

LF 2 Bauteile manuell herstellen

01 Holz und Holzwerkstoffe

Werkstoff Holz

Holz

Holz als natürlich vorkommender, **nachwachsender Werkstoff** hat gegenüber den abbaubaren und nicht regenerativen (d.h. nachwachsenden) **Rohstoffen (Metall(erze)/ Kunststoffe)** auch im Bootsbau sowohl Vor- als Nachteile:

Als Vorteile sind zu nennen: 1. Die **Verfügbarkeit (nachwachsend)** 2. Die große Auswahl an **Eigenschaften (Funktion) und Erscheinungsformen (Optik)** 3. Der Preis

Nachteilig sind insbesondere 1. seine **Inhomogenität/ Heterogenität** (Ungleichmäßigkeit): der anatomische Aufbau im **Kern- und Splintholz** oder im **Früh- und Spätholz**. 2. Seine **Anisotropie**: als Faserwerkstoff zeigt Holz je nach Richtung der Einwirkung unterschiedliche Belastbarkeit (**Quellen und Schwinden**) 3. Holz ist **anfällig gegenüber Witterung** (Feuchtigkeit, Sonneneinstrahlung, Temperaturschwankungen...) und natürlichen Schädlingen (Pilze/ Muscheln/ Moose).

Den natürlichen „Unzulänglichkeiten“ weiß der Mensch beizukommen: Holz wird imprägniert, versiegelt oder „**gesperrt**“, und so ist Holz nach wie vor ein wichtiger Werkstoff im Bootsbau- wenn auch im zunehmenden Maße aus optischen Gründen und aus solchen der Exklusivität.

Als Plattenwerkstoff (**Tischlerplatte, Spanplatte, Sperrholz, Multiplex**) steht Holz heute derart zur Verfügung, dass insbesondere das „Verziehen“ (unterschiedliches Quell-/ Schwindverhalten) weitestgehend vermieden wird und somit die Unberechenbarkeit etwas abgemildert wird.

Dennoch spielt insbesondere die Anfälligkeit gegenüber Wasseraufnahme- bzw. Wasserabgabevermögen und das damit einhergehende Problem des Quellens und Schwindens insbesondere im Bootsbau nach wie vor eine entscheidende Rolle: Eine vormals gegen Wassereindringen dichte Außenhaut wird aufgrund der trocknenden und schrumpfenden Beplankung plötzlich undicht, oder eine dichte Außenhaut sprengt ihre Vernietung/ Verschraubung mit den Spanten aufgrund übermäßigen Quellens nach dem Zuwasserlassen.

Auftrag:

➔ Was bedeuten die Begriffe

1. Inhomogenität:

und

2. Anisotropie:

im Zusammenhang mit Holz?

LF 2 Bauteile manuell herstellen

01 Holz und Holzwerkstoffe

Werkstoff Holz

Bäume wachsen aufgrund klimatischer Verhältnisse schnell oder eher langsam:

„Tropische Bäume“ wachsen über das gesamte Jahr **gleichmäßig**, da jahreszeitlich bedingte Wachstumsperioden nicht existieren; die Temperaturen und der Niederschlag ändern sich über das Jahr kaum. Bei ihnen sind Jahrringe kaum oder gar nicht gegeneinander abzugrenzen.



Ein frisch gefällter Teakbaum enthüllt nur bedingt seine Geschichte....

Jahrringe sind kaum bis gar nicht erkennbar; die Unterteilung **in Kern- und Splintholz** hingegen fällt leicht: rotbraun das Kernholz, weißlich das Splintholz.

LF 2 Bauteile manuell herstellen

01 Holz und Holzwerkstoffe

Werkstoff Holz

Im Gegensatz dazu finden wir bei den europäischen oder heimischen Holzarten im Querschnitt die typische und vertraute Unterteilung in **Früh- und Spätholz**:



Die Jahrringe entstehen aufgrund verstärkten Wachstums während der Frühlings- und Sommermonate: Deutlich erkennbar sind die helleren **Frühholz**bereiche abgegrenzt gegen die späteren, dunkleren **Spätholz**bereiche. Das Frühholz (hell) steht u.a. für eine **geringe Dichte** und damit einhergehende **geringere Festigkeit**. Die dunkleren Spätholzzonen stellen die vegetativ (wachstumsbezogen) inaktiveren Zeiten dar. Sie sind gekennzeichnet durch **größere Dichte** (größeres Gewicht) und damit **höhere Festigkeit**.

Neben der Unterscheidung in Früh- und Spätholz ist im Laufe des Lebens eines Baumes auch die Unterscheidung in Kern- und Splintholz möglich und sinnvoll:



***Verkernung**[\[Bearbeiten\]](#) | [Quelltext bearbeiten](#)

→ Hauptartikel: [Kernholz](#)

Von der Verkernung von Holz spricht man, wenn die inneren **Wasserleitbahnen des Stammes unterbrochen werden und die Zellen absterben**. Dies geschieht bei Nadelhölzern durch *Verschließen der Hoftüpfel* und bei zahlreichen Laubhölzern durch eine [Verthyllung](#) der Zelllumen in einem Alter von ca. 20–40 Jahren. Danach **werden phenolische Kerninhaltsstoffe gebildet und in die Zellwände eingelagert, was oft zu einer Erhöhung der natürlichen Dauerhaftigkeit führt**. Ist der Kernbereich deutlich durch eine dunkle Färbung zu erkennen, spricht man von [Kernholzbäumen](#) (z. B. [Eiche](#), [Kiefer](#), [Douglasie](#), [Lärche](#), [Robinie](#)). Wenn kein Farbunterschied zu erkennen ist, aber über den *verringerten Feuchtigkeitsgehalt* darauf geschlossen werden kann, dass der Innenbereich *verkernt* ist, spricht man von [Reifholzbäumen](#) (z. B. [Fichte](#), [Tanne](#), [Linde](#), [Birnbaum](#)). [Reifholz](#) ist echtes Kernholz.

Zahlreiche Bäume neigen demgegenüber zu einer *fakultativen Verkernung* (z. B. Esche, Buche, Kirsche). Der Kern ist zwar farblich abgesetzt, man spricht aber von einem [Falschkern](#), da die *Kernbildung* nicht [endogen](#) und regelmäßig stattfindet, sondern durch [exogene](#) Einflüsse (Verletzungen) ausgelöst wird. Der Falschkern hat keine erhöhte Dauerhaftigkeit. **Als [Splintholz](#) bezeichnet man den Bereich des Stammes, der aktiv am Wasser- und Nährstofftransport und der Speicherung teilnimmt.**

LF 2 Bauteile manuell herstellen

01 Holz und Holzwerkstoffe

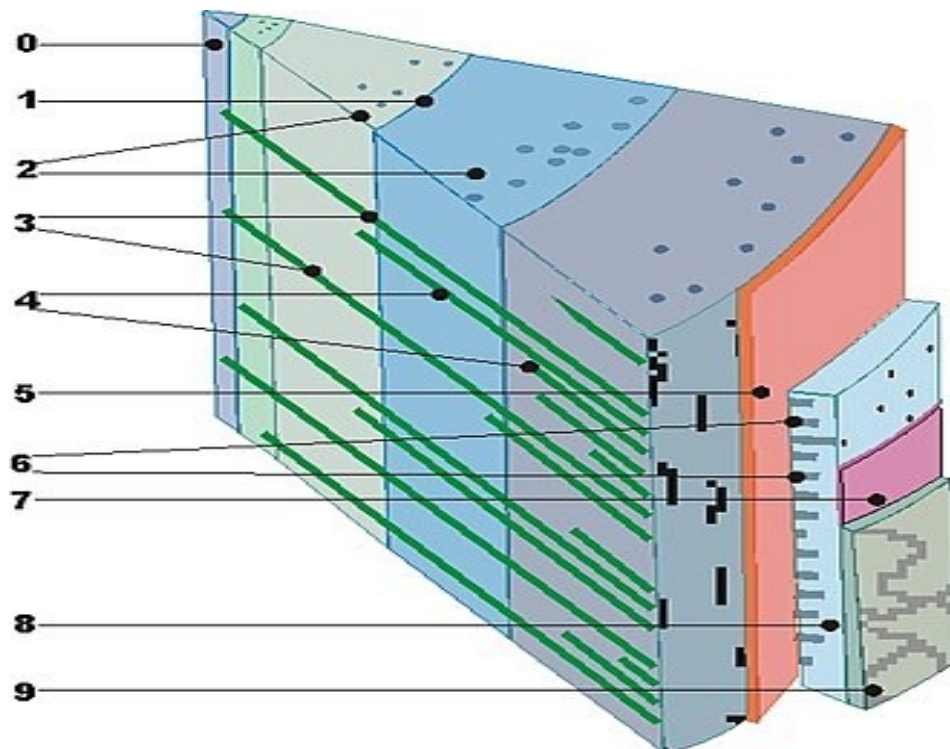
Werkstoff Holz

*Quelle: Wikipedia

Holzaufbau

Holz wird vom Kambium, dem Bildungsgewebe zwischen Holz und Rinde, gebildet (sekundäres Dickenwachstum).

Bei der Teilung einer Kambiumzelle entstehen zwei Zellen, von denen eine ihre Teilungsfähigkeit behält und zu einer neuen Initialzelle heranwächst. Aus der anderen wird eine Dauerzelle, die sich noch einmal oder mehrmals teilt. Aus den später zu Leitungs-, Festigungs- oder Speichergewebe ausdifferenzierenden Zellen entsteht nach innen Holz (sekundäres Xylem). Nach außen entsteht Bast (Phloem, sprich Phlo-em), aus dem die Innenrinde besteht und aus dem später die vom Phellogen gebildete Borke entsteht. Die Produktion von Xylemzellen übersteigt die Produktion von Phloemzellen um ein Vielfaches, so dass der Rindenanteil am gesamten Stamm nur etwa 5 bis 15 Prozent beträgt.



0 Mark, 1

Jahresringgrenze, 2 Harzkanäle, 3 primäre Holzstrahlen, 4 sekundäre Holzstrahlen, 5 Kambium, 6 Holzstrahlen des Bastes, 7 Korkkambium, 8 Bast, 9 Borke

In unseren Breiten gibt es klimatisch bedingt **vier** Wachstumsphasen:

1. Ruhephase (November bis Februar)
2. Mobilisierungsphase (März, April)
3. Wachstumsphase (**Mai bis Juli**): Holzzellen, die in dieser Jahreszeit entstehen, sind großlumig, dünnwandig und von heller Farbe und bilden das sogenannte **Frühholz**

LF 2 Bauteile manuell herstellen

01 Holz und Holzwerkstoffe

Werkstoff Holz

4. Depositionsphase (**August bis Oktober**): Holzzellen, die in dieser Jahreszeit entstehen, sind kleinlumig, dickwandig und von dunkler Farbe und bilden das sogenannte **Spätholz** (bzw. Herbstholz)

Durch dieses zyklische Wachstumsverhalten entstehen Jahresringe, die deutlich in einem Querschnitt durch einen Stamm erkennbar sind.

Eine **Klassifizierung** von Holz bietet sich zunächst nach seinem zellulären Aufbau an. Hier unterscheiden wir Nadel- von Laubhölzern.

Laubholz:

Das Laubholzgewebe ist wesentlich differenzierter als das des Nadelholzes. Man kann es in drei funktionale Gruppen einteilen.

1. Leitgewebe: Gefäße (Tracheen), Gefäßtracheiden

2. Festigungsgewebe: Libriformfasern, Fasertracheiden

3. Speichergewebe: Holzstrahlenparenchymzellen, Längsparenchymzellen, Epithelzellen

Charakteristisch für Laubhölzer sind die in Nadelhölzern nicht vorhandenen Gefäße. Sie sind oft mit bloßem Auge als kleine Poren im Holzquerschnitt und als Rillen im Tangentialschnitt zu erkennen. Nach der Anordnung dieser Tracheen unterscheidet man:

ringporige Hölzer (z. B. Eiche, Edelkastanie, Esche, Robinie, Ulme). Diese Arten bilden im Frühholz weitlumige Gefäße, im Spätholz hingegen vorwiegend englumige Tracheiden und Holzfasern.

halbringporige Hölzer (z. B. Nussbaum, Kirsche, Faulbaum)

zerstreutporige Hölzer (z. B. Birken, Erle, Linde, Pappel, Rotbuche, Weide). Diese Arten bilden während der ganzen Vegetationsperiode Gefäße mit ungefähr gleichem Lumen.

Die Zuwachszonen (Jahresringmuster) sowie die artspezifische Anordnung von Poren- und Parenchymsträngen ergeben die charakteristische Maserung der Holzarten.

Nadelholz:

Entwicklungsgeschichtlich sind Nadelhölzer älter als Laubhölzer, haben daher einen einfacheren anatomischen Zellaufbau als diese und besitzen nur zwei Zellarten.

LF 2 Bauteile manuell herstellen

01 Holz und Holzwerkstoffe

Werkstoff Holz

Tracheiden: Langgestreckte (prosenchymatische), an den Enden spitz zulaufende Zellen, die nur mit Luft oder Wasser gefüllt sind. Sie vereinigen Leitungs- und Festigungsfunktion und haben einen Anteil von 90 bis 100 Prozent der Holzsubstanz. Über sogenannte Tüpfel bzw. Hoftüpfel erfolgt der Wasseraustausch zwischen den Zellen. In den Holzstrahlen sorgen sie als Quertracheiden für den Wasser- und Nährstofftransport in radialer Richtung. Sie haben einen Anteil von 4 bis 12 Prozent an der gesamten Holzsubstanz.

Parenchymzellen: Im Längsschnitt meist rechteckige Zellen, die die Leitung von Nähr- und Wuchsstoffen sowie die Speicherung von Stärke und Fetten übernehmen. In radialer Richtung bilden sie als Holzstrahlparenchym den Großteil des Holzstrahlgewebes. Die die Harzkanäle umgebenden Parenchymzellen fungieren als Epithelzellen und produzieren das Harz, das sie in den Harzkanal ausscheiden.

Eine Einteilung der Hölzer erfolgt in **Hart- und Weichhölzer**:

Die Festigkeit des Holzes hängt maßgeblich von seiner Dichte ab. Jenseits einer Darrdichte (Darre = Holzfeuchte 0%) von $0,55 \text{ g/cm}^3$ sprechen wir von Hartholz, darunter von Weichholz. Die Unterscheidung Nadel= Weichholz, Laubholz= Hartholz ist somit falsch, wenn auch die überwiegende Mehrheit der Harthölzer Laubhölzer sind.

Eine weitere und im Bootsbau entscheidende Einteilung der Hölzer erfolgt nach **Beständigkeits- oder auch Dauerhaftigkeitsklassen**: Sie beziehen sich auf das jeweilige Kernholz. Splintholz ist aufgrund seiner **hygroskopischen (=wasseraufnehmenden/-abgebenden)** Eigenschaften als generell unbeständig (Klasse 5) einzustufen. Auch wenn z.B. Imprägnieren die Dauerhaftigkeit von Splintholz erhöhen kann, findet es bei der Gestaltung tragender Bauteile im Bootsbau keine Verwendung.

Nachfolgend ein Auszug aus

Dauerhaftigkeitsklassen nach DIN EN 350-2

Natürliche Dauerhaftigkeit ist die dem Holz eigene Widerstandsfähigkeit gegen einen Angriff durch holzerstörende Organismen.

Dabei gibt es die Bereiche, dauerhaft gegen

- holzerstörende Pilze
- holzerstörende Insekten, wie Hylotrupes bajulus, Anobium punctatum, Lyctus brunneus und Hesperophanes cinnereus
- Termiten

LF 2 Bauteile manuell herstellen

01 Holz und Holzwerkstoffe

Werkstoff Holz

- Holzschädlinge im Meerwasser

Die Dauerhaftigkeitsklassen sind

Klassifikation der natürlichen Dauerhaftigkeit gegen holzerstörende Pilze

1	sehr dauerhaft	z.B. Afzelia, Maobi, Bilinga, Greenheart, Padouk, asiat. Teak, Makoré
1-2	dauerhaft bis sehr dauerhaft	z.B. Robinie *)
2	dauerhaft	z.B. europ. Eiche, Edelkastanie, amer. Western Red Cedar, Bankirai, Bubinga, Merbau, Bongossi, Mahogany
2-3	mäßig dauerhaft bis dauerhaft	z.B. Yellow Cedar, amerik. Weißeiche
3	mäßig dauerhaft	z.B. Pitch Pine
3-4	wenig dauerhaft bis mäßig dauerhaft	z.B. europ. Lärche, europ. Douglasie
4	wenig dauerhaft	z.B. Tanne, Fichte, Ulme, amerik. Roteiche, Yellow Meranti,
5	nicht dauerhaft	z.B. Birke, Buche, Esche, Linde, White Meranti

*Aus <http://www.holzfragen.de/seiten/dauerhaftigkeitsklassen.html>

Werkzeuge der manuellen Holzbearbeitung:

Holz wird **spanend** oder **schabend** (abrasiv) bearbeitet.

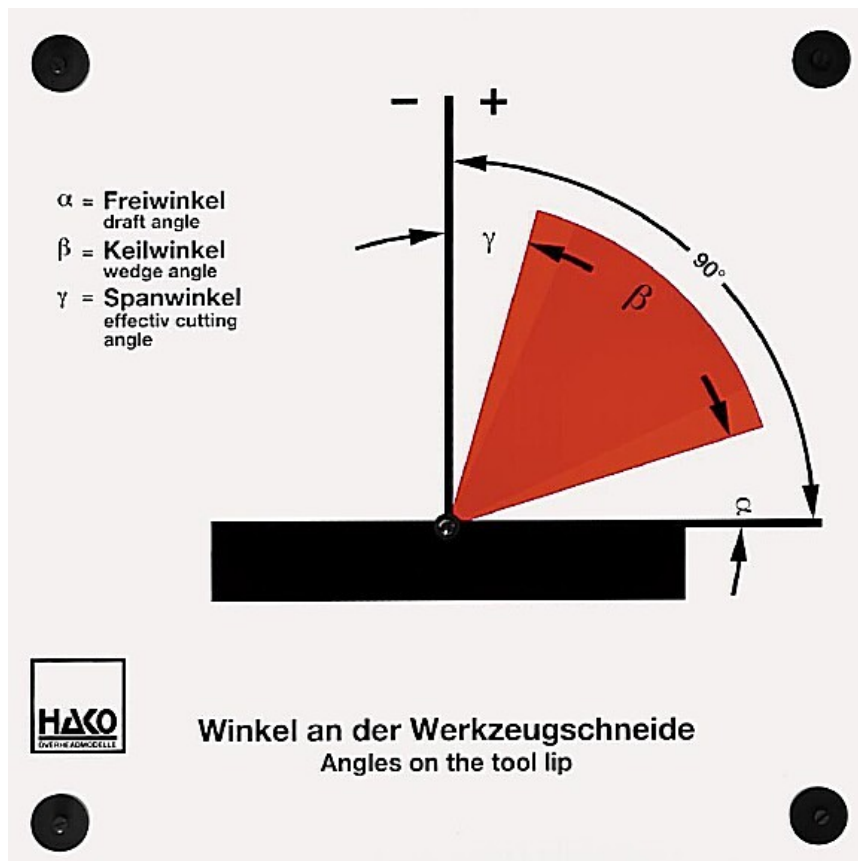
Beim Zerspanen werden Späne mittels Keil vom Holz abgetragen. Einstufige Werkzeuge werden durch die Dimensionierung des Keils und dem Eintrittswinkel in das Werkstück charakterisiert. Bei mehrstufigen Schneiden (Bsp. Sägen) stehen diese teilweise noch im seitlichen Versatz. Dies wird als Schränkung bezeichnet. Schematisch sind alle Schneiden wie folgt aufgebaut:

LF 2 Bauteile manuell herstellen

01 Holz und Holzwerkstoffe

Werkstoff Holz

Die Werkzeugschneide



Die **Summe** aus **Freiwinkel** und **Keilwinkel** wird auch als **Schnittwinkel** bezeichnet.