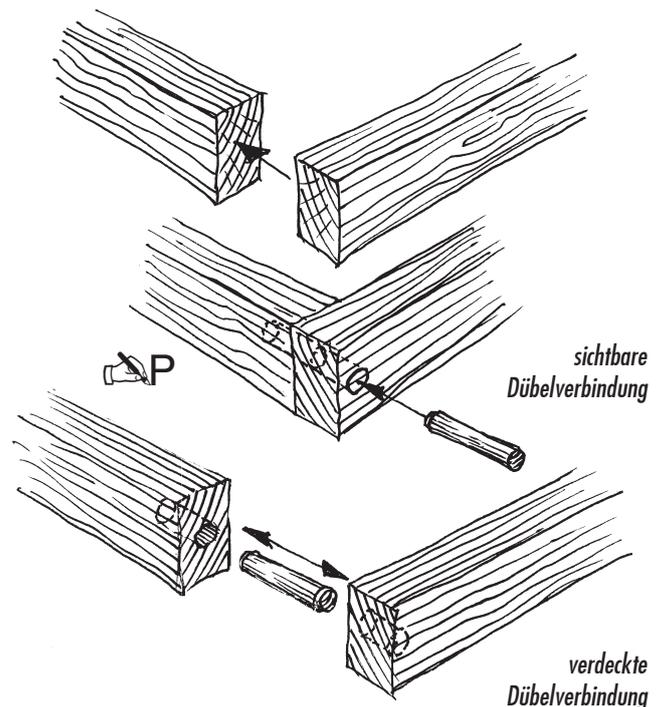
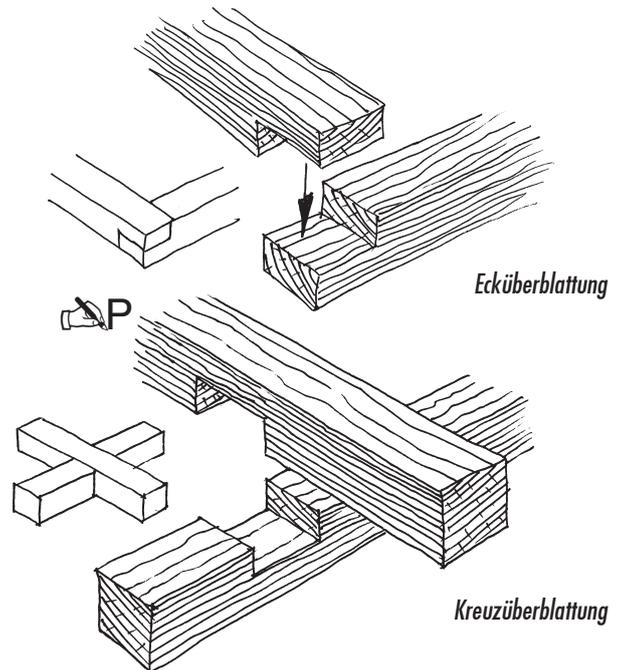
Achtung! Benetzte Lappen können sich selbst entzünden, deshalb vor dem Wegwerfen z. B. ins Wasser legen.

Fügen: Nicht lösbare und lösbare Holzverbindungen

Die **Kreuz- oder Ecküberblattung** ergibt sich, wenn von beiden zu verbindenden Holzteilen die Hälfte der Holzstärke genommen wird. Sie ist eine einfach herzustellende Holzverbindung für Rahmen oder Überkreuzungen, die verleimt und oft zusätzlich mit Stiften oder Schrauben gesichert wird. Durch die Verleimung entsteht eine nicht lösbare Holzverbindung, weil die Teile nur unter Inkaufnahme der Zerstörung von mindestens einem der Verbindungspartner gelöst werden kann. Wegen der kleinen Leimfläche und des halbierten Querschnitts ist die Stabilität eher gering.

Dübelverbindungen werden mit Hilfe von Rundhölzern = Dübeln hergestellt, die in Bohrlöchern sitzen und eine Überbrückung der zu verbindenden Teile darstellen. Die sichtbare Dübelung kann nach dem stumpfen Verleimen der Teile bequem und ohne Passprobleme bebohrt und verdübelt werden. Sie ist besonders einfach herzustellen. Die verdeckte Dübelung erfordert passgenaue Bohrungen oder die Anwendung einer Bohrschablone.

Die **Schraubverbindung** ist eine lösbare Verbindung. Am Schraubenkopf rastet der Schraubendreher oder der Bit des Akkuschaubers ein und treibt die Schraube ins Holz. Der Schaft zieht mit seinem Kopf das befestigte Teil zum Unterteil mittels eines Gewindes. Metall ist um ein Vielfaches stabiler als das Holz. Man erkennt eine Holzschraube deshalb an der größeren Steigung mit breiteren Zwischenräumen als das bei einem metrischen Gewinde aus dem Metallbereich der Fall ist. Das Oberteil wird immer im Nenndurchmesser durchbohrt, während das Unterteil zum Eindrehen des Gewindes im Durchmesser des Gewindekerns vorgebohrt wird. So wird sichergestellt, dass die Gewindegänge die Kräfte in ein möglichst großes Holzumfeld verteilen, ohne dass das Holz sich spaltet oder ausreißt. Eine Weiterentwicklung ist die Spanplattenschraube aus gehärtetem Stahl. Sie hat einem schlanken Schraubenkern mit tiefen Gewindegängen und verdrängt so beim Eindrehen nur wenig Material. Dadurch erübrigt sich in vielen Fällen das Vorbohren des Unterteils. Waren früher meist Schlitzschrauben üblich, kommen heute fast nur noch Kreuzschlitz- oder Torxschrauben zum Einsatz. Bekannte Schraubenkopf-Formen sind: Senkkopf, Rundkopf, Linsenkopf



Senkkopf-
Spanplattenschraube,
Linsenkopf-
Holzschraube und
Maschinenschraube
mit metrischem
Gewinde



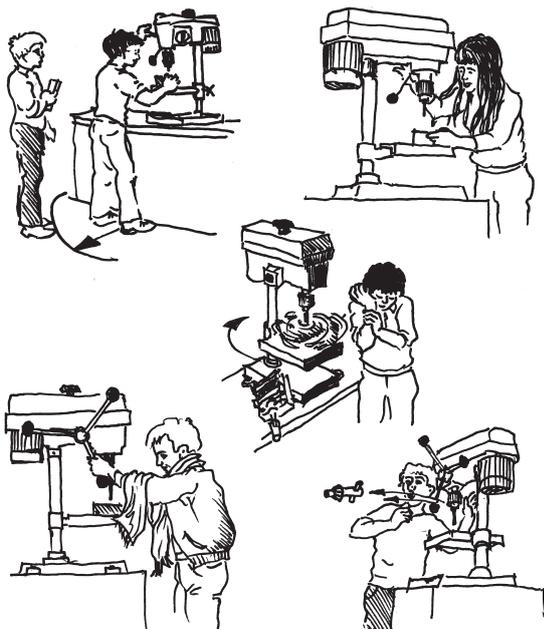
Vermeidung von Verletzungen, Unfallverhütung

Allgemeine Regel →	Ordnung am Arbeitsplatz: abrollgesicherte Ablage, Werkzeug sichtbar ablegen, Späne und Abfälle immer wieder entfernen.
Materialbedingte Gefahren →	<p>Holzlagerung: Bretter, Balken immer stabil lagern, gegen Umfallen sichern (ausreichend schräg anlehnen), volle Auflageflächen schaffen, keine Enden überstehen lassen.</p> <p>Splitter, Spreißel: bei sägerauen Hölzern (Lärche) mit Handschuhen arbeiten, abstehende grobe Splitter sofort entfernen.</p> <p>Reizung der Atemorgane: staubarmes Arbeiten beim Schleifen, evt. im Freien, notfalls mit Staubmaske bei reizenden Holzarten (Balsaholz) Arbeiten mit lösungsmittelhaltigen Materialien (Lack) nur bei guter Belüftung, im Freien oder mit Atemschutz ausführen.</p>
Werkzeugbedingte Gefahren →	<p>Schnittverletzungen: Werkstück sicher Einspannen, Schneiden immer scharf halten, auf feste Hefte achten, möglichst vom Körper weg arbeiten, immer beide Hände am Werkzeug, bei der Druckausübung durch die Führungshand den Handballen der Haltehand am Werkstück abstützen.</p> <p>Blasen vermeiden: vollflächiger Kontakt der Hand mit den Werkzeugen (keine Punktbelastung).</p>

AUFGABE

Informiere dich über weitere Verletzungsgefahren und fertige ein Plakat an mit **Tipps und Tricks** zur Vermeidung von Unfallgefahren im Umgang mit Holz und Holzbearbeitungswerkzeugen.

Umgang mit der Ständerbohrmaschine →



Arbeitsschritte zur Vorbereitung:

- Schmuck, Ringe, Armbanduhren usw. ablegen.
- Eng anliegende Kleidung (Ärmel!) tragen.
- Bei langen Haaren nur mit Mütze, Kappe oder Haarnetz arbeiten.
- Beim Bohren keine Handschuhe tragen.
- Bohrer bis zum Anschlag ins Bohrfutter schieben und gerade und fest einspannen.
- Den Bohrfutterschlüssel sofort abziehen.
- Die eingestellte Drehzahl überprüfen.
- Probelauf: den Bohrer auf Rundlauf prüfen.

Beim Bohren beachten:

- Werkstücke auf den Maschinentisch auflegen und gegen Mitdrehen sichern.
- Kleine Werkstücke im Maschinenschraubstock einspannen.
- Als Gefahrenbereich um die Maschine ist ein Radius von 1,5 m zu empfehlen.

AUFGABE

Verbinde mit Hilfe von Bleistiftlinien die passenden Regeln mit den nebenstehenden Abbildungen!

Form und Funktionszusammenhang

Der Form-Funktions-Zusammenhang ist bei der Beurteilung von vorgegebenen handwerklichen und industriellen Produkten ebenso gültig wie bei Schülerarbeiten. Auch wenn bei Werkarbeiten im Unterricht der größte Teil der Entwurfsarbeit von der Lehrkraft durch die Vorgaben in der Aufgabenstellung geleistet wird, ist es für den Ausführenden wichtig, die Qualitätsmerkmale des Entwurfes zu erkennen und sie zu verstehen.

Der Begriff „**form follows function**“ (Die Form folgt aus der Funktion) ist ein Gestaltungsleitsatz aus Design und Architektur. Die Form, die Gestaltung von Dingen soll sich dabei aus ihrer Funktion, ihrem Nutzungszweck ableiten. Und umgekehrt kann man aus der Form auch auf eine Funktion schließen. Dieser Gestaltungsgrundsatz wurde in Deutschland im **Bauhaus** im Jahr 1919 erstmals angewandt. Das Bauhaus war eine neuartige Kunstschule, die Handwerk und Kunst zu einer Einheit zusammenführte. Sie war eine Reaktion auf überladene Ornamentik und verzichtete auf jeglichen aufgesetzten Schmuck vergangener Epochen. Ihre Grundsätze gelten bis heute bei der Gestaltung industrieller Produkte (Design), im grafischen Bereich und in der Architektur.

Designer, Lehrer, Schüler, Käufer, spätere Benutzer, alle stehen vor denselben Fragen:

- Funktionskriterien:** Entsprechen die konstruktiven Merkmale (Abmessungen, Querschnitte, Verbindungstechnik, Werkstoff, Oberflächenbehandlung) den jeweiligen Anforderungen hinsichtlich **Festigkeit, Handlichkeit** (Ergonomie), **Gewicht, Beständigkeit**?
Funktioniert das Objekt **seiner Bestimmung gemäß, gefahrlos und dauerhaft**?
- Gestaltungskriterien:** Sind klare **Form/en**, wirksame, spannungsreiche **Kontraste** und **Proportionen** erkennbar?
Wurde ein Gestaltungsspielraum angemessen genutzt?
Ist die **Gesamterscheinung** (Zusammenspiel von Material, Oberfläche, Farbe) ansprechend?

Qualität der Bearbeitung

Jedes Produkt - handwerklich oder industriell gefertigt - lässt sich (vom Zuschnitt, der Formgebung, der Füge-technik und der Oberflächenbehandlung) auf seine Bearbeitungsqualität bzw. auf Fehler hin beurteilen.

- Bearbeitungskriterien:** Wurden falls nötig angegebene **Maße** eingehalten?
Wurden **Rechtwinkeligkeit** und **Symmetrie** soweit erforderlich hergestellt?
- Erfolgte der saubere **Zuschnitt** der Teile ohne ausgefranste Kanten?
Sind versehentliche Einschnitte im stehengebliebenen Holz vorhanden?
Sind **Formen** sauber (ohne Höcker, Wellen, Stufen und Ausrisse) ausgearbeitet?
- Wie ist die **Passgenauigkeit** von Holzverbindungen?
Sind **Leimfugen** eng und gleichmäßig?
Sind bewegliche Teile **leicht gängig** (Beispiel: Räder laufen auf den Achsen ohne zu klemmen)?
- Ist die **Oberfläche** sauber bearbeitet?
Gibt es Druckstellen vom Einspannen?
Sind Markierungen, Flecken und Leimüberschuss beseitigt?
Sieht man Riefen und Kratzer vorausgegangener größerer Arbeitsgänge?
Sind Kanten gleichmäßig (Kantenrundung oder Fase) bearbeitet?

Je nach Aufgabenstellung wird eine zum jeweiligen Thema passende Auswahl dieser Punkte bei der Aufgabenstellung, der Besprechung und der Bewertung der Arbeitsergebnisse im Unterricht herangezogen. Handwerkliche und industriell gefertigte Gebrauchsgegenstände unterliegen im Wesentlichen den gleichen Kriterien.