



STAATSINSTITUT FÜR SCHULQUALITÄT
UND BILDUNGSFORSCHUNG
MÜNCHEN

HOLZ

im LehrplanPLUS der Realschule in Bayern



Werken 10





Holz im LehrplanPLUS der Realschule in Bayern

Erarbeitet im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht
und Kultus

Leitung des Arbeitskreises:

Simone Eder, ISB

Mitglieder des Arbeitskreises:

Martin Hornung, Staatliche Realschule Neusäß

Thomas Reche, Staatliche Realschule Neumarkt in der Oberpfalz

Günter Trager, Staatliche Realschule Altötting

Silvia Rauß, Sophie-La-Roche-Realschule Kaufbeuren

auf der Grundlage des Arbeitshefts für das Fach Werken an Realschulen
in Bayern, Holz, Jahrgangsstufe 10, Wolfgang Gobmeier, 2012

Bildrechte:

Titelbilder (links, rechts): © ClipDealer

Titelbild (mittig): Wolfgang Gobmeier

Abb. 1, 2, 3, 14, 37, 38, 56, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68: © ClipDealer

Abb. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 19, 21, 22, 23, 24, 26, 28, 29, 30, 31,

32, 33, 34, 35, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 57, 58: Wolfgang Gobmeier

Abb. 16, 25, 27, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 48: Martin Hornung

Abb. 17: Harald Hornung

Abb. 18: Fa. Tecger

Abb. 20: Intorex, S. A., Barcelona

Abb. 36: Sascha Rogowsky

Abb. 55: Thomas Reche

Abb. 67: Sulafa Isa, Berlin

Herausgeber:

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung
München 2022

Anschrift:

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung
Abteilung Realschule
Schellingstr. 155
80797 München
Telefon: 089 21 70-24 46
Telefax: 089 21 70-28 13
Internet: www.isb.bayern.de

Hinweise zum Einsatz im Unterricht

Die Gliederung im Heft entspricht dem LehrplanPLUS im Fach Werken und deckt alle prüfungsrelevanten Inhalte zu den Kompetenzen des Profulfaches ab. Um Wissen zu vernetzen, werden wichtige Hintergründe und Zusammenhänge ggf. auch vertieft erläutert. **Für die Erhebung von Leistungsnachweisen gilt grundsätzlich der LehrplanPLUS.**

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



Dieses Zeichen ist bei einigen Schemazeichnungen zu finden. Es bedeutet, dass die Zeichnung prüfungsrelevant ist. Diese Zeichnung muss selbständig angefertigt werden können. **Darüber hinaus gibt es selbstverständlich weitere Sachverhalte, deren zeichnerische Darstellung verlangt werden kann.**



Dieses Zeichen kennzeichnet größere inhaltliche Blöcke, die über den LehrplanPLUS hinausgehen und der weiteren Information dienen.

Es empfiehlt sich, zusätzlich zum vorliegenden Infoheft, die umfassenden illustrierenden Aufgaben sowie Materialien zum LehrplanPLUS für den Unterricht zu nutzen: <https://www.lehrplanplus.bayern.de/fachlehrplan/realschule/10/werken>

Zur intensiveren Vernetzung und Strukturierung der **Kenntnisse über Werkstoffe und Werkstoffeigenschaften** trägt insbesondere die folgende Aufgabenstellung bei: <https://www.lehrplanplus.bayern.de/zusatzinformationen/aufgabe/kapitel/67657/fachlehrplaene/realschule/10/werken>

Die Auswahl der dort angeführten **Werkstoffeigenschaften** orientiert sich dabei an den Kompetenzerwartungen und Inhalten der verschiedenen Lernbereiche in der Wahlpflichtfächergruppe IIIb; unter anderem verdeutlicht eine tabellarische Übersicht deren Relevanz über die Jahrgangsstufen hinweg.

Inhaltsverzeichnis

HOLZ Kultureller Kontext	
Gegenwärtiger Einsatz von Massivholz und Holzwerkstoffen	3
HOLZ Werkstoff	
Vergleich von Massivholz mit Holzwerkstoffen	4
Arten und Aufbau von Holzwerkstoffen	5
HOLZ Werkverfahren	
Handwerkliche und maschinelle Fertigungsverfahren	7
CNC-Fertigung	7
Trennen mit der elektrischen Stichsäge	8
Oberflächenbearbeitung mit dem Vibrationsschleifer	8
Gesundheitsschutz	9
Oberflächenbehandlung	9
Fügen durch nichtlösbare Holzverbindungen	10
Fügen durch bewegliche Holzverbindungen	11
Bemaßte räumliche Zeichnung	11
Verbindungsmittel im Bereich Holz	12
HOLZ Funktion, Gestaltung	
Funktionalität und Ergonomie eines Gebrauchsgegenstandes/	13
Gestaltungselemente und -prinzipien	13
Tabellarischer Arbeitsplan	14
HOLZ Ökologie	
Ökologische Bedeutung von Holz im Haus- und Möbelbau	15
Probleme der Massenproduktion von Holzwerkstoffen	15
Ökologische Aspekte eines Produkts	15

Gegenwärtiger Einsatz von Massivholz und Holzwerkstoffen

Die Haupteinsatzgebiete von Massivholz und Holzwerkstoffen sind die **Bau-** und die **Möbelindustrie**. Darüber hinaus finden Holzwerkstoffe auch im **Fahrzeugbau** und als **Verpackungsmaterial** Anwendung.

Hausbau

Einst wurde im Hausbau oft Massivholz für die Konstruktion eines Gebäudes eingesetzt, doch im modernen Hausbau findet sich heute auch eine Vielzahl an Holzwerkstoffen wieder. Diese besitzen je nach Anforderungen und Einsatzgebiet unterschiedliche Vorteile und sorgen so für ein optimales Ergebnis. Neben den technischen Eigenschaften der Holzwerkstoffe sind auch die Nachhaltigkeit sowie gesundheitliche Aspekte zu berücksichtigen.

Beispielsweise werden Massivhölzer (z. B. Balken), Faserdämmplatten und Brettstapelelemente eingesetzt. Letztere werden aus einzelnen Brettern hergestellt, die mit Nägeln, Hartholzdübeln oder durch Leimung verbunden werden können. Massive Wände und Decken können so in massiver Holzbauweise gefertigt werden. Ebenso werden vorgefertigte Elemente auf Basis von Hohlkastenkonstruktionen hergestellt. Heute ist es möglich, komplette Häuser aus Holzwerkstoffen zu fertigen. So werden z. B. in den USA mehrgeschossige Bauten auf Basis einer Rahmenbauweise und Beplankung mit OSB-Platten gefertigt.



Abb. 1: Hausbau mit OSB-Platten

Quelle: © ClipDealer



Abb. 2: Dachkonstruktion aus Massivholz

Quelle: © ClipDealer

Möbelbau

In der Herstellung von Möbeln erfreut sich Massivholz von jeher einer großen Beliebtheit. Da Massivholzmöbel – in Abhängigkeit von der Holzart und der Verarbeitung – meistens eher hochpreisig sind und sich nicht alle Möbelemente aus Massivholz fertigen lassen, werden vielfach Holzwerkstoffe eingesetzt. Der Einsatz von Holzwerkstoffen im Möbelbau sowie anderen Bereichen erfolgt aus vielen verschiedenen Gründen. So ist Massivholz nicht immer die beste Wahl, vor allem, wenn es um Aspekte wie das Arbeiten bzw. den Verzug des Holzes geht. Auch hinsichtlich der Kosten sind Möbel aus Holzwerkstoffen in der Regel deutlich günstiger als Massivholzmöbel.

Die Entwicklung und Herstellung der Holzwerkstoffe hängt auch mit der Veränderung unserer Lebensgewohnheiten zusammen. So hat die Verbreitung der Zentralheizungen dafür gesorgt, dass sich die klimatischen Verhältnisse in den Wohnungen verändert haben, was sich damals dann auch recht bald im Erscheinungsbild der zu dieser Zeit verbreiteten Massivholzmöbel zeigte. Die trockene Raumluft ließ auch die Möbel austrocknen, was zu unschönen Rissen im Holz führte. Aus diesem Grund suchte man im Möbelbau nach Alternativen, wobei sich zunächst die Tischlerplatte als geeigneter Holzwerkstoff etablierte und später von der Spanplatte abgelöst wurde.

Holzwerkstoffe werden außerdem aus Gründen einer wirtschaftlichen Holzverarbeitung hergestellt und genutzt. Einige der Holzwerkstoffe entstehen z. B. aus Spänen, die sich ansonsten kaum noch wirtschaftlich sinnvoll nutzen lassen würden.



Abb. 3: Wohnzimmermöbel aus Holzwerkstoffen

Quelle: © ClipDealer

Vergleich von Massivholz mit 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.

Holzwerkstoffe zählen zu den **Halbzeugen** (Halbfabrikate) und werden aus Massivholzteilen gefügt. Dabei handelt es sich um industriell vorgefertigte Holzzeugnisse für die Weiterverarbeitung. Holzwerkstoffe bestehen aus Holzlagen (Massivholzschichten aus Brettern oder Furnieren), Holzspänen oder Holzfasern, die durch Verleimen und Pressen verbunden werden. Je kleiner die verwendeten Partikel werden, umso geringer ist auch ihr Einfluss auf das Quellen und Schwinden des Werkstoffs. Im Handel werden sie z. B. als genormte, großflächige Platten angeboten, wie etwa Sperrholz-, Span- und Holzfaserplatten.

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.



Abb. 4: Massivholz



Abb. 5: Platten in verschiedenen Varianten und Stärken

Massivholz	Holzwerkstoffe
<p>Vorzüge:</p> <ul style="list-style-type: none"> • einzigartige Ästhetik des Naturprodukts • stimmige Logik am Übergang von Brettfläche zu Brettanten • für 3D-Formen besonders gut geeignet • darf unbehandelt im Ofen zuhause verbrannt werden 	<p>Vorzüge:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ressourcenschonende und preiswerte Herstellung • maßhaltig • kaum Werfen bzw. Verziehen der Platten • ökonomische und automatisierbare Verarbeitung problemlos möglich • großer konstruktiver Freiraum • erhöhte Gestaltungsmöglichkeit
<p>Grenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • nur in den natürlichen Abmessungen erhältlich • spezielle Holzarten nur begrenzt verfügbar • jedes Brett individuell verschieden • quer zur Faser relativ geringe Festigkeit • nur materialtypische Konstruktionen möglich • viel Fachwissen und Erfahrung bei der Verarbeitung erforderlich 	<p>Grenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rohe Oberfläche oft als unästhetisch empfunden • Nachbearbeitung legt „Innenleben“ frei • unlogische Übergänge an der „Stirnseite“ durch furnierte Kanten • mit unnatürlichen Fremdstoffen versetzt

Arten und Aufbau von Holzwerkstoffen

Die Sperrholzplatte

auch Furnierplatte genannt, besteht aus einer ungeraden Anzahl an Furnierlagen, die übereinander jeweils um 90° versetzt verleimt sind. Durch diese Anordnung bleibt sie dimensionsstabil. Bei der **Dreischichtplatte** wird eine Mittellage mit zwei Decklagen „abgesperrt“. Es handelt sich um dickes Sperrholz aus bis zu 9 mm starken Brettschichten. Von einer **Multiplex-Platte** spricht man gewöhnlich ab fünf Lagen und 12 mm Stärke. Das Sperrholz ist in technischer Hinsicht Massivholz deutlich überlegen. Es ist längs und quer etwa gleich stabil und aufgrund des hohen Leimanteils eher schwer. Weil alle Lagen aus derselben Holzart sind, ergeben sich sehr gute Schnittkanten, die insbesondere bei der Multiplex-Platte sichtbar bleiben können.

Verwendung: Tragende und aussteifende Wand-, Decken- und Dachbeplankungen, Schränke und Regale, Architekturmodelle, Flugzeugteile



Abb. 6:
Multiplex-Platten

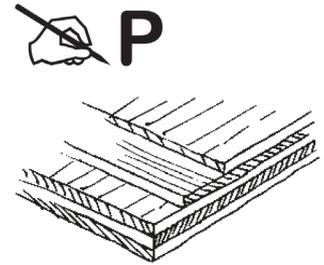


Abb. 7:
Räumliche Zeichnung über Eck

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 Fichtenmassivholz 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, Teile im Messe-, Schiffs-, oder Wohnwagenbau



Abb. 8:
Tischlerplatten

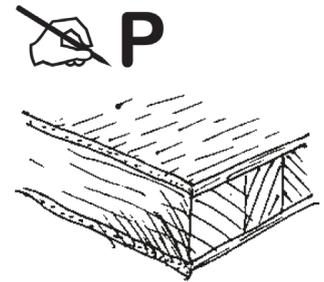


Abb. 9:
Räumliche Zeichnung über Eck

Die OSB-Platte

Der Holzwerkstoff mit der Bezeichnung **Oriented-Strand-Board** (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-, Wand- und Fußbodenbeplankung, Verpackungen und Kisten, Schalungstafeln beim Betonieren



Abb. 10:
OSB-Platte

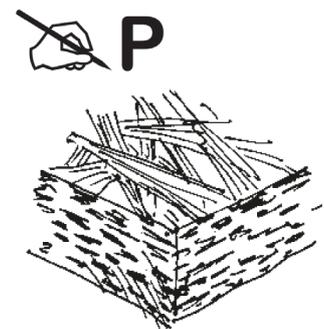


Abb. 11:
Räumliche Zeichnung über Eck

Arten und Aufbau von Holzwerkstoffen

Die Spanplatte

wurde in kurzer Zeit zum Klassiker und kann beispielsweise aus drei Schichten bestehen: innen aus gröberen 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:

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



Abb. 12: Spanplatten

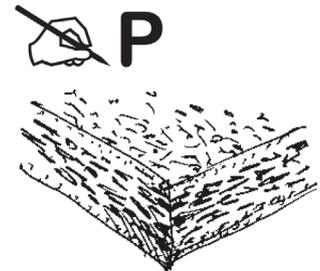


Abb. 13: Räumliche Zeichnung über Eck

Die Hartfaserplatte

Die Hartfaserplatte, auch harte Holzfaserplatte genannt, besteht aus feinen Holzfasern, Bindemitteln und Zusatzstoffen. Ihre Dichte ist größer als 900 kg/m^3 . Sie besitzt eine glatte Oberseite und eine strukturreiche Unterseite, die aufgrund ihrer Herstellung im Nassverfahren Abdrücke des Siebs aufweist. Hartfaserplatten können mit den üblichen Maschinen und Werkzeugen bearbeitet werden. Sie lassen sich nageln, schrauben und leimen.

Verwendung:

Beplankung auch von gekrümmten Trennwänden, kleinere Rückwände im Möbelbau, Schubkastenböden



Abb. 14: Siebgenarbte Unterseite einer Hartfaserplatte

Die MDF-Platte

mit der Bezeichnung **M**iddle-**D**ensity-**F**ibreboard (mitteldichte Faserplatte) besteht aus haarfeinen, kaum erkennbaren Holzfasern und 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.

Verwendung:

Möbel, gefräste Lack-Küchenfronten, Profile wie beispielsweise Fußbodenleisten



Abb. 15: MDF-Platten

Die Papierwabenplatte

ist der Vorläufer der Verbundwerkstoffe im Bauwesen und kam bereits in den 50er Jahren als Ergänzung zur Tischlerplatte auf den Markt. Sie wird wegen ihres Aufbaus auch als Sandwichplatte bezeichnet. Sechseckwaben aus Hartpapieren bilden die Mittellage.

Die Kaschierung erfolgt mit Deckschichten aus dünnen Naturholzplatten, Spanplatten oder MDF-Platten. Bei der Papierwabenplatte handelt es sich um einen druck- und biegefesten Holzwerkstoff, der hochbelastbar ist.

Verwendung:

Schiebetüren, Trennwände, Möbel in Leichtbauweise für Boote und Wohnmobile

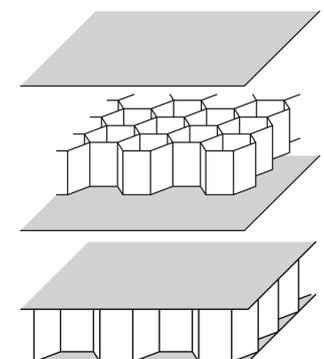


Abb. 16: Schematischer Aufbau einer Papierwabenplatte

Handwerkliche und 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 konzen-

trieren 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-Fertigung

CNC-Maschinen sind Werkzeugmaschinen, die durch den Einsatz von Steuerungstechnik in der Lage sind, Werkstücke oder Teile davon auch mit komplexen Formen automatisch herzustellen. **CNC** bedeutet dabei „Computerized Numerical Control“, übersetzt „computerisierte numerische Steuerung“. Bei der CNC-Bearbeitung können die Bewegungen eines Werkzeugs oder des Werkstücks z. B. in den drei Raumrichtungen x, y, und z programmiert werden. In der Holzverarbeitung werden CNC-Maschinen eingesetzt, um Elemente aus Massivholz, Holzwerkstoffen, aber auch

aus Kunststoffen und Nichteisenmetallen zu **fräsen**, **bohren**, **sägen** und **schleifen**. Manche Maschinen können zusätzlich Montagearbeiten durchführen.

Die Vorteile einer CNC-Steuerung liegen in der **Bearbeitungs- und Wiederholungsgenauigkeit**, 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.



Abb. 17: CNC-Maschine mit fahrbarem Ausleger

Beispiele für Arbeitsprozesse

Beim **CNC-Bohren** werden Serienbohrungen z. B. für Beschläge, Dübel oder Verschraubungen in Möbelteilen 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. In der letzten Sequenz liegen die Bahnen, sog. Schlicht-Bahnen, sehr viel enger nebeneinander, was sehr viel Zeit in Anspruch nimmt. So werden Prototypen oder Modelle für Gussformen hergestellt. Auch historische Schnitzarbeiten werden mit Hilfe von erhaltenen Fragmenten nachkonstruiert und als „Ersatzteile“ gefräst.

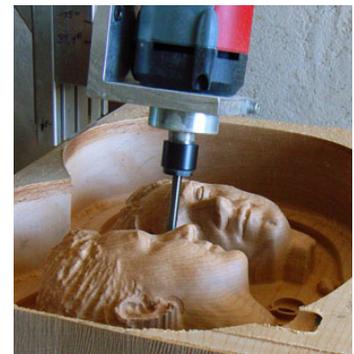


Abb. 18: Fräser zieht rechner-gesteuerte Bahnen für ein Doppelportrait in 3D



Abb. 19: Hartmetallfräser



Abb. 20: CNC-Drehautomat

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 Zähne des Sägeblatts zeigen 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.

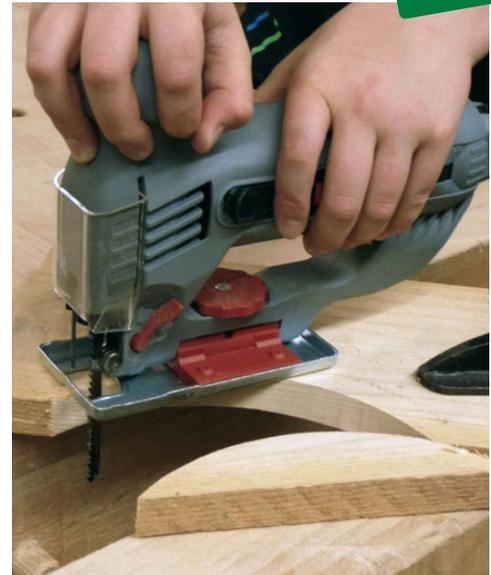


Abb. 21:
Stichsäge immer mit beiden Händen sicher führen



Abb. 22: Detailansicht einer Stichsäge

- Berührungsschutz (hochgeschoben)
- Einstellhebel für Pendelhub (zu sehen in Abb. 21)
- Peilstab für genaues Sägen
- Sägeblatt Führungsrolle

Oberflächenbearbeitung mit dem Vibrationsschleifer

Bei einem **Vibrationsschleifer** (elektrischen Schwingschleifer 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 Schleifbezüge. 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.



Abb. 23: Faustschleifer

Gesundheitsschutz

Für die Verwendung der hier vorgestellten Kleinmaschinen im Werkunterricht einer Schule sind von Seiten der gesetzlichen Sicherheitsbestimmungen enge Grenzen gesetzt. Schülerinnen und Schüler dürfen grundsätzlich **nie in eigenem Ermessen** zu solchen Maschinen greifen. Elektrische Maschinen bergen über das Verletzungspotential der Me-

chanik hinaus durch das Stromkabel besondere Gefahren. Bei Akkugeräten tritt diese Gefahr nicht auf. Nur in besonderen Ausnahmefällen kann es einzelnen ausgewählten Schülerinnen und Schüler durch die Lehrkraft erlaubt werden, **nach gründlicher Einweisung und unter Aufsicht** mit elektrischen Kleinmaschinen zu arbeiten.

1. Stromversorgung	<ul style="list-style-type: none"> • Maschine nur nutzen, wenn Kabel, Schalter und Stecker unbeschädigt sowie trocken sind 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Netzstecker nur bei ausgeschalteter Maschine in die Steckdose hineinstecken 	
2. Gerät	Stichsäge	Vibrationsschleifer
	<ul style="list-style-type: none"> • Prüfen, ob die Fußplatte festgezogen ist • keine unpassenden, stumpfen, verbogenen oder durch Überhitzung verfärbten Sägeblätter verwenden 	<ul style="list-style-type: none"> • Absaugung prüfen • Schleifbezug sicher auf Schleiffläche befestigen
3. Handhabung	Volle Konzentration und Umsicht walten lassen!	
	<ul style="list-style-type: none"> • Sägeblatt nur bei ausgesteckter Maschine einspannen oder wechseln • kleinere Werkstücke mit Schraubzwingen auf der Auflage fixieren • Auf freien Bereich unter der Schnittzone achten • Netzkabel darf Schnittverlauf keinesfalls kreuzen • Sägeblatt erst nach dem Einschalten an das Material herantreiben • Keine Hand vor der Maschine – Stichsäge beidhändig führen • Gerät erst nach dem Stillstand aus dem Werkstück heben und ablegen 	<ul style="list-style-type: none"> • nur gegen Verschieben gesicherte Werkstücke bearbeiten • Probelauf, Beginn mit geringem Andruck, langsam steigern • Maschine sicher führen – bei kleiner Bauform (Faustschleifer) auch mit einer Hand • Staubfangsack rechtzeitig entleeren und dabei Staubbildung vermeiden • Maschine abschalten, auslaufen lassen und ablegen
4. Instandhaltung	<ul style="list-style-type: none"> • Maschine ausstecken, säubern, und in Koffer oder Schrank zurücklegen 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Bei Bedarf defekte Teile sofort (Vergesslichkeit) austauschen oder Maschine zur Reparatur bereitstellen 	

Oberflächenbehandlung

Nach dem Schleifen hast du viele Möglichkeiten, die Oberfläche zu behandeln. Dazu zählen das **Beizen, Wachsen, Ölen, Lasieren** und **Lackieren**. In den Infoheften vorheriger Jahrgangsstufen findest du zu diesen Arten der Oberflächenbehandlung jeweils allgemeine Informationen, eine Beschreibung der Vorgehensweise sowie Vor- und Nachteile.

Beizen	Infoheft Holz 7, S. 19
Wachsen, Ölen	Infoheft Holz 7, S. 20
Lasieren, Lackieren	Infoheft Holz 8, S. 14

Fügen durch nichtlösbare Holzverbindungen

Holzteile aus Massivholz oder Holzwerkstoffen können nichtlösbar (unlösbar) miteinander verbunden werden. Werden Holzteile nichtlösbar gefügt, dann entstehen Stabilität und Festigkeit meist schon durch die Konstruktion selbst, d. h. durch die Form der ineinandergreifenden Teile. Dabei dient Leim als Fixierung und Sicherung. Die nichtlösbaren

Holzverbindungen Schlitz-und-Zapfen-Verbindung sowie die Fingerzinkung zählen zu den klassischen oder traditionellen Holzverbindungen. 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 gefertigt.

Schlitz-und-Zapfen-Verbindung

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. Mit der Schlitz-und-Zapfen-Verbindung können Möbel- und Fensterrahmen hergestellt werden. Es handelt sich bei ihr um eine **Rahmeneckverbindung**.



Abb. 24: Die Teile vor dem Verleimen

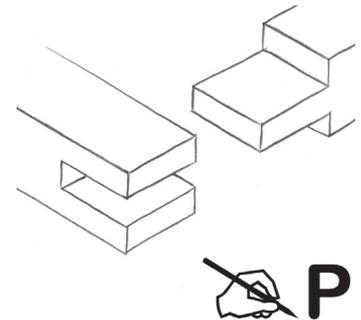


Abb. 25: Schemadarstellung einer Schlitz-und-Zapfen-Verbindung vor dem Zusammenfügen

Fingerzinkung

Eine Fingerzinkung verbindet breite Holzteile an ihren Enden durch mehrfaches Verzahnen. Zinken und Nuten greifen ineinander, wobei die Schnittflächen parallel zueinander verlaufen. Diese Verbindung ist daher nicht von selbst fest und muss zusätzlich verleimt werden. Eine Fingerzinkung sollte immer eine ungerade Anzahl an Zinken haben. Da mit dieser Verbindung Möbelkörper, Kästen oder Kisten hergestellt werden können, zählt sie zu den **Kasteneckverbindungen**. Weitere Hinweise zur Planung und Fertigung einer Fingerzinkung findet man unter:

https://www.lehrplanplus.bayern.de/sixcms/media.php/71/RSWerken10_Erg%C3%A4nzende%20Informationen_TZ_Fertigung%20einer%20Fingerzinkung.pdf

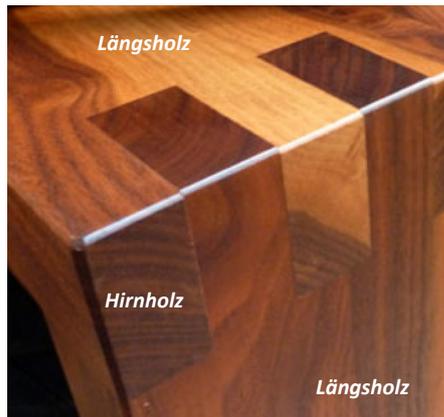


Abb. 26: Wechselspiel von Hirnholz (Flächen, die quer zur Faserrichtung geschnitten wurden und Jahresringe als Kreise oder Kreissegmente zeigen) und Längsholz

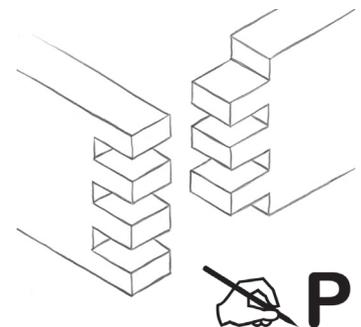


Abb. 27: Schemadarstellung einer Fingerzinkung vor dem Zusammenfügen

Formfeder

Bei der **Formfeder**, auch **Flachdübel** genannt, handelt es sich um unter Druck verdichtete flache Buchenholz-Plättchen. Sie 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.



Abb. 28: Flachdübel



Abb. 29: Vorbereitete Flachdübelverbindung

Fügen durch bewegliche Holzverbindungen

Als bewegliche Holzverbindungen gelten Scharniere, Gelenke und Achslagerungen. 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.

Schlitz-und-Zapfen-Gelenk

Die Verbindung ist mit etwas „Luft“ ausgearbeitet, damit der Zapfen leichtgängig im Schlitz bewegt werden kann, ohne zu wackeln oder zu klemmen. 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 und kann ggf. in den äußeren Bohrungen verleimt werden.



Abb. 30: 180°-Gelenk fertig montiert

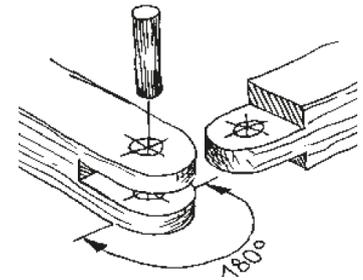


Abb. 31: Schemazeichnung

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.



Abb. 32: Rad, Achsstummel und Splint montagefertig

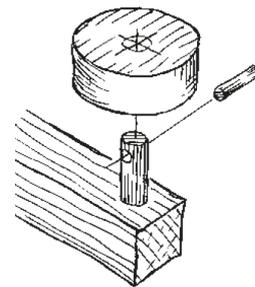


Abb. 33: Schemazeichnung



Abb. 34: Beispiel für ein Schlitz-und-Zapfen-Gelenk: Kofferscharnier aus Weißbuchenholz



Abb. 35: Funktionsmodell

Bemaßte räumliche Zeichnung

Für die Herstellung eines Werkstücks werden häufig Maßangaben benötigt. Die Bemaßung dreidimensionaler Objekte erfolgt normgerecht innerhalb einer Dreitafelprojektion, also in der Vorderansicht, der Seitenansicht von links und der Draufsicht des Gegenstands. In der Handwerkspraxis werden zur Veranschaulichung eines Werkstücks auch bemaßte räumliche (Freihand-)Zeichnungen verwendet. Raumbilder sind wie Dreitafelprojektionen übersichtlich zu bemaßen. Für sie sollten Grundregeln der Normbemaßung möglichst übernommen werden.

Weitere Hinweise zur Bemaßung im Raum findet man unter:

https://www.lehrplanplus.bayern.de/sixcms/media.php/71/RSWerken10_Erg%C3%A4nzen-%20Informationen_TZ_Bema%C3%9Fung%20im%20Raum.pdf

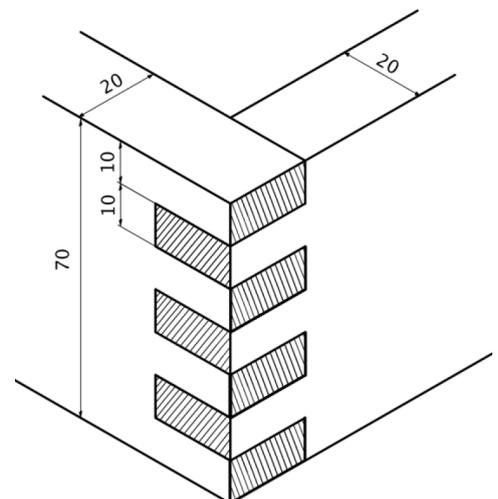


Abb. 36: Bemaßte räumliche Zeichnung einer Fingerzinkung (nicht normgerecht)

Verbindungsmittel im Bereich Holz

Im Lauf der Zeit wurden die klassischen Techniken der Holzverbindung ergänzt durch „moderne“ Fügeverfahren mit Hilfe von immer raffinierter vorgefertigten Verbindungsmitteln. Als Materialien kommen Holz, Kunststoff und vor allem Metall zum Einsatz.



Abb. 37:
Verschiedene Nägel
Quelle: © ClipDealer



Abb. 38:
Nagelplatte zum Verbinden von Holzkonstruktionen z. B. im Dachstuhl und Fachwerkbau
Quelle: © ClipDealer

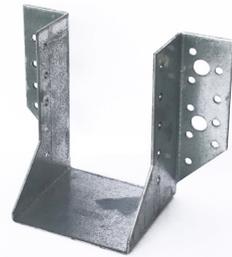


Abb. 39:
Balkenschuhe dienen der einfachen und sicheren Montage von Holzbalken



Abb. 40:
Schlossschraube mit Sechskantmutter und Beilagscheibe



Abb. 41, 42:
Spanplattenschrauben mit Senkkopf, Torx (links), Kreuzschlitz (rechts)



Abb. 43:
Sechskant-Holzschraube



Abb. 44:
Schaukelhaken

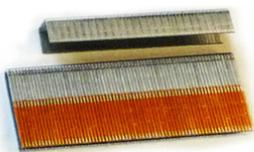


Abb. 45: Tackerklammern



Abb. 46: Metallwinkel



Abb. 49, 50: Plattenverbinder:
Mit einem Forstnerbohrer und zwei kleinen Nuten kann z. B. die Eckverbindung zweier Küchenarbeitsplatten nachspannbar und wieder lösbar hergestellt werden.



Abb. 47:
Aufgerolltes Klavierband (Stangenscharnier)



Abb. 48:
Einfaches Klappscharnier



Abb. 51, 52: Einbohrband:
Türbänder mit Gewindeschäft werden in tiefe Bohrungen eingesetzt. Es sind immer mindestens zwei Pärchen für die Aufhängung einer Tür erforderlich.



Abb. 53, 54: Topfscharnier mit Fußplatte:
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.

Funktionalität und Ergonomie eines Gebrauchsgegenstandes/ Gestaltungselemente und -prinzipien



Abb. 55: Massivholzmöbel aus dem Werkunterricht

Das bereits bekannte Prinzip „**form follows function**“, wonach die Form eines Werkstücks sich entsprechend seiner Funktion oder seinem Verwendungszweck ergibt, wird auch bei den beiden von Schülern gefertigten Kleinmöbeln deutlich. Sie sind hinsichtlich der Verbindungstechnik (Dübelung) und der Beine so konstruiert, dass ein stabiler Gesamteindruck entsteht. Ihre Oberflächen wurden zum Schutz vor Feuchtigkeit und Verschmutzung gewachst. Auch die **Wahl des Materials** gehört zu den möglichen **Gestaltungselementen** im Handwerk wie in der industriellen Fertigung. Während für den linken Schemel Pappelholz gewählt wurde, das nur eine sehr leichte Strukturierung erkennen lässt, wurde der größere Hocker aus Leimholz der Fichte gefertigt. Dieses weist durch den deutlichen Unterschied zwischen Früh- und Spätholz eine wesentlich lebhaftere Maserung auf und bildet einen Kontrast zur strengen Geometrie des Hockers.

In Hinblick auf die **Ergonomie**, also die **Anpassung der Werkstücke auf menschliche Proportionen und Gewohnheiten**, lassen sich die beiden im Werkunterricht entstandenen Beispiele allerdings noch verbessern. Die **Sitzflächen** sind jeweils plan und schmiegen sich somit dem menschlichen Körper nicht an, was längeres bequemes Sitzen erschwert. Die **Sitzhöhe** und die **Sitztiefe** können ebenfalls noch optimiert werden. Konstruktionsbedingt fehlt auch eine **Rückenstütze**.



Abb. 56: Thonet-Stuhl Nr. 14: Bugholzmöbel von 1859

Quelle: © ClipDealer

Vergleicht man die Werkstücke aus Schülerhand mit dem bereits 1859 von Michael Thonet entwickelten und heute noch vom selben Unternehmen produzierten **Bugholzstuhl**, so fällt auf den ersten Blick auf, dass der klassische Caféhausstuhl einen sehr leichten, **filigranen Eindruck** macht. Dieses charakteristische **Gestaltungsprinzip** wird durch das **Biegen von massivem Holz** erreicht, eine Technik, die sich nur in professionellen Handwerksbetrieben und mit Spezialvorrichtungen praktizieren lässt und im Schulbereich nicht umsetzbar ist. Durch die Möglichkeit, Massivholz im Raum frei zu formen, kann die **Rückenlehne** der Wirbelsäule so angepasst werden, dass es auch nach längerem Gebrauch zu keinerlei Ermüdungserscheinungen und Verspannungen kommt. Dies zeigt sich analog an der **Sitzfläche**. Hier wird auf Massivholz verzichtet, was einerseits im Vergleich zu den beiden Schülerarbeiten das Gewicht deutlich reduziert. Andererseits wird durch die Sitzbespannung aus Rattengeflecht eine gewisse **Elastizität** erreicht, die eine **Anpassung an die Proportionen und das Gewicht** des Sitzenden erlaubt. Dafür werden die Stängel der Rattanpalme abgeschält sowie anschließend unter heißem Wasserdampf gebogen und geflochten. Dadurch ergeben sich dauerhafte Sitzflächen, die zudem dem **Prinzip der Nachhaltigkeit** entsprechen, weil es sich um einen **nachwachsenden Rohstoff** handelt.

Tabellarischer Arbeitsplan

Insbesondere bei der Herstellung komplexer oder aufwändiger Werkstücke ist ein vorausschauendes und planendes Handeln wichtig. Hierbei ist das Erstellen eines tabellarischen Arbeitsplans hilfreich. In ihm werden die notwendigen Arbeitsschritte und deren Reihenfolge für die Fertigung des gewünschten Werkstücks antizipiert.

Darüber hinaus wird in der theoretischen Abschlussprüfung meist gefordert, die **Arbeitsschritte** für die Herstellung eines Werkstücks in einer Tabelle anzuführen. In diesem Zusammenhang ist häufig nach den benötigten **Werkzeugen** sowie **Hilfsmitteln**, wichtigen **Arbeitshinweisen** oder **konkreten Beurteilungsaspekten** gefragt.

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 Rechtwinkligkeit zu achten. Der Zungenüberstand am Schenkelende beträgt 5 mm.

Die verleimte Eckverbindung wird mit vier Dübeln zusätzlich gesichert. Der Anschlagschenkel wird mit beidseitigen Griffmulden ausgestattet. Alle Kanten erhalten eine einheitliche Fase bzw. Rundung.



Abb. 57: Die fertige Arbeit mit geschnitzten Initialen
Anschlagschenkel

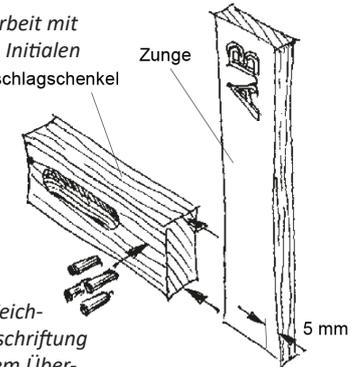


Abb. 58: Erklärende Zeichnung mit Beschriftung und wichtigem Überstandsmaß

Arbeitsschritte	Werkzeuge/Werkhilfsmittel
• Planen und Entwerfen der Werkarbeit	Bleistift, Geodreieck, Zeichenpapier
• Anzeichnen des Schlitzes, der Bohrungen und der Griffmulden	Bleistift, Stahlmaßstab, Winkel
• Ausarbeiten der Mulden	Hohleisen, Holzhammer, Bankzange, Bankhaken, Schutzbeilage aus Holz
• Sägen der Nutflanken	Bankzange, Feinsäge
• Ausstemmen	Stemmeisen (schmal), Holzhammer, Schraubzwinde, Schutzbeilage aus Holz
• Anfassen der Kanten	Feile, Schleifpapier, Schleifklotz
• Einpassen der Zunge	Stemmeisen (breit), Bankzange
• Verleimen und Leimüberschuss entfernen	Holzleim, Spatel
• Bohren	Vorstecher, Holzbohrer, Standbohrmaschine, Maschinenschraubstock, Schutzbeilage
• Ablängen und Einleimen der Dübel	Rundholz, Puksäge, Holzleim, Spatel
• Nachbearbeitung der Oberfläche	Schleifpapier mit verschiedenen Körnungen, Schleifklotz

Übergeordnete Beurteilungskriterien	Konkrete Beurteilungsaspekte
Verarbeitung, z. B.	<ul style="list-style-type: none"> • bündige, lückenlose und ausrissfreie Einpassung der Zunge • plan und bündig geschliffene Dübelverbindung • glatte Oberfläche der Griffmulden, frei von Stufen, Wellen, Ausrissen
Funktion, z. B.	<ul style="list-style-type: none"> • präziser und fester 90°-Winkel • plane Auflage des Anschlags und der Zunge • ergonomische Griffmulden
Gestaltung, z. B.	<ul style="list-style-type: none"> • farblich kontrastierende Hölzer • ansprechende Initialen • symmetrische und gleichmäßige konkave Wölbung der Griffmulden

Ökologische Bedeutung von Holz im Haus- und Möbelbau

Nicht zuletzt aufgrund des günstigen Raumklimas wird in Bayern jeder fünfte Neubau als Holzbaukonstruktion ausgeführt, Tendenz steigend (Fertighausmodelle). Holz ist als **nachwachsender Rohstoff** von besonderer **Nachhaltigkeit**. Im Gegensatz zu anderen in Industrie und Bauwirtschaft verwendeten Materialien benötigt ein Baum zum **Wachstum** lediglich **Wasser, Sonnenenergie, Nährstoffe** aus dem Boden und er **zieht schädliches CO₂** aus der Luft. Dieses bleibt während der Nutzungszeit des Holzhauses in Form von Kohlenstoff gespeichert. Die **Ökobilanz** des Materials ist allerdings von unterschiedlichen Faktoren wie der **Länge der Transportwege, der Art des Transportmittels** und dem für die Weiterverarbeitung notwendigen **Energieaufwand** abhängig.



Abb. 59

Quelle: © ClipDealer



Abb. 60

Quelle: © ClipDealer

Probleme der Massenproduktion von Holzwerkstoffen

Spanplatten sind einerseits aus ökologischer Sicht grundsätzlich zu befürworten, da sie durch die Verwendung von Holzresten und Durchforstungsholz (Schwachholz) die **natürlichen Ressourcen schonen**. Altholz, z. B. aus Hausabbrüchen, wird hingegen kaum wiederverwendet. Nach Möglichkeit sollten **Spanplatten aus einheimischen Hölzern** verwendet werden, was durch die **kurzen Transportwege** einen aktiven Beitrag zum **Klimaschutz** bedeutet.

Andererseits kommt es durch die als Bindemittel verwendeten Leime dazu, dass fast alle Spanplatten über Jahrzehnte Formaldehyd ausgasen. Dies belastet die Raumluft und wird in höherer Konzentration als krebserzeugend eingestuft. Grundsätzlich sollten Spanplattenerzeugnisse (wie Möbel) in Innenräumen sparsam verwendet werden.



Abb. 61

Quelle: © ClipDealer

Ökologische Aspekte eines Produkts

Giftstoffbelastung

Neben den Spanplatten lassen sich sogar im Innenbereich auch an **Massivhölzern** oft **ausdünstende krebserregende Substanzen** nachweisen. Stoffe wie polychlorierte Biphenyle (PCB), Lindan, Pentachlorphenol (PCP) oder Dichlordiphenyltrichlorethan (DDT) wurden als Mittel gegen Insektenbefall und Schimmel aufgetragen und dürfen heute nicht mehr verwendet werden. Bei der Sanierung von Immobilien ist deshalb besondere Vorsicht geboten. Im Zweifelsfall sind **Raumluftanalysen** sinnvoll, da durch Ausgasung über Jahrzehnte schwere gesundheitliche Schädigungen auftreten können.



INFO

Spanplatten mit geringerer Ausgasung werden mit Umweltzeichen wie Blauer Engel und natureplus® gekennzeichnet. Im Fachhandel sind mittlerweile auch formaldehydfreie Spanplatten erhältlich, die das Kürzel F0 tragen. Spanplatten müssen umso energieaufwändiger produziert werden, je kleiner die Holzpartikel sind – dies gilt vor allem für die Herstellung von MDF-Platten. Die stoffliche Verwertung (Recycling) von Spanplatten aufgrund der Zusammensetzung ist nur in geringem Umfang möglich; in der Regel werden Spanplatten in speziellen Holzverbrennungsanlagen thermisch verwertet. Da dadurch mehr Energie erzeugt wird, als für die Herstellung nötig war, gelten Spanplatten als **Plusenergieprodukt**.

Reparaturfreundlichkeit

Im Vergleich zu Holzwerkstoffen wie der Spanplatte bietet **Massivholz** deutliche **Vorteile bei der Reparatur** sowie bei **Dauerbeanspruchung**. Hier erweist sich die **Langlebigkeit** von Massivholz. Dellen und Risse können leicht behoben werden, in Massivholzkonstruktionen wie Dachstühlen lassen sich einzelne Elemente problemlos austauschen bzw. ersetzen. Massivholzmöbel können mehrfach auf- und abgebaut werden, da Schrauben, Dübel und Beschläge kaum ausleiern.

Die **Verschleißanfälligkeit** von Spanplatten zeigt sich besonders an beanspruchten Zonen. Zum Beispiel können Scharniere und Regalbodenhalterungen nach längerem Gebrauch oder höherer Belastung leicht **ausbrechen**.

Eindringende Feuchtigkeit führt zum **Aufquellen** von Küchenplatten, Kantenumleimer lösen sich. Die Reparatur ist in solchen Fällen oft nicht möglich.

Erfreulicherweise wird mancherorts durch die Einrichtung von **Reparaturcafés** nach dem Motto: „Reparieren statt Konsumieren“ oder in Selbsthilfekursen eine eigenständige Reparatur auch von Alltagsholzprodukten wie Möbeln und Fußbodenbelägen gefördert.



Abb. 62:
Ersatz eines tragenden Balkens im Dachstuhl eines historischen Wohnhauses. Ein unbeschädigter Originalbalken wird weiterverwendet.

Quelle: © ClipDealer



Abb. 63:
Anpassung eines Eichenbrettes für den Austausch eines Stückes mit Holzwurmbefall

Quelle: © ClipDealer



INFO

Oberflächenschutz als Gesichtspunkt für die Materialwahl

Der ökologische Aspekt sollte beim Oberflächenschutz berücksichtigt werden. Wird Holz im Außenbereich eingesetzt, empfehlen sich Sorten, die natürlichen Witterungsschutz bieten. Heimische Arten wie Lärche, Douglasie und Kiefer, aber auch Kernholz von Eiche und Robinie, können unbehandelt eingesetzt werden. Für längerfristige Verwendung sollte es im Außenbereich oberflächenbehandelt sein. Dies geschieht z. B. durch Kesseldruckimprägnierung, die unter hohem Druck Holzschutzmittel in die Holzfasern presst, wodurch behandelte Hölzer bis 15 Jahre witterungsbeständig werden. Allerdings muss dieses imprägnierte Holz als Sondermüll entsorgt werden.

Dabei sollte man anstelle von Lacken umweltschonende Lösungen wie Öle und Wachse bevorzugen, da die behandelten Hölzer nach Nutzung verbrannt werden können. Verwendet man wasserbasierte und damit lösungsmittelfreie Lasuren, ist darauf zu achten, dass sie frei von Ethylenglykolen und Titanoxid-Nanopartikeln sind. Diese reizen die Schleimhäute und verursachen Entzündungen. Gerade beim Abschleifen lasierter Hölzer besteht die Gefahr des Einatmens schädlicher Partikel. Auf lösungsmittelhaltige Lacke sollte aus Gründen des Gesundheits- und Umweltschutzes verzichtet werden.

Im Vergleich zu heimischen Hölzern zeigt sich Teakholz im Außenbereich überlegen. Es reißt und splittert nicht, ist durch seinen hohen Ölgehalt dauerhaft feuchtigkeitsresistent und muss nicht gegen Schädlingsbefall geschützt werden. Für den umweltbewussten Handwerker oder Verbraucher sollte die Herkunft des Holzes eine wichtige Rolle spielen. Stammt es aus ressourcenschonender Waldwirtschaft oder wird zertifiziertes Tropenholz gebraucht, das die Ökologie des Regenwaldes berücksichtigt? Auch die Ökobilanz von Plantagenholz ist oft problematisch, da Urwaldflächen abgeholzt und Pflanzenschutzmittel benötigt werden.



Abb. 64

Quelle: © ClipDealer



Abb. 65:

Imprägniertes Holz bietet auch gegen Regentropfen längerfristigen Oberflächenschutz

Quelle: © ClipDealer



Abb. 66

Quelle: © ClipDealer

Cradle to Cradle-Konzept

Industrielle Holzzeugnisse können zumeist am Ende ihrer Nutzungsdauer nur zu einem geringen Anteil im Recyclingprozess wiederverwertet werden. Selbst ressourcenschonende Werkstoffe wie die Spanplatte werden meist thermisch – durch Müllverbrennung – verwertet. Dieses Prinzip wird in der Abfallwirtschaft als **Cradle to Grave-Prinzip** (von der Wiege bis zum Grab) bezeichnet, da nach der thermischen Verwertung keine weitere Verwendung des Ausgangsmaterials erfolgen kann. Allerdings gibt es inzwischen starke Impulse, diese Sackgasse zugunsten eines Kreislaufprinzips zu verlassen. Das von dem amerikanischen Architekten

McDonough und dem deutschen Chemiker Braungart entwickelte Konzept setzt das Prinzip **Cradle to Cradle** – von der Wiege zur Wiege – als nachhaltige Alternative. Es sieht vor, dass auf der biologischen Seite gewonnene Materialien, zu denen auch Holz gehört, industriell so weiterverarbeitet werden, dass die Produkte nach Gebrauch rückstandsfrei demontiert und verwertet werden können. Dies funktioniert, wenn sich die Komponenten leicht trennen lassen und das Material wiederverwendet oder kompostiert werden kann. Dadurch entsteht wiederum Dünger für neue pflanzliche Rohmaterialien.

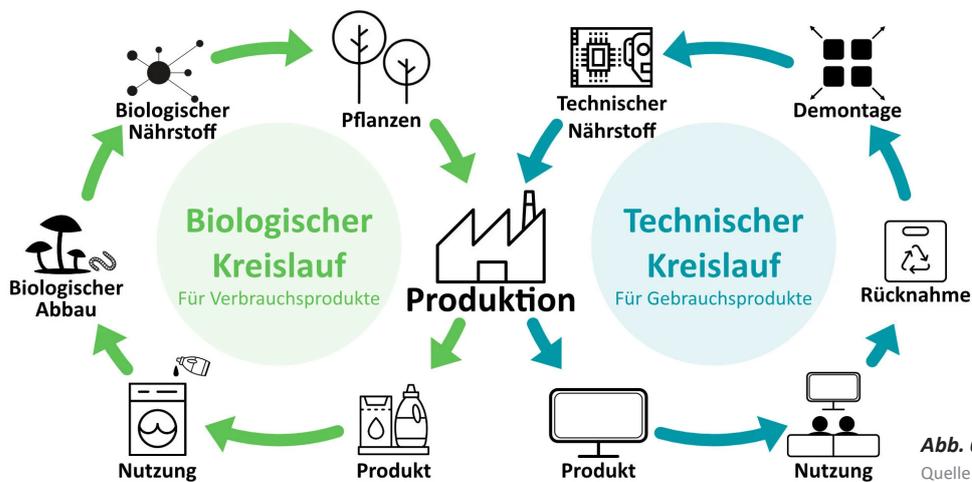


Abb. 67: Cradle-to-cradle-Prinzip
Quelle: Sulafa Isa, Berlin

INFO Wood-Plastic-Composites (Holz-Kunststoff-Verbundwerkstoffe)



Wood-Plastic-Composites sind Thermoplaste aus einem Gemisch von Holzfasern oder Holzmehl mit einer Kunststoffmatrix aus Polypropylen oder Polyethylen. Dabei beträgt der Holzanteil bis zu 90 %, zugefügte Additive sollen die Eigenschaften wie **Formbeständigkeit** oder **Brand-schutz** optimieren. Diese WPC finden vor allem im **Bau- außenbereich** (z. B. Terrassendielen, Dachverkleidungen), im **Möbelbau** (z. B. Regale, Gartenbänke), in der **Auto- mobilindustrie** (z. B. für Innenverkleidungen), aber auch im **Haushalt** (z. B. Schreibgeräte, Werkzeuggriffe) und im **Garten** (z. B. Hochbeete und Zäune) Verwendung. Im Vergleich zu Holzwerkstoffen wie Spanplatten zeigen WPC-Produkte eine **flexiblere Formbarkeit**, sie sind **wartungsarm, unempfindlicher gegenüber Feuchtigkeit** und damit **witterungsbeständig**. Allerdings weisen sie im Gegensatz zu Massivholz eine deutlich **reduzierte Bruch- festigkeit** auf. Das Recycling von WPC steckt derzeit noch in den Kinderschuhen. Während internes Recycling, d. h. die Wiederverwendung von Restmaterial innerhalb der Produktion problemlos funktioniert, fehlt es am Ende der Produktlebensdauer bislang an konkreten Alternativen zur thermischen Nutzung durch Müllverbrennung.

So ist noch nicht geklärt, wie sich die Struktur von WPC durch Abnutzung verändert und ob sich nach Gebrauch alternative Anwendungsmöglichkeiten finden lassen. Derzeit versucht die Forschung einen Recyclingweg für gealtertes WPC zu finden, so dass es als Beimischung für Neuproduktionen oder z. B. für die Verwendung in Spanplatten taugt.



Abb. 68: Verlegen von Terrassendielen aus WPC
Quelle: © ClipDealer