



HOLZ

Jahrgangsstufe 10

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

Erarbeitet im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus

Leitung des Arbeitskreises

Elisabeth Mehrl, ISB

Mitglieder des Arbeitskreises:

Wolfgang Gobmeier, Staatliche Realschule Pfaffenhofen a. d. Ilm

Marie-Luise Pfeifer, Staatliche Realschule Nabburg

Günter Trager, Staatliche Realschule Altötting

Wolfgang Gobmeier ist Ansprechpartner für inhaltliche Fragen zu diesem Heft.

Bildrechte:

Wenn nicht anders abgegeben: Wolfgang Gobmeier (Autor)

Titelbild: Josef Rieger, Staatliche Realschule Pfaffenhofen a. d. Ilm

S. 3: alle Bilder von Pfeleiderer- AG

S. 4: oben: rollscrolls longboards, Mitte links: Fa. Inka-Paletten, unten: Fa. Tecnar

S. 8: oben rechts: Intorex, S.A., Barcelona; unten rechts: Fa. Tecger

Herausgeber:

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung

München 2012

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.

Die Entwicklung von Holzwerkstoffen

Im 20. Jh. sind die technischen Anforderungen an das Material gestiegen, es wurden neue Werkstoffe und verbesserte Herstellungsverfahren entwickelt. Die Verwendung von Vollholz wurde in vielen Bereichen durch „moderne“ Werkstoffe verdrängt. Seit den fünfziger Jahren werden z. B. hölzerne Eisenbahnschwellen und Telegrafmasten durch **Beton und Stahlbeton** ersetzt. **Kunststoffe** und **Metall** haben z. B. im Fensterbau, im Fußbodenbau, beim Möbelbau und bei Gebrauchsgegenständen dem Holz beträchtliche Anteile entzogen.

Auch im Bereich der Holznutzung wurden bahnbrechende Verfahren entwickelt, die für das traditionelle Material völlig neue Wege eröffneten: Im Vollholz sind die Fasern in Längsrichtung des Stammes ausgerichtet. Dieser Faserverbund wurde aufgelöst und neu angeordnet. Man konnte aus den Fasern oder Partikeln sog. **Holzwerkstoffe** herstellen. Damit standen Platten in bis dahin ungeahnter Vielfalt und Größe zur Verfügung. Hinzu kam, dass die Materialien kaum mehr „arbeiten“, wie man das vom Massivholz her kennt.

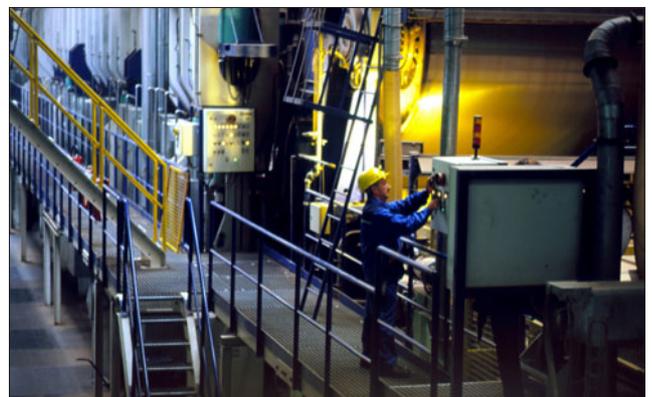
Ein typisches Beispiel eines modernen Holzwerkstoffs ist die **Spanplatte**. Sie wurde in den 1930er-Jahren von dem Deutschen Max Himmelheber erfunden, um den Nutzungsgrad von Bäumen - damals nur ca. 40 Prozent - zu steigern. Da für Spanplatten neben Klebstoff hauptsächlich Holzabfälle wie Hobelspäne, Sägemehl oder Äste verwendet werden, stieg die Verwertung im Laufe der Jahre auf aktuell rund 80%. Die heutige Möbelindustrie ist ohne Holzwerkstoffe undenkbar, da die erforderliche Menge an qualitativ hochwertigem Möbel-Massivholz in den gesuchten Holzarten gar nicht vorhanden wäre.

Als **Ausgangsmaterialien für Holzwerkstoffe** dienen aus Holz gewonnene Bretter, Furniere, Späne und Fasern. Je kleiner die verwendeten Partikel werden, um so geringer ist auch ihr Einfluss auf das Quellen und Schwinden des Werkstoffs. Furnierplatten z. B. werden direkt mit Leim beschichtet und verleimt. Bei Span- und Faserplatten wird die Masse aus Fasern und Leim zu Vliesen gestreut, verdichtet und unter Einwirkung von Wärme und Druck zu Platten verpresst. Sie werden danach in Kalibrierschleifmaschinen auf exakte Stärke geschliffen und besäumt. Die Platten können bereits im Werk beschichtet, strukturiert oder zu Kompositmaterial weiterverarbeitet werden.

Die Herstellung von Holzwerkstoffen ist heute in hohem Maße automatisiert. Eine moderne Produktionsanlage hat eine Tagesleistung von mehr als 3.000 Kubikmetern Plattenmaterial. Das entspricht dem Volumen eines Würfels von ca. 15 m Kantenlänge.



Ein mit Leim versetzter „Spänekuchen“ auf dem Weg zur beheizten Presse



Der Platten-Strang durchläuft langsam die 43 m lange Doppelbandpresse.



Platten beim Abkühlen im Kühlsternwender nach dem Pressen bei 250°C



Spanplattenmuster mit unterschiedlichen Beschichtungen und Strukturen

Der gegenwärtige Einsatz von Holzwerkstoffen

Die Haupteinsatzgebiete von Holzwerkstoffen sind die **Bau- und die Möbelindustrie**. Für Sperrholz gibt es eine breite Anwendungspalette als Baustoff. Holzfasertafeln werden insbesondere als Dämmstoffe eingesetzt. Die Möbelindustrie ist Hauptabnehmerin von Spanplatten. Ungefähr 50% der in Deutschland hergestellten Spanplatten werden zu Möbeln verarbeitet. Darüber hinaus finden Holzwerkstoffe auch im **Fahrzeugbau** und als **Verpackungsmaterial** Anwendung.



Longboard aus 11-lagigem 3D-Buchensperrholz (reddot award winner 2010)



Verpackungsmaterial: stapelbare Formpalette aus Spanholz



Fertighaus: vorgefertigte Wandelemente aus „Brettsperrholz“, 90 mm stark



Regalboden: eichefurnierte Spanplatte mit Umleimer an der Vorderkante



Küchenfront: hochglanzlackierte MDF-Platte mit rundgefrästen Kanten

Zukunftstechnologie

Der erste thermoplastische Holzwerkstoff wurde 1998 entwickelt. Lignin ist ein Hauptbestandteil von Holz, der als Abfall der Papierproduktion in großen Mengen zur Verfügung steht. Bei der Herstellung werden dem gereinigten braunen Ligninpulver Naturfasern wie Cellulose, Flachs oder Hanf sowie natürliche Additive beigemischt. Es entsteht ein Werkstoff, widerstandsfähiger als Massivholz. Er ist beliebig formbar und kann vielfach recycelt werden. Bei einem Druck von 1000 bar und einer Temperatur zwischen 110° und 170°C wird dieses „Flüssigholz“ **thermoplastisch**, es kann **extrudiert** oder in Formen **gespritzt** werden. Im Gegensatz zu anderen Kunststoffen ist er frei von Erdöl und völlig CO²-neutral. Anwendungsbeispiele dafür sind: Lautsprechergehäuse, Bestattungsurnen, Uhrengehäuse, Spielwaren, Knöpfe, Absätze, elektronische Leiterplatten.



Aktuell: rohes Gehäuse einer Armbanduhr aus dem thermoplastischen Holzwerkstoff „Arboform“ direkt aus der Spritzgussform

Vergleich von Massivholz und Holzwerkstoffen

Über Jahrhunderte stellten die Abmessungen natürlich gewachsener Bäume sowie die noch nicht entwickelten Verbindungstechniken eine gewisse Grenze für Bauvorhaben dar. Darüber hinaus musste der Handwerker dem Werkstoff Holz mit ausgeklügelten Bauweisen das materialtypische „Arbeiten“ ermöglichen, ohne dass die eigentliche Konstruktion darunter litt.

Die Entwicklung der modernen Holzwerkstoffe löste diese und viele weitere Probleme: Der hohe Vorfertigungsgrad, die Unabhängigkeit in Konstruktion und Gestaltung, das Ausbleiben von Beanstandungen wegen z. B. verzogener Tischplatten oder Türen waren für viele Handwerker eine willkommene Erleichterung.

Im Gegensatz zu früheren Zeiten hat der Kunde heute in vielen Bereichen die freie Wahl zwischen Massivholz und Holzwerkstoff. Beide Materialvarianten sind z. B. im Möbelbereich als hochwertige und als minderwertige Produkte auf dem Markt. Der aufgeklärte Käufer entscheidet in der Regel nach seinen ganz persönlichen **ästhetischen, ökologischen** und **wirtschaftlichen** Vorstellungen.



Schnittholz erfordert viele Arbeitsschritte bis zur eigentlichen Fertigung.



Platten in allen Varianten und Stärken fix und fertig für den Zuschnitt

AUFGABE

Ergänze die fehlenden Einträge bei der folgenden Gegenüberstellung.

Merkmale von Massivholz	Merkmale von Holzwerkstoffen
<ul style="list-style-type: none"> - nur in den natürlichen Abmessungen erhältlich - _____ - spezielle Holzarten nur begrenzt erhältlich - _____ - jedes Brett individuell verschieden - quer zur Faser relativ geringe Festigkeit - nur materialtypische Konstruktionen + einzigartige Ästhetik des Naturprodukts + _____ + stimmige Logik am Übergang von Brettfläche zu Brettkanten + für 3D-Formen besonders gut geeignet - viel Fachwissen und Erfahrung erforderlich + _____ + darf im Ofen zuhause verbrannt werden 	<ul style="list-style-type: none"> + _____ + fertige Flächen bereits preiswert vorgefertigt + _____ + maßhaltig = stand- und verzugsfest + _____ + _____ + großer konstruktiver Freiraum - rohe Oberfläche meist unästhetisch - Nachbearbeitung legt „Innenleben“ frei - _____ (bei Furnierung keine Hirnholzkanten) - _____ + automatisierbare Produktfertigung möglich - mit unnatürlichen Fremdstoffen versetzt - _____

Arten und Aufbau von Holzwerkstoffen

Was früher als Abfall verbrannt wurde, bildet heute in vielen Varianten den Ausgangsstoff für neue Werkstoffe. Furniere werden „am laufenden Band“ vom rotierenden Stamm geschält. Die Stämme werden dabei in Heißwasser gedämpft, um den Schnittprozess zu erleichtern. Die nachfolgende Auswahl an Holzwerkstoffen ist in ihrer Reihenfolge so sortiert, dass der Ausgangsstoff Holz immer stärker zerkleinert und wieder mit Leim zusammengesetzt wird.

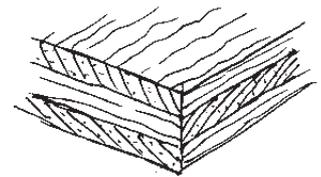


Die Dreischichtplatte

ist dickes Sperrholz aus bis zu 9 mm starken Brettschichten. Die Lagen sind kreuzweise wasserfest verleimt. Durch diese Anordnung bleibt das Holz dimensionsstabil. Weil alle Lagen aus der selben Holzart sind, ergeben sich sehr gute Schnittkanten. Sie sind erhältlich in vielen verschiedenen Holzarten.

Verwendung:

Tragende und aussteifende Wand-, Decken- und Dachbeplankungen, Möbel, Selbstbaumöbel: Für den Bau von „Naturholzmöbeln“ braucht der Heimwerker keine umfangreiche Maschinen-Ausstattung.

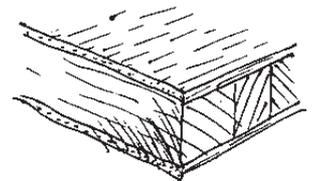


Die Tischlerplatte,

auch Stab- oder Stäbchensperrholz genannt, besteht aus zwei Decklagen und einer Mittelschicht aus Nadelholz-Stäben. Sie ist in Stabrichtung etwa so stabil wie Fichten-Vollholz und verzieht sich nicht. Allerdings sind Kantenumleimer und das Furnieren erforderlich. In den Anfängen der Möbel-Serienproduktion diente die Platte als stabiler und großflächiger Werkstoff, der neuartige Konstruktionen erlaubte. Bis heute wurde sie durch wesentlich preisgünstigere Plattenvarianten weitgehend abgelöst.

Verwendung:

Handwerklich hergestellte Möbel und Objekte, stabile und leichte Regalböden, Tüfelungen, Teile im Messe-, Schiffs-, oder Wohnwagenbau, Fertigparkett mit Nuttschicht aus Edelholz

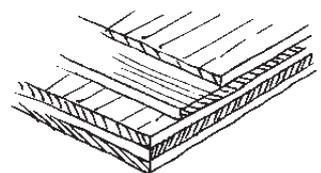


Die Furnierplatte (Sperrholz)

ist in technischer Hinsicht Vollholz deutlich überlegen. Sie ist längs und quer etwa gleich stabil, je nach verwendeter Holzart und wegen des hohen Leimanteils eher schwer, die Schnittkanten können vor allem bei der Multiplexplatte sichtbar bleiben.

Verwendung:

Rückwände für Schränke und Regale, Schubkastenböden, Architekturmodelle, Flugzeugteile, Arbeitsplatten für Werkbänke, Küchenarbeitsplatten, Betonschalungen, Verpackungsmaterial

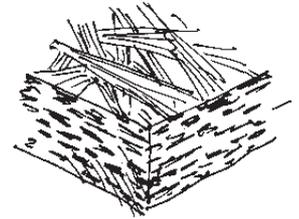




Die OSB-Platte

= **O**riented-**S**trand-**B**oard (wörtlich übersetzt: ausgerichtete Langspäne-Platte) wurde ursprünglich in den USA erfunden. Sie ist eine Spanplatte aus in Plattenebene ausgerichteten groben 10 - 20 cm langen Holzspänen. Durch die langen Späne ist sie so vielseitig und belastbar wie Sperrholz. Eine 15 mm starke OSB-Platte ist statisch tragfähig wie eine 22 mm starke Spanplatte, dafür aber wesentlich leichter. Wegen ihrer nicht glatten Oberfläche und der gewöhnungsbedürftigen Optik wird sie meist verdeckt verbaut.

Verwendung:
im Roh- und Innenausbau z. B. für die Dach- und Fußbodenbeplankung, im Möbelbau z. B. für Regale, Verpackungen, Kisten, Schalungstafeln beim Betonieren



Die Spanplatte

wurde in kurzer Zeit zum Klassiker. Im Fachhandel wird sie z. B. bezeichnet als **P2** = **P**article-**B**oard/Beanspruchungstyp **2**. Diese Alltagsplatte des Tischlers besteht mindestens aus drei Schichten: innen aus größeren und außen aus feineren und zugfesteren Spänen. Ihre Oberfläche ist so druckfest wie Eichenholz. Die Schnittkante wird wegen der erkennbaren offenen Hohlräume immer mit Umleimern abgedeckt. Ihre Bruchfestigkeit ist nicht sehr hoch, Verbindungselemente und Scharniere reißen leicht aus. Die Platte ist in sehr vielen Beschichtungen erhältlich und roh ausgesprochen preiswert.

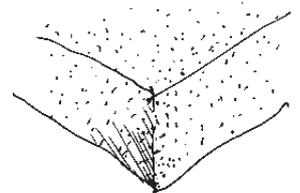
Verwendung:
Möbel-, Innenausbau, Trägermaterial für furnierte Möbel und Küchenarbeitsplatten, 3D-Formteile wie z. B. Paletten



Die MDF- und die HDF-Platte

Middle/**H**igh-**D**ensity-**F**ibreboard besteht aus haarfeinen, kaum erkennbaren Holzfasern und dem Klebstoff. Die feinen Fasern ergeben an den Schnitt- oder Fräskanten eine geschlossene, leicht samtige Oberfläche, die sich direkt zum Lackieren eignet. Die MDF-Platte ist geringfügig schwerer als eine Spanplatte, aber doppelt so steif, sehr bruchfest und federnd. Die HDF-Platte ist dichter, schwerer und stabiler.

Verwendung:
Möbel, gefräste Lack-Küchenfronten und Profile, z. B. Fußbodenleisten, MDF-Designermöbel, Laminatfußböden (HDF) beschichtet mit einer Oberfläche aus sehr abriebfesten, teils farbig bedruckten harzgetränkten Papierlagen



Handwerkliche und moderne maschinelle Fertigungsverfahren

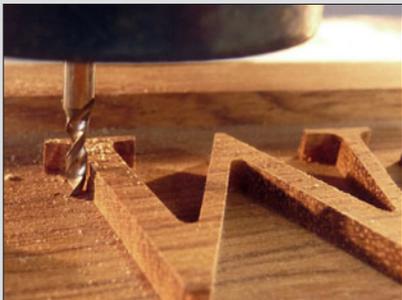
Im Bereich des holzbearbeitenden Handwerks kommt die ausschließliche Handarbeit heute kaum mehr vor. Aus Kostengründen und wegen der viel größeren Genauigkeit werden **Handmaschinen** und **stationäre Maschinen** eingesetzt. Statt mit Muskelarbeit wird die Zerspanungsleistung von einem Motor übernommen, während der Handwerker sich voll auf die Führung von Maschine oder Werkstück konzentrieren kann. Mit Hilfe von Anschlägen und Vorrichtungen lassen sich Zuschnitt und Serienfertigung vereinfachen und erleichtern. Wird ein Werkstück oder Projekt vor der eigentlichen praktischen Ausführung am Computer konstruiert, kann das Ergebnis am Bildschirm ohne Materialaufwand dreidimensional betrachtet, beurteilt und abgeändert werden.

CNC bedeutet „**C**omputerized **N**umerical **C**ontrol“, übersetzt „computerisierte numerische Steuerung“. Es ist eine Methode zur Steuerung und Regelung von Werkzeugmaschinen. Bei der CNC-Bearbeitung können die Bewegungen eines Werkzeugs oder des Werkstücks z. B. in den drei Raumrichtungen x, y, und z über eine Maschinensteuerung programmiert werden. Die Vorteile einer CNC-Steuerung liegen in der **Bearbeitungs- und Wiederholgenauigkeit**, der hohen **Oberflächengüte** und in der **schnellen Folge der Bearbeitungsschritte**. Durch die Möglichkeit, Bauteile als Datensätze abzuspeichern, können viele gleiche Teile in Serie produziert werden.

Die CNC-Fertigung



Kleine CNC-Portalfräse mit drei Achsen



Der Hartmetallfräser muss extrem scharf sein.



Taschenrechnergehäuse aus Apfelbaumholz mit zu vielen Details für die Herstellung von Hand

Beim **CNC-Bohren** werden Serienbohrungen z. B. für Beschläge, Dübel oder Verschraubungen in Möbelteile vorgenommen.

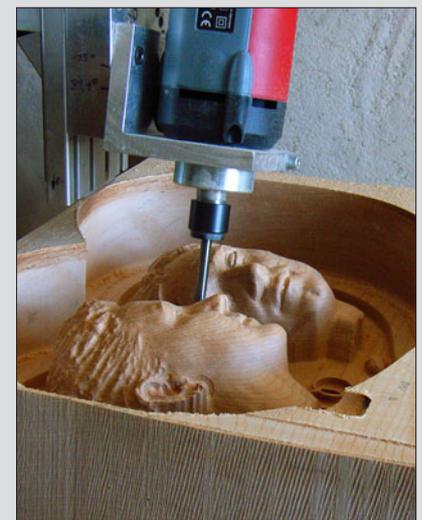
Beim **CNC-Gravieren** werden z. B. Schriften aus Massivholz oder aus Plattenmaterial linear herausgearbeitet. So entstehen Ausfräsungen an Treppenwangen, Firmenschilder, verzierte Schranktüren, usw.

Beim **CNC-Formfräsen** (Dekupieren) ist es möglich, Bauteile mit beliebig geformtem Umriss hochpräzise aus Plattenmaterial herauszufräsen. Beispiele sind Rippen für den Flugmodellbau und Kufen von Schaukelstühlen.

Beim **3D-Fräsen** entstehen beliebig geformte 3D-Oberflächen. Das Werkstück wird zunächst in vielen Schrupp-Bahnen mit dem Fräser abgefahren. Die letzte zeitraubende Sequenz von Schlicht-Bahnen liegt sehr viel enger neben einander. So werden Prototypen oder Modelle für Gussformen hergestellt. Auch historische Schnitzarbeiten werden mit Hilfe von erhaltenen Fragmenten nachkonstruiert und als „Ersatzteile“ gefräst.



CNC-Drehautomat für die Serienproduktion



Der Fräser zieht seine rechnergesteuerten Bahnen für ein Doppelportrait in 3D.

AUFGABE

Suche Bildbeispiele eines handgefertigten und eines maschinell hergestellten Möbelteils und vergleiche Details in der Ausarbeitung.

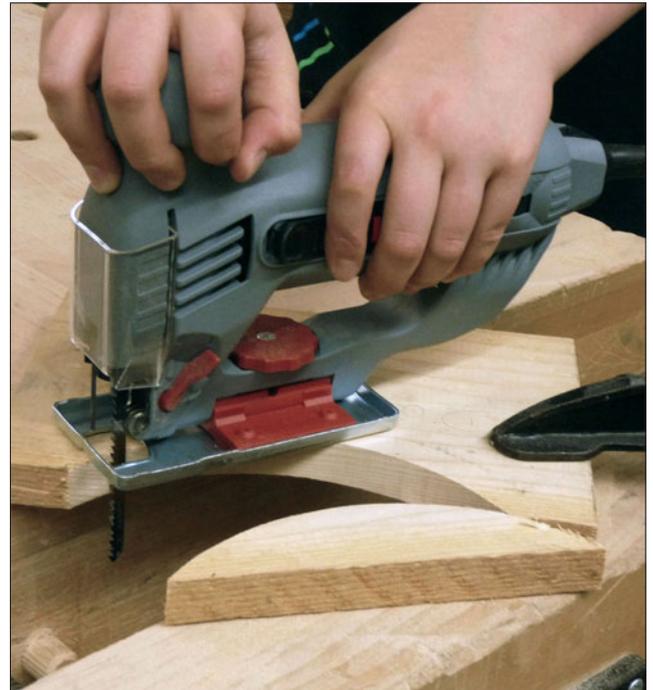
Trennen mit der elektrischen Stichsäge

Bei der elektrischen Stichsäge wird die Drehbewegung eines Motors in die Auf- und Ab-Bewegung eines Sägeblatts umgewandelt. Die Drehzahl lässt sich in der Regel stufenlos an das zu bearbeitende Material anpassen. Die Arbeit des Sägeblatts erfolgt umgekehrt zu der Arbeit mit der Laubsäge. Die Zähne des Sägeblatts zeigen also nach oben, d. h. zur Maschine hin. Mit einer Pendelhub-Einrichtung wird das Sägeblatt jedes Mal bei der Sägebewegung nach vorne ins Material geschwenkt und bei der Rückholbewegung leicht zurückgezogen. Damit steigt zwar der Arbeitsfortschritt (die Säge hat mehr Biss), doch der Ausriss an der Schnittkante nimmt deutlich zu.

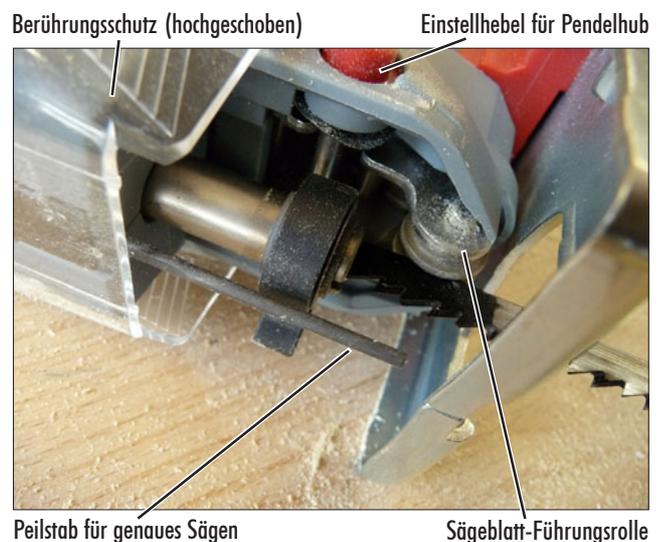
Die elektrische Stichsäge ist eine beliebte und leistungsfähige Kleinmaschine für den Heimwerker wie auch für den Profi. Sie kann für fast alle Schnitte eingesetzt werden, solange nicht die maximale Materialstärke überschritten wird. Ihre besondere Stärke liegt in der Ausführung von Kurvenschnitten.

Die Stichsäge erzeugt sehr starke Vibrationen. Deshalb werden Werkstücke, die nicht durch ihr Eigengewicht sicher liegen bleiben, mit Schraubzwingen auf der Werkbank fixiert. Die entscheidende Schwäche der Stichsäge ist die geringe Seitenstabilität des **einseitig eingespannten** Sägeblatts. Für eine Richtungskorrektur darf die Säge auf keinen Fall seitlich verschoben werden. Sie wird wie die Laubsäge während der Schnittbewegung in die neue Richtung gedreht.

Nur eine intakte Maschine genügt den **Sicherheitsvorschriften** und ermöglicht einen **gefahrlosen Betrieb**, führt zu einem zufriedenstellenden **Arbeitsfortschritt** und einem **guten Ergebnis**. Bei der Arbeit mit einem „handbetriebenen“ Werkzeug kann die Bewegung in Sekundenbruchteilen gestoppt werden. Eine motorgetriebene Maschine steht nach dem Ausschalten noch lange nicht still. Deshalb sind hier besonders große Vorsicht beim Betrieb und Umsicht bei der Vorbereitung der Arbeit geboten.



Die Stichsäge immer mit beiden Händen sicher führen



Checkliste Stichsäge

1. Maschine prüfen: Intaktes Kabel, festgezogene Fußplatte, passendes Sägeblatt
2. Sägeblatt nur bei ausgesteckter Maschine einspannen oder wechseln
3. Keine stumpfen, verbogenen oder durch Überhitzung verfärbten Sägeblätter verwenden
4. Kleinere Werkstücke mit Schraubzwingen auf der Auflage fixieren
5. Auf freien Bereich unter der Schnittzone achten
6. Netzkabel darf Schnittverlauf keinesfalls kreuzen
7. Sägeblatt erst nach dem Einschalten an das Material heranzuführen
8. Keine Hand vor der Maschine - Maschine beidhändig führen
9. Gerät erst nach dem Stillstand aus dem Werkstück heben und ablegen
10. Maschine ausstecken, säubern und in Koffer oder Schrank zurücklegen

Klassische feste Holzverbindungen

Stabilität und Festigkeit entstehen durch die Konstruktion selbst, d. h. die Form der ineinandergreifenden Teile. Der Leim dient nur der zusätzlichen Fixierung und Sicherung. Wird die Verbindung nur mit einem Holznagel statt mit Leim gesichert (abgedübelt), ist sie auch wieder lösbar.

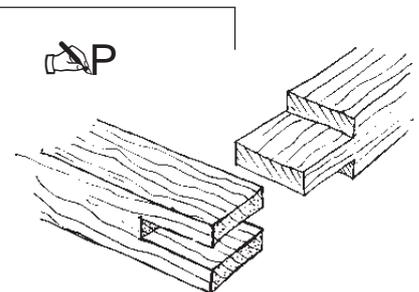
Klassische oder **traditionelle Holzverbindungen** werden aus Massivholz subtraktiv herausgearbeitet. Der Vorteil liegt in ihrer großen Stabilität und einer materialgerechten Ästhetik. Früher wurden diese „alten“ Verbindungen ausschließlich von Hand hergestellt, später mit Hilfe von Maschinen. Mit der CNC-Technik werden sie heute schnell und mit größter Präzision hergestellt.



Die Teile vor dem Verleimen

Schlitz und Zapfen:

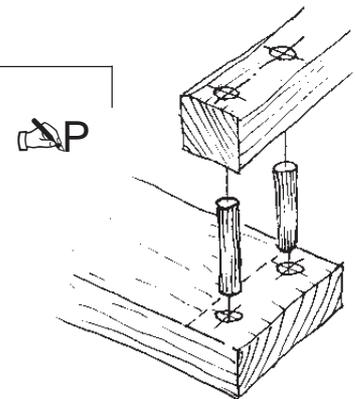
Zwei Hölzer durchdringen sich an der Ecke so, dass sie sich bereits von der Form her gegenseitig positionieren und stabilisieren. Dabei werden große Leimflächen mit seitlicher Holzmaserung gewonnen. Eine stumpfe Verleimung hätte dagegen nur einen Bruchteil dieser Festigkeit. Es gibt viele Varianten in sichtbarer und verdeckter Ausführung.



Vorbereitete Dübelverbindung

Dübelverbindung:

Zwei Hölzer werden durch Dübel überbrückt und so miteinander verbunden. Die Bohrungen sind einfach herzustellen, doch die Einteilung der Abstände erfordert wie bei jeder sichtbaren Verbindung große Sorgfalt. „Verdeckt dübeln“ heißt, die Bohrungen vom ersten Teil exakt auf das Gegenstück zu übertragen und dabei zwar tief, aber nicht durchzubohren.



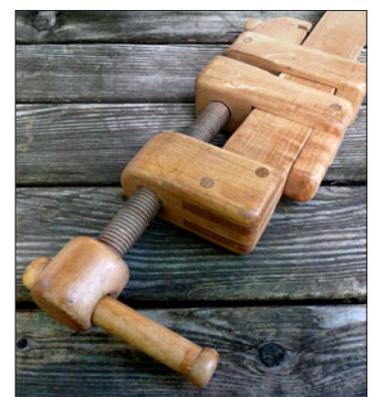
Wechselspiel von Hirnholz und Langholz: Fingerzinkung (Sitzbank) ...



... und Schwalbenschwanzzinkung (Schublade)



Aktenkoffer mit sichtbarer Dübelung an den Ecken von Korpus und Deckel



Holz-Schraubzwinde: Fingerzinkung, gedübelt und verleimt

AUFGABE

Suche Beispiele für klassische feste Holzverbindungen im Umfeld des Werkraums und unterscheide sie nach den dir bekannten Typen.

Klassische Gelenkverbindungen aus Holz

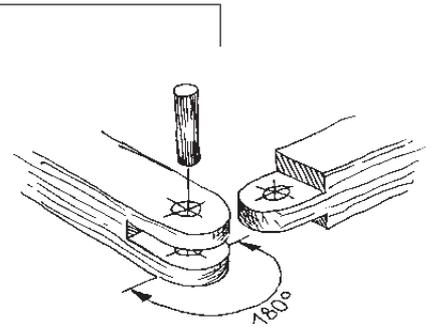
Werden Verbindungen als Scharniere, Gelenke oder Achslagerungen ausgeführt, wird immer ein **Scharnierstift**, ein **Achszapfen** oder eine beidseitig gelagerte **Achse** als Verbindungselement eingefügt. Um die Rotationsachse herum können die Teile in einem bestimmten Freiheitsgrad bewegt werden. Diese Technik wird eingesetzt z. B. bei **Deckeln** von Dosen und Behältern, bei **Holzspielzeug**, bei **Möbeltüren** oder **Klappstühlen**.



180°-Gelenk fertig montiert

Schlitz-und-Zapfen-Gelenk

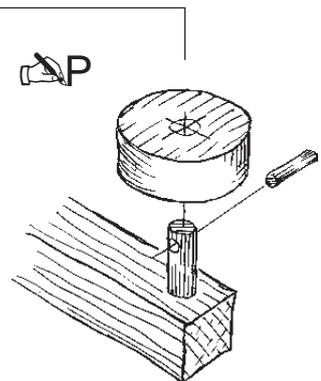
Die Verbindung ist mit etwas „Luft“ ausgearbeitet, damit der Zapfen leichtgängig im Schlitz bewegt werden kann, ohne zu wackeln. Auch im Zapfen ist die Bohrung etwas größer. Die Abrundung der Teile ist entweder ganz oder nur so weit ausgearbeitet, wie die Bewegung es gerade erfordert. Der Dübel sitzt immer genau mittig.



Rad, Achsstummel und Splint montagefertig

Drehgelenk mit Achszapfen

Auf einen tragfähig dimensionierten Achszapfen (Runddübel) am feststehenden Teil ist ein Rad oder ein Hebelende aufgeschoben. Die Bohrung des beweglichen Teils hat ein geringes „Spiel“ und ist deshalb um ca. 0,5 mm größer gebohrt. Zur Lagesicherung wird auf das freie Ende des Achsstummels eine Kappe geleimt, oder ein Querdübel wie ein Splint eingesetzt.



Holzcharniere sind fast immer **großvolumig**, um die erforderlichen Festigkeitswerte zu erreichen. Dadurch bedingt sind sie deutlich erkennbar. Oft werden die reizvollen Ausführungen sogar demonstrativ „hergezeigt“. So unterstreichen sie von Natur aus das erstrebenswerte Designmerkmal „**form follows function**“.



Prüfungsarbeit: Dose mit Deckel



Kofferscharnier (Weißbuche)



Holzauto mit Achsschemel-Lenkung und Pendelachse

Moderne Verbindungsmittel für feste Holzverbindungen

Im Lauf der Zeit wurden die klassischen Techniken der Holzverbindung ergänzt durch „moderne“ Fügetechniken mit Hilfe von immer raffinierter vorgefertigten Verbindungsmitteln. Als Materialien kommen Holz, Kunststoff und vor allem Metall zum Einsatz. Die Entwicklungsziele für neue Patente sind optimale Funktion, maximale Vorfertigung (schneller, einfacher Einbau) und Variabilität (breiter Absatz, geringere Kosten).

Verbindungselemente aus Metall ermöglichen auf engstem Raum maximale Festigkeit. Die Verbindungsmittel sind jedoch in den meisten Fällen ästhetisch störend, sie sind für den **verdeckten Einsatz** konzipiert und erfüllen ihren Dienst wie von Zauberhand. Rückschlüsse auf funktionale Details sind deshalb kaum möglich. Auf der anderen Seite lassen sich damit z. B. sehr ruhig wirkende Fronten von Einbaumöbeln herstellen, bei denen nur das Material selbst und die dezenten Fugen und Beschläge wirken.



Nägels, Klammern, Schrauben

Selbst diese altbekannten Befestigungsmittel erleben durch den Erfindergeist von Handwerkern und Herstellern eine ständige Weiterentwicklung.

Flachdübel

Unter Druck verdichtete flache Buchenholz-Plättchen werden in eingefräste Schlitze an den Verbindungsstellen von Platten eingeleimt. Die Verbindung kann bei der Verleimung, anders als bei Runddübeln, geringfügig verschoben und korrigiert werden, bis die Position passt. Diese Technik ist sehr weit verbreitet.



Winkel und Verbinder

Für unterschiedliche Einsatzbereiche werden ständig neue Verbindungselemente entwickelt. Mit einem Forstnerbohrer für Topfscharniere und zwei kleinen Nuten kann z. B. die Eckverbindung zweier Küchenarbeitsplatten sicher, nachspannbar und wieder lösbar hergestellt werden.



Metallwinkel für die verdeckte Montage von Balken und Kanthölzern



Plattenverbinder für Arbeitsplatten

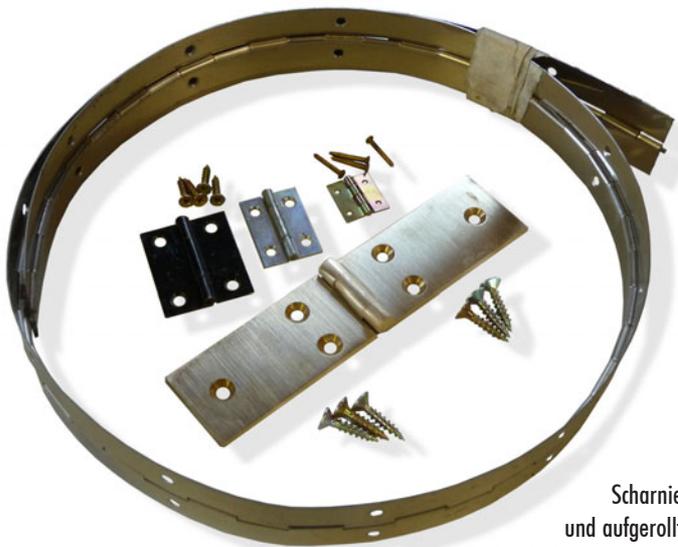


Moderne Gelenkverbindungen

Gelenke und Scharniere gibt es bei den modernen Holzverbindungen in vielfältigen Ausführungen. Wegen der hohen Belastbarkeit kommt fast nur die Verwendung von Metallteilen in Frage, mitunter mit Teilen aus Kunststoff kombiniert. Die Scharniere und Beschläge werden zielgenau für den jeweiligen Einsatz entwickelt.

Klappscharniere

Ein **Klavierband** oder ein einfaches **Scharnier** wird einfach mit den Teilen fest verschraubt. Es kann nachträglich nur sehr mühsam durch Ausdübeln der alten Bohrungen in seiner Montageposition korrigiert werden.



Scharniere
und aufgerolltes
Klavierband (Stangenscharnier)

Einbohrbänder

Türbänder mit Gewindenschaft werden in tiefe Bohrungen eingesetzt. Es sind immer mindestens zwei Pärchen für die Aufhängung einer Tür erforderlich. Durch Ein- und Ausdrehen des Schafts jeweils um eine ganze Umdrehung können so die Spaltmaße der Tür am Anschlag eingestellt werden. Im eingehängten Zustand stabilisieren sich die Gelenkteile durch den langen Zapfen gegenseitig und sind so gegen Verdrehen gesichert.



Typisches Einbohrband:
Bohren, Eindrehen, Justieren

Topfscharniere

Der topfförmige Teil des Scharniers wird in einer tiefen Bohrung der Tür befestigt. Seine Mechanik ermöglicht das Öffnen der Tür, ohne dass diese mit der angrenzenden Nachbartür kollidiert. Ihre Ausführung vereint alle nur denkbaren Vorzüge eines Beschlags auf engstem Raum: simple Montage mit Forstnerbohrer, Spanplattenschrauben und Bohrschablone, Justierung der eingebauten Schranktür in der Möbelfront in allen drei Raumrichtungen, Abnahme und Wiederanbringen der montierten Tür mit Klickverschluss, Federeinzug und Dämpfung beim Schließen der Tür, Öffnungswinkel je nach Ausführung, niedriger Preis.

Zusammen mit den Verbindungsmitteln werden in der Regel spezielle Schablonen, Vorrichtungen und Maschinen entwickelt, mit deren Hilfe sich bei maximaler Genauigkeit eine hohe Arbeitsgeschwindigkeit bis hin zur Automation erreichen lässt. Als Werkzeuge reichen notfalls Bohrer und Akkuschauber für den mobilen Einsatz aus. Bohrschablonen können auch leicht selbst angefertigt werden. Viele Beschläge werden nur noch in die vorbereiteten Bohrungen gepresst und halten ohne Verschraubung. Die Demontage z. B. für den Austausch eines defekten Teils ist dann allerdings nicht vorgesehen.



Bohrung und vorgestochene Schraubenlöcher



Topfscharnier mit ausgerasterter Fußplatte

Oberflächenbearbeitung mit elektrischen Handschleifmaschinen

Bei einem **elektrischen Schwingschleifer** (Vibrationsschleifer oder Rutscher) versetzt ein Vibrationsmotor die gepolsterte Schwungplatte mit Schleifpapier in eine kreisende Bewegung. Dies geschieht nur im Bereich von einigen Millimetern. Diese Reibung reicht aus, die Oberfläche des Werkstücks sanft an- oder abzuschleifen. Es gibt Klett- oder Klemmverschlüsse für die Befestigung der Schleifblätter. Ein eingebautes Lüfterrad sorgt für die Absaugung des größten Teils des Schleifstaubs durch Löcher im Schleifbezug hinein in einen kleinen Auffangsack.

Vibrationsschleifer zeichnen sich besonders durch ihre einfache und gefahrlose Handhabung aus. Ihre Bauform kann z. B. als handlicher Faustschleifer oder auch als Dreiecksschleifer für schlecht zugängliche Stellen ausgeführt sein. Beim Schliff von Holz bleiben gerne kreisförmige Schleifriefen zurück, die gegenüber den längs orientierten Holzfasern zu erkennen sind. Diesem Effekt wird durch den Endschliff mit entsprechend feiner Körnung begegnet.



Der Faustschleifer ist ein sehr beliebtes Gerät und auch für den Anfänger gefahrlos zu handhaben.

Checkliste Schwingschleifer

1. Schleifbezug auf Schleiffläche befestigen (Klemmung oder Klettverschluss)
2. Netzstecker nur bei ausgeschalteter Maschine in die Steckdose hineinstecken
3. Maschine sicher führen - bei kleiner Bauform (Faustschleifer) auch mit einer Hand
4. Nur gegen Verschieben gesicherte Werkstücke bearbeiten
5. Staubfangsack rechtzeitig entleeren und dabei Staubbildung vermeiden
6. Maschine immer entstaubt und mit geleertem Staubsack aufräumen

Beim **Handbandschleifer** wird ein Endlos-Schleifband um eine Antriebs- und eine Umlenkrolle geführt. Das Band gleitet mit seiner Rückseite auf der Schleifplatte. Während die Platte das laufende Band auf die Werkstückoberfläche drückt, entsteht ein ununterbrochener Längsschliff. Der Materialabtrag ist groß, doch das Schleifbild ist eher grob. Mit diesem Handgerät können große Flächen zügig geschliffen werden. Die Arbeit damit erfordert einige Übung, da ein Bandschleifer immer in der Arbeitsrichtung „davonfahren“ will. Ein gleichmäßiger Andruck auf der Schleifoberfläche, der Voraussetzung für ein gleichmäßiges Schleifbild ist, wird dadurch erheblich erschwert. Ein einstellbarer Schleifrahmen verhindert das Verkanten der Schleiffläche wirksam.



Ein einstellbarer Schleifrahmen verhindert das lästige Verkanten.

Checkliste Bandschleifer

1. Auf Schleifbandlaufrichtung (Pfeile) = Maschinenlaufrichtung achten
2. Netzstecker nur bei ausgeschalteter Maschine in die Steckdose stecken
3. Schleifband bei laufender Maschine mittig justieren
4. Gerät nur an- und abschalten, ohne dass das Werkstück berührt wird
5. Maschine stets mit beiden Händen bei stabilem Stand führen
6. Nur gegen Verschieben gesicherte Werkstücke bearbeiten
7. Enganliegende Kleidung tragen, Ketten, Schals o.ä. ablegen
8. Staubfangsack rechtzeitig entleeren und dabei Staubbildung vermeiden
9. Bei Bandwechsel oder Arbeitsende Stecker aus der Steckdose ziehen
10. Maschine entstauben, Staubsack leeren und in Koffer oder Schrank ablegen

Umgang mit elektrischen Kleinmaschinen

Für die Verwendung der hier vorgestellten Kleinmaschinen im Werkunterricht einer Schule sind von Seiten der gesetzlichen Sicherheitsbestimmungen enge Grenzen gesetzt. Schüler dürfen grundsätzlich **nie in eigenem Ermessen** zu solchen Maschinen greifen. Elektrische Maschinen bergen über das Verletzungspotential der Mechanik hinaus durch das Stromkabel besondere Gefahren. Bei Akkugeräten tritt diese Gefahr nicht auf. Nur in besonderen Ausnahmefällen kann es einzelnen ausgewählten Schülern durch die Lehrkraft erlaubt werden, **nach gründlicher Einweisung und unter Aufsicht** mit elektrischen Kleinmaschinen zu arbeiten.

Sicherheit bei elektrischen Maschinen

1. Stromversorgung Kabel, Schalter, Stecker einwandfrei (trocken)?
2. Gerät Schärfe von Schleifbelägen oder Schneiden, Absaugung prüfen
3. Handhabung Probelauf, Beginn mit geringem Andruck, langsam steigern volle Konzentration und Umsicht walten lassen abschalten, auslaufen lassen, ablegen, Stecker ausstecken
4. Instandhaltung Vor dem Aufräumen immer Maschine säubern, Staubbeutel leeren, bei Bedarf defekte Teile sofort (Vergesslichkeit) austauschen oder Maschine zur Reparatur bereitstellen.

Auswahl des Werkstoffs

Im Vergleich zu Massivholz enthalten Holzwerkstoffe fremde Materialien, wie z. B. den Leim oder die Beschichtung. In 90% aller Fälle handelt es sich dabei um formaldehydhaltige Kunstharze, die mit dem Holzanteil keine dauerhafte Verbindung eingehen. So gas Formaldehyd bis zu 30 Jahre lang ununterbrochen z. B. aus Spanplatten aus und belastet die Raumluft. Das Gas reizt Schleimhäute und Atemwege. Bei der Auswahl von Plattenmaterialien ist auf eine möglichst niedrige Ausgasung zu achten - zu erkennen an einem Aufdruck an der Plattenkante.

Emissionsklasse F0 : Formaldehyd-Ausgleichskonzentration unter 0,05 ppm = sehr gut geeignet für Möbel
 Emissionsklasse E1 : unter 0,1 ppm, E2 : 0,1 - 1,0 ppm, E3 : über 1,0 ppm

Nicht wasserfest verleimte Holzwerkstoffe (z. B. rohe Spanplatte) quellen bei Feuchtigkeit stark auf und belasten die Umwelt als Abfall. Viele Holzwerkstoffe sind für die Maschinenverarbeitung gedacht und eignen sich nicht wirklich für die Bearbeitung von Hand (keine 3D-Formen möglich, Schnittkanten dürfen nie ausgerissen sein). Auch der anfallende Staub ist in der Regel gesundheitsschädlicher als Massivholz.

Auswahl der Oberflächenbehandlung

Grundsätzlich sind **natürliche Beschichtungen** wie Öle, Wachse und Mischprodukte zu bevorzugen. Sie sind zwar nicht so kratzfest und wasserbeständig wie Lacke, doch sie danken es dem Anwender, indem sie Nachbesserungen und Auffrischungen der Oberfläche mit wenig Aufwand erlauben. Damit behandelte Holzprodukte können bedenkenlos irgendwann, wenn sie ausgedient haben, als Brennholz verwendet werden.

Nur wenn klar ist, dass aus Gründen der Strapazierfähigkeit eine Lackoberfläche **unumgänglich** wird, ist das geeignete Produkt auszuwählen und dabei auf die Option „**lösungsmittelfrei**“ zu achten. Solche Lacke entwickeln deutlich weniger giftige Dämpfe bei der Anwendung und belasten die Umwelt weniger. Lösungsmittelfreie Beschichtungsmittel sind komplizierte Gemische mit Mikro-Wasserperlen, die die eigentlichen Lackteilchen von einander fernhalten und so das Gemisch fließfähig halten. Ist der Wasseranteil einmal verdunstet, fühlt sich der Lack zwar noch klebrig an, doch er lässt sich nicht mehr mit Wasser lösen. Der Pinsel muss also unmittelbar nach der Arbeit mit Wasser ausgewaschen werden.

Typische **Holzleime** enthalten keine nennenswerten Mengen an Lösungsmitteln. Sie sind vergleichbar mit den lösungsmittelfreien Lacken, nur dass hier die Pigmente wegfallen und Bindemittel mit besonders hoher Adhäsion und Kohäsion in Verbindung mit Holzoberflächen vorliegen.

Werkarbeit und Beurteilungskriterien

Für die Prüfung wird unter anderem gefordert, die Arbeitsschritte für die Herstellung eines Werkstücks beschreiben zu können. Aus den Arbeitsschritten lassen sich leicht die Beurteilungskriterien für eine Werkarbeit ableiten. Wer diese kennt, kann im praktischen Teil der Prüfung mit seinen Fähigkeiten ein optimales Ergebnis erzielen.

Anschlagwinkel

Material:
Harthölzer,
z. B. Weißbuche
und Nussbaum

Beschreibung:
Die Holzteile sollen zu einem Anschlagwinkel zusammengefügt werden. Dabei ist auf eine genaue Passform und die Rechtwinkeligkeit zu achten. Der Zungenüberstand am Schenkelende beträgt 5 mm. Die verleimte Eckverbindung wird mit vier Dübeln zusätzlich gesichert. Der Anschlagsschenkel wird mit beidseitigen Griffmulden ausgestattet. Alle Kanten erhalten eine einheitliche Fase bzw. Rundung.



Die fertige Arbeit mit geschnitzten Initialen

Arbeitsschritte	Werkzeuge, Hilfsmittel	Bewertungskriterien
1. Schlitz anzeichnen	Bleistift, Stahllineal, Winkel	mittige Lage, Parallelität
2. Sägen der Nutflanken	Rückensäge/Feinsäge	
3. Ausstemmen	Stemmeisen schmal, Holzhammer	
4. Einpassen der Zunge	Stemmeisen breit	geschlossene, ausrissfreie Fugen, 5 mm Überstand
5. Verleimen und Leimüberschuss entfernen	Holzleim, Holzspatel/-span Pappstreifen, Abfallholz	
6. Bohrungen anzeichnen und vorstechen	(Bleistift, Stahllineal, Winkel) Vorstecher	Randabstände, Regelmäßigkeit
7. Bohren	Holzbohrer, plane Bohrunterlage	ausrissfreie Bohrungsänder
8. Dübel ablängen/einleimen	Runddübel klein, (Holzleim)	Dübelüberstand beachtet
9. Überstände plan schleifen	Schleifklotz, Schleifpapier/-leinen	Dübel bündig geschliffen
10. Griffmulden anzeichnen	(Bleistift, Stahllineal), Zirkel	mittige, parallele Anordnung
11. Mulden ausarbeiten	Hohleisen (breiter, flacher Stich)	frei von Stufen, Wellen, Ausrissen
12. Oberflächen schleifen	Schleifleinen/-papier grob/fein	fehlerfrei, feiner Längsschliff
13. Kanten anfasen	Dreikantfeile, Schleifklotz	vollständig und gleichmäßig