

Das „Classic Forum“ präsentiert:

Fachartikel
– Arbeit = Masten & Spieren –

**Wichtige
Arbeits-
Informationen**

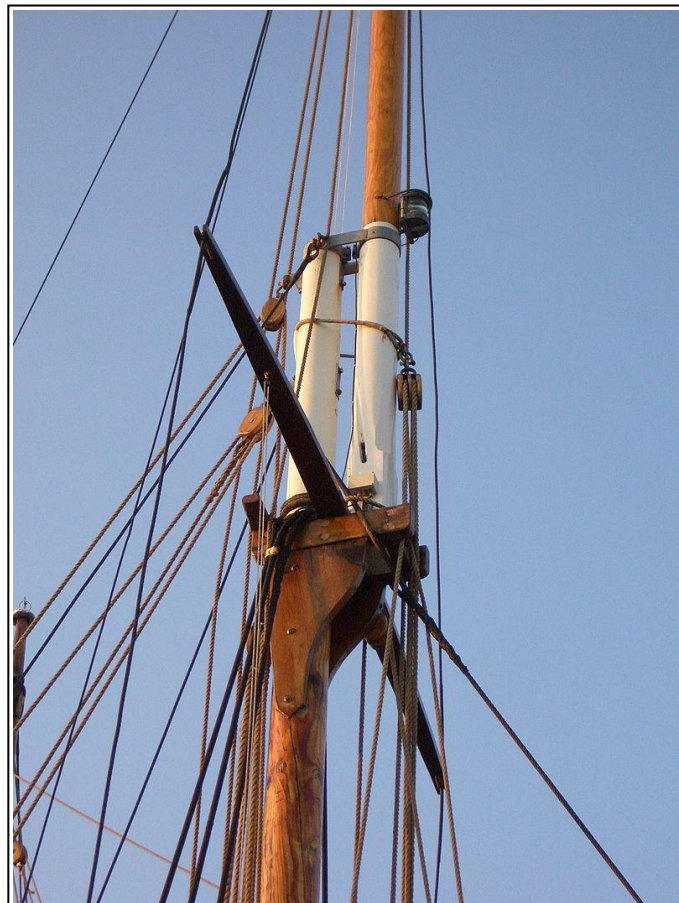
2404-2023

Holz III

Masten & Spieren

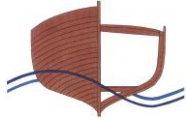
**Arten, technische Merkmale
und Herstellung**

von *Bernd Klabunde*



© **Bernd Klabunde, Eckernförde**

Alle Rechte vorbehalten. – Kein Teil dieses Textes oder irgendeine Abbildung dürfen ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verfassers in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder irgendeine andere Art genutzt oder verbreitet werden.



Vorwort

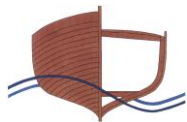
Angeregt durch einen Mitstreiter des „**Classic Forum**“ habe ich meine schon länger schriftlich vorhandenen Informationen nun überarbeitet und in diesem Fachartikel zusammengefasst. Sinn dabei ist „zu verklaren“ wie „Stengen“ usw. hergestellt werden können und was das für die Stabilität bedeutet.

Die besonders hölzernen Masten, „Stangen“, „Stengen“ oder auch „Spieren“ eines Segelbootes sollen Thema dieser Bearbeitung sein; darum

Mast, Gross- und Spinnaker-Baum waren bei Piraten-Jollen früher - nach Bauvorschrift und wie bei allen Schiffen jener Zeit - nur aus Holz, wobei lediglich die Abmessungen zu beachten waren. Ansonsten war ihre Konstruktion/ihr Aufbau freigestellt, - nur oval oder rund (=Piraten-Mast), bzw. rund (=Piraten-Baum) mussten sie sein. Als Holz wurde zumeist *Spruce*, eine nordeuropäische Fichtenart, genommen, die sehr biegefest ist und sich somit dafür eignete. *Spruce* ist dabei auch ein Sammelname für Fichtenholz allgemein, wobei jedoch hier für *Spruce* immer gemeint ist: *picea abies* = *picea exelsa*, Kurzzeichen nach DIN 4076/I = FI.

Auch heute werden noch hölzerne Jollen gebaut, bei denen Mast und Bäume (die ich nach-folgend auch „Spieren“ nenne, womit nicht der Mast gemeint ist!) aus diesem Material sind. Aber die meisten Masten und Spieren entstehen heutzutage aus *Aluminium*-Legierungen (nach der Piraten-Bauvorschrift seit 1971 erlaubt) oder ggf. sogar nur aus Kunststoff (vorzugsweise *Kohlefasern*, *Karbon* usw.).

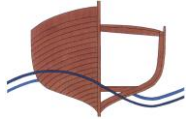
Ab und zu erreichen mich Anfragen, „woher jemand denn einen Holzmast/-baum bekommen könne“ und ich muss dann meist passen. Andererseits weiss ich, dass leider immer mehr Holz-Jollen von der Bühne verschwinden, von denen so manche Teile - nicht nur deren Masten oder Bäume - noch von anderen gebraucht werden könnten. Ja, wenn ich all' diese Informationen bekommen würde! Bitte informiert darum andere ebenfalls hierzu, dass man mich bei einer „anstehenden Vernichtung“ eines unserer Holzboote unterrichtet! So könnten vielleicht noch zudem alte Beschläge, eine Gabelpinne, die Grätings usw. gerettet werden! und diese Teile gibt es nicht mehr auf dem Markt oder müssen dann sonst arbeitsreich extra hergestellt werden.



Inhaltsverzeichnis

Eine Übersicht der nachfolgend angesprochenen Themenbereiche:

Vorwort	Seite	2
Inhaltsverzeichnis	Seite	3
Grundsätzliches	Seite	4
Problematik	Seite	4
Allgemeine Tips zum Kleben, bzw. dem Umgang mit Klebemitteln	Seite	5
Wichtige Hinweise zur Gesundheit!	Seite	6
Begrifflichkeiten zu Klebmitteln	Seite	7
Holz zum Bau von Masten und Spieren	Seite	9
Voraussetzungen zum Bau von Mast und Spieren	Seite	11
Bauliche Voraussetzungen	Seite	11
Beispielhafte Angaben zur Piraten-Jolle	Seite	13
Herstellen von Mast und Spieren	Seite	15
Hilfsmittel: Lochschablone	Seite	15
Hilfsmittel: Dicken-Messgerät	Seite	15
Berechnungen	Seite	16
Massivholz	Seite	17
Vollholz (aus Einzelteilen)	Seite	17
Hohl (aus 2 Halbschalen)	Seite	18
Hohl (aus 4 Einzelteilen)	Seite	19
Hohl (aus mehr als 4 Einzelteilen)	Seite	19
Arbeiten mit Kohlefasergewebe	Seite	20
Mastscheibe/-rolle	Seite	21
Anbringen von Beschlägen	Seite	21
Reparatur von Mast und Spieren	Seite	22
Ansetzen von Teilen	Seite	22
Einsetzen von Teilen	Seite	22
Bearbeiten von Rissen	Seite	23
Bearbeiten von Druckstellen	Seite	24
Schraubenlöcher	Seite	24
Lagerung und Aufriggen / Montage von Mast und Spieren	Seite	25
Lagerung von Mast und Spieren	Seite	25
Aufriggen / Montage von Mast und Spieren	Seite	25
Kontrolle und Pflege von Mast und Spieren	Seite	26
Beschläge	Seite	26
Dunkle Stellen	Seite	26
Enden (Fuss, Top usw.)	Seite	26
Mastscheibe/-rolle	Seite	27
Nähte und Lack	Seite	27
Nut	Seite	27
Schlusswort	Seite	28
Anhang	Seite	29
1 Verwendete und weiterführende Literatur und Unterlagen	Seite	29
2 Nachweise der enthaltenen Abbildungen und Tabellen	Seite	30



Grundsätzliches

Masten und Spieren wurden (ganz) früher selbstverständlich aus einem Stück Holz hergestellt und dazu einfach ein gerader Baum gefällt und dieser bearbeitet. Später war man weiter, was die Erkenntnisse über die Verbesserung der Stabilität von solchen Holzteilen betraf, indem man diese aus verschiedenen Einzelteilen „baute“. – Hölzerne Masten und Spieren sind, wenn sie denn gut und stark konstruiert wurden, denen aus *Aluminium* durchaus ebenbürtig, wenn nicht gar überlegen und ermüdet nicht so leicht! Nur solche, die ausschliesslich aus *Kohlefaser* oder *Karbon* hergestellt werden, „schlagen“ beide. Aber auf ein hölzernes Segelboot gehören eben nun einmal Masten und Bäume aus Holz - oder?!

Diese wurden/werden grundsätzlich auf verschiedene Art hergestellt:

- *aus Massivholz* = ein voller Stamm=gewachsenes Holz;
- *aus Vollholz* = aus Einzelteilen zusammengesetzt/-geleimt (=„gebautes“ Teil);
- *hohl* = aus Halbschalen oder aus 4 oder mehr Einzelteilen.

Zusätzlich können zusammengesetzte Masten und Spieren in den Klebefugen heutzutage mit Streifen eines *Kohlefaser*-Gewebes verstärkt werden.

Problematik

Nun haben, wenn die Segel angeschlagen sind und der Wind seinen Druck ausübt, Mast und Baum eine Eigenschaft, nämlich dass sie sich verbiegen können (besonders, wenn die Wanten zum Mast nicht korrekt eingestellt sind). Gerade runde Formen neigen sehr dazu (aus diesem Grund wurden/werden sie auch teilweise z.B. in ovaler oder viereckiger Form hergestellt).

Nehmen wir als Beispiel den Gross-Baum bei einer Jolle: wir haben einen sehr guten Wind von Bft. 4-5 Windstärken und fahren einen Kurs hoch am Wind. Die Schot ist dichtgeholt und der Druck auf das Segel entsprechend gross. Nun hat dieses Segel ein Vorliek, welches in der Nut (auch „Keep“, „Kiep“ oder in Norddeutschland auch „Göhl“ genannt) des Mastes fixiert ist. Das Unterliek ist in der Nut des Gross-Baumes eingeführt und dieser Baum hat einen (relativ) festen Haltepunkt am Mast. Nur das Achterliek ist frei. Da der Druck auf das Gross-Segel den „Weg des geringsten Widerstandes“ gehen wird, hat das Segel das Bestreben die Gerade (=Hypotenuse oder längste Strecke in einem Dreieck) zwischen Baum-Nock und Top des Mastes zu verkürzen. Das Ergebnis ist:

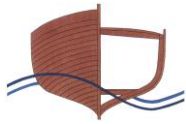
- *der Baum steigt mit seiner Nock nach oben*
= *der Winkel zwischen Mast und Baum wird kleiner als z.B. die angenommenen 90°;*
- *das Achterliek „macht einen Bogen“ nach Lee*
= *dadurch verringert sich der Druck auf die Segelfläche;*
- *das Gross wird dadurch bauchiger*
= *was auch geschieht, wenn wir z.B. bei einer Bö die Schot des Gross loswerfen (Baum steigt);*
- *der Druck auf das Segel reduziert sich*
= *was in einer Gefahren-Situation auch Sinn und Zweck ist* *und*
- *das Schiff verliert an Vortrieb (=Geschwindigkeit)*
= *was allerdings bei einem normalen Segeln nicht unbedingt das Ziel ist.*

In einem solchen Falle werden wir den Schotwagen am Baum für das Gross weit achtern einstellen, um den Hebelarm zu verlängern und die Kraft der Schot zu verbessern: wir versuchen einen Ausgleich. Doch dieses wird uns letztlich nicht unbedingt gelingen, wenn der hölzerne Baum z.B. einer Piraten-Jolle nach Vorschrift nur einen Durchmesser von 46 mm (am Mast), 55 mm (in der Mitte) und 50 mm (an der Nock) hat: ein (Massiv- oder Vollholz-) Baum (oder sogar der Mast) wird sich ggf. trotzdem durchbiegen oder - im Extremfall - gar brechen!

Um derartigen Problematiken aus dem Wege zu gehen, hat man schon sehr früh mit der Suche nach Auswegen begonnen. Es boten/bieten sich dazu an:

- **Vergrosserung der einzelnen Durchmesser**

Würde man den Durchmesser so vergrössern, dass er alle (?) Kräfte auffangen kann, wären die Proportionen nicht mehr gewahrt, auch würde das Teil an Gewicht zunehmen.



Der Schwerpunkt eines Schiffes würde sich zudem nach oben verlagern, was der Stabilität eines Segelbootes nicht zuträglich ist. Allerdings wurden die Querschnitte bei Mast und Bäumen in Längsrichtung des Schiffes vergrößert, da dort stärkeren Kräften entgegen zu wirken ist.

- Einsetzen von Hartholzteilen an der Oberseite zur Verstärkung

Da ein Baum in erster Linie aus Spruce hergestellt wird und dieses ein Nadelholz ist, sind die Biege- und Druckfestigkeiten nicht sehr hoch - im Verhältnis zu Laubholz. Das Einsetzen von Längsstreifen aus Hartholz (=von Laubbäumen) soll verhindern, dass sich der Baum im oberen Bereich durch Biegung zu sehr stauchen lässt.

- Bau von hohlen Masten und Spieren

Die Statik und verschiedene technische Untersuchungen belegen, dass die Stabilität eines Röhrenkörpers fast der eines Vollkörpers entspricht (etwa 96 zu 100 %), aber ein solches Element z.B. rund 30 % leichter sein kann, wenn die Querschnittsfläche nur noch 69 % beträgt. Und die Biegefestigkeit entspricht immerhin noch etwa 94 % der eines Massiv- oder Vollholz-Mastes oder -Baumes (grobe Regel für die Schalendicke: 20 % des Gesamtdurchmessers). Ausserdem verziehen sich hohle Formen nicht so schnell, wie die aus Massiv- oder Vollholz. Durch dieses Gewichtersparnis wird der Schwerpunkt eines Segelbootes nach unten verlagert. Die Herstellung ist natürlich aufwendiger, womit der Aufwand steigt, wenn wir Mast und Baum so anfertigen (lassen).

- Bau von hohlen Masten und Spieren, u.U. unter Verwendung von Kohlefaserstreifen

Dieser Weg beim Bau wird immer häufiger beschritten, denn es hat sich herausgestellt, dass selbst ein hohler Mast oder Baum mit nur noch 50 %iger Querschnittsfläche (!) - in Verbindung mit inneren Gewebestreifen aus Kohlefasern - dann trotzdem höhere Festigkeitswerte aufweist als welche, die aus Massiv- oder Vollholz hergestellt wurden.

Allgemeine Tips zum Kleben, bzw. zum Umgang mit Klebemitteln

TIP: Die Flächen der Teile, die zusammengeführt werden sollen, müssen unbedingt vollkommen trocken, frei von Fett und Staub und sonstigen fremden Bestandteilen sein, will man eine wirklich feste Verbindung herstellen (Ausnahme=Spezial-Kleber).

TIP: Unterliegen die zu verklebenden Materialien einer Veränderung ihrer Abmessungen (z.B. durch Wärme), so dürfen hierbei nur elastische Kleber benutzt werden (z.B. plastomere oder elastomere Kleber), da sonst keine Dichtigkeit zu erreichen ist (eine Festigkeit ist zudem sehr fraglich).

TIP: Beim Kleben von Stössen sollten diese Flächen leicht (mit 100er Papier) zu einer sehr flachen Hohlkehle geschliffen werden (Tiefe: etwa 250-500/1.000 mm).

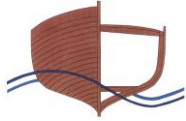
TIP: Beim Verarbeiten sollte es nicht zu kalt sein (möglichst nicht unter plus 10°C.!). Ein Erhöhen der (Umgebungs-)Temperatur durch Heizlüfter usw. ist dann möglich, wenn dabei die zugeführte Wärme (im Material) nicht zu einer „Hitze“ wird. Dadurch verringert sich - normalerweise - die Abbindezeit des Klebers wesentlich - und auch die Aushärtung verkürzt sich.

TIP: Glatte Flächen, die durch das Beschleifen entstanden sind, sollten leicht angeraut werden, damit die Haftfähigkeit vergrößert wird. Bei manchen Klebern muss zudem eine spezielle Grundierung aufgetragen werden, bevor zum Klebevorgang übergegangen werden kann.

TIP: Den Kleber nicht zu dick auftragen, denn „weniger ist mehr“!

TIP: Werden für den Andruck zur Verteilung derselben Hölzer usw. verwendet, so empfiehlt sich eine Lage Papier zwischen dem geleimten und dem Druckholz zu legen. Auch die Zwinde usw. sollte so „isoliert“ werden, sonst werden „zusätzliche Teile“ durch hervorquellenden Leim gleich „mitverleimt“. – Zwingen usw. nie direkt auf das zu verklebende Teil ansetzen (es können Druckstellen entstehen!), vielmehr ein Stück breiteres Holz dazwischen legen!

TIP: Durch den Pressvorgang heraustretender Kleber sollte sofort abgewischt/entfernt werden, bevor dieser hart wird!



Das „Classic Forum“ präsentiert:

Fachartikel – Arbeit = Masten & Spieren –

Wichtige
Arbeits-
Informationen

TIP:

Beim Kleben von Stößen sollten diese Flächen leicht (mit 100er Papier) zu einer sehr flachen Hohlkehle geschliffen werden (Tiefe: etwa 250-500/1.000 mm).

Wesentlich ausführlicher habe ich mich mit den „Klebemitteln“ in meiner Bearbeitung

„Klebemittel I - Klebstoffe - Arten, technische Merkmale und Verarbeitung“

mit dem Thema beschäftigt, welches (fast) alles verbindet.

Hinweise zur Gesundheit

Da die Herstellung von Mast und Spieren auch immer mit Klebern zu tun hat, nachfolgend ein paar Infos zur Gesundheit, denn die verschiedenen Klebemittel enthalten häufig giftige Lösungsmittel (**VORSICHT!**) (nicht alle Mittel die Wasser dafür nehmen, sind auch für verschiedene Klebe-Bereiche geeignet). In Klebern werden in erster Linie folgende der Gesundheit nicht zuträgliche organischen Lösungsmittel eingesetzt, so da sind:

- Äthanol,
- Azeton,
- Butanon (Methylethylketon),
- Cyclohexanon,
- Dichlormethan (Methylenchlorid),
- Ethanol,
- Ethylacetat (Essigester),
- Methylacetat,
- Methylisobuthylketon,
- Toluol,
- Trichlorethan,
- Trichlorethylen,
- Xylol.

VORSICHT:

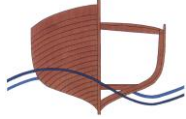
In Extremfällen wird durch die Lösungsmittel das *Zentrale Nervensystem* angegriffen, es können *Allergien* ausgelöst werden oder *chronische Schäden* entstehen! – Manche Klebemittel diffundieren auch durch die Haut, wenn denn z.B. mit den Fingern eine Fuge glattgestrichen wird (z.B. bei Kautschuk-Klebern).

VORSICHT:

Da Klebemittel sehr häufig chemische Produkte sind, sind deren Bestandteile - für uns Anwender - nicht immer bekannt. Enthaltene Lösungsmittel können, wenn diese sich in der Luft befinden, entzündlich sein! – Also: auch darum unbedingt für gute Belüftung sorgen!!

VORSICHT:

Um - wenigstens - etwas dagegen zu unternehmen, sollten die Gebinde nicht offen stehen-gelassen und bei Arbeiten immer für eine gute Lüftung gesorgt werden!!



Begrifflichkeiten zu Klebemitteln

Bei den Beschreibungen auf Verpackungen usw. zu Klebemitteln, die für die Herstellung von Masten und Spieren notwendig sind, gibt es einige Begriffe, die ein paar Worte bedürfen, da diese dort zumeist nicht erklärt werden:

Abbindezeit

Dieser Begriff entspricht der Dauer vom Auftrag (und dem anschliessenden Zusammenfügen der Teile) bis zu dem Zeitpunkt, da schon eine leichte Belastung erfolgen kann (z.B. zum Transport).

Aushärtzeit

Gemeint ist die Zeit, bis das Klebemittel vollkommen ausgehärtet ist, also ggf. auch die Lösungsmittel vollkommen „verduftet“ sind.

Dickungsmittel, Füllmittel, Füllstoffe

Geeignete feingemahlene Stoffe ohne eine eigene Klebefähigkeit (z.B. Kreide). Sie vergrössern das Volumen des zu verarbeitenden Leimes und verringern dadurch die Kosten des Leimens. Solche Mittel sind jedoch im Bootsbereich nicht geeignet!

Kreide als Bestandteil kann ganz erheblich Feuchtigkeit aufnehmen, wodurch sich wohl einerseits eine gewünschte Vergrösserung des Volumens ergibt, andererseits aber durch diese Aufnahmefähigkeit von Feuchtigkeit zu einer entscheidenden Beeinträchtigung der Klebeverbindung kommt!

Geschlossene Zeit

Im Gegensatz zur „offenen Zeit“ ist hier die Dauer gemeint, die zwischen dem Vereinen und dem Zusammenpressen der Teile verbleibt.

Kaltverklebung

Von einer *Kaltverklebung* wird gesprochen, wenn die Temperatur plus 5-30°C. beträgt, während sie bei einer *Warmverklebung* (= *Heissverklebung*) zwischen +30 und +200°C. und darüber liegt.

Leimflotte

Damit ist die Dicke, bzw. die Menge (in Gramm/m²) des Leimauftrages gemeint.

Offene Zeit (auch „Wartezeit“ genannt)

Dabei wird der Zeitraum angesprochen, der zwischen dem Auftragen des Klebemittels und dem Zusammenfügen der Teile zur Verfügung besteht.

Pressdruck

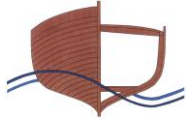
Es handelt sich um die Stärke des Druckes, die notwendig ist, um eine optimale Verklebung zu erreichen. Je nach Klebemittel und Material kann sie sehr unterschiedlich sein!

Presszeit

Gemeint ist die Dauer vom Beginn bis zum Ende des vollen „Pressdruckes“. Bei manchen Klebemitteln ist auch die (Mindest-)Dauer des Druckes für die Qualität der Verbindung entscheidend, was hiermit gemeint ist. Sie kann aber auch von anderen Umständen abhängig sein, wie Feuchtigkeit des Materiales oder der Art des Klebemittels.

Reifezeit

Hierbei handelt es sich um die Zeitspanne zwischen dem Anrühren/Ansetzen eines Klebemittels und der Gebrauchsfähigkeit desselben. Erst nach dieser Zeit darf der Kleber benutzt werden.



Das „Classic Forum“ präsentiert:

Fachartikel

– Arbeit = Masten & Spieren –

**Wichtige
Arbeits-
Informationen**

Streckmittel

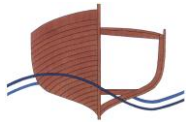
Feingemahlene, quellfähige organische Stoffe mit einer eigenen Klebekraft (z.B. Stärken) haben den Vorteil, dass dadurch die Leimkosten gesenkt werden können. Ausserdem werden zudem Elastizität, Füllkraft und Viskosität erhöht und ein Leimdurchschlag verhindert.

Topfzeit oder Gebrauchsdauer

Es handelt sich um die Dauer, in der das angerührte/angesetzte Klebemittel gebrauchsfertig bleibt. Danach ist der Kleber unbrauchbar!

Verarbeitungstemperatur

Die Hersteller geben dazu genaue Celsius-Bereiche an, die unbedingt einzuhalten sind, da sonst keine einwandfreie Verklebung erzielt wird.



Holz zum Bau von Masten und Spieren

Wichtig bei der Auswahl des Holzes ist, dass dieses leicht sein muss (denken wir an den Schwerpunkt!), es aber trotzdem eine hohe Festigkeit aufzuweisen hat und eine genügende Elastizität besitzt. Diese Eigenschaften besitzt im Prinzip das Nadelholz - und davon besonders *Spruce*. Dieses muss jedoch zwingend einwandfrei sein:

- keine Harzgallen** = sonst festigkeitsmindernd, Erschwerung der Oberflächenbehandlung;
- gerader Wuchs** = nicht den geringste Drehwuchs darf vorhanden sein;
- keine Astlöcher** = (fast keine)denn diese schwächen das Holz stark;
- keine Risse** = sonst stimmt etwas nicht mit dem Holz (z.B. Trocknungs-, Windrisse);
- keine Verfärbungen** = diese deuten sonst auf Blaufäule oder andere Unregelmässigkeiten;
- gute Werte** = Werte von *Spruce*: eine Biegefestigkeit von mehr als 60-70 N/mm² und eine Druckfestigkeit von nicht weniger als 40-45 N/mm²; Gewicht: 600 kg/m³/frisch, 470-520 kg/m³/lufttrocken (bei 15 % Holzfeuchtigkeit).

Da Nadelholz aber zumeist nicht über eine ausreichende äussere Resistenz gegenüber Pilzen verfügt, muss unbedingt ein Holzschutz aufgetragen werden!

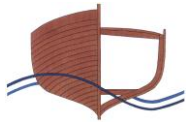
Nach meinen Unterlagen werden diese Bedingungen (s.o.) für Mast und Spieren nur noch von folgenden Holzarten erfüllt:

- Hemlock** = Kurzzeichen nach DIN 4076/I = HEL,
tsuga heterophylla und *abies amabilis* (Nordamerika),
Biegefestigkeit=83 N/mm², Druckfestigkeit=55 N/mm²,
- Bemerkung: schwerer als *Spruce*
(Gewicht: 650 kg/m³/frisch, 490-520 kg/m³/lufttrocken);
- Kiefer** = Kurzzeichen nach DIN 4076/I = KI,
pinus sylvestris (Europa, Kleinasien, Nordsibirien),
Biegefestigkeit=81 N/mm², Druckfestigkeit=45 N/mm²,
- Bemerkung: wesentlich schwerer als *Spruce*, harzig
(Gewicht: 800 kg/m³/frisch, 520-630 kg/m³/lufttrocken).
- Sitka** = (auch: *Sitka Spruce* genannt), Kurzzeichen nach DIN 4076/I = FIS,
picea sitchensis (Nordamerika),
Biegefestigkeit=71 N/mm², Druckfestigkeit=41 N/mm²,
- Bemerkung: schwerer als *Spruce*
(Gewicht: NB kg/m³/frisch, 480 kg/m³/lufttrocken);

Weitere Informationen zum Thema „Holz-Arten“ sind zu finden in meiner Bearbeitung:

„Holz I – Holzarten – Technische Merkmale, Pflege und Schutzmittel“

Diese genannten Hölzer (ggf. auch *Douglasie* oder *Lärche*) können genommen werden, wenn diese in ebenso guter Qualität erhältlich sind, wie das vielleicht nicht zu bekommende *Spruce*. – Allerdings ist z.B. die manchmal vorgeschlagene *Esche* (wie überall im Bootsbau) keinesfalls zu empfehlen, denn sie verrottet sehr leicht innerhalb einer Lackierung.



Das Holz dafür sollte also unbedingt von einem (fast) astreinen „Erdstamm“ genommen werden, wie der unterste Teil eines Baumstammes bezeichnet wird. Bei der Beurteilung der Güte gibt es dabei die Klassen I, II, III und IV, wobei für uns nur die Klasse I in Frage kommt. Weitere Informationen dazu sind zu finden in: DIN 68256 („Gütemerkmale“) und DIN 4070 („Güteklassen“ - nach der technischen Verwendbarkeit). Allerdings gibt es noch eine Reihe von Klassifizierungen (sogar spezifisch nach Bundesländern!), die eine Wahl erschweren können. Es gibt auch Güteklassen, die sich in **A**, **B** und **C** unterteilen, wobei dann für uns nur die Güteklasse **A** brauchbar ist. Also: immer nur die 1. Wahl nehmen! – Bei den Schnittklassen wird wiederum unterschieden in

Klasse S	=	vollkantig;
Klasse A	=	Kanten sind (leicht) gebrochen (z.B. durch Rinde), maximal 1/8 d. Höhe;
Klasse B	=	Kanten sind gebrochen, maximal 1/3 der Höhe;
Klasse C	=	Kanten sind stark gebrochen, mehr als 1/3 der Höhe.

Solange die minimalsten Abmessungen dem gewünschten/notwendigen Durchmesser, bzw. Querschnitt von Mast und Spiere entsprechen, kann das Holz aller Schnittklassen genommen werden. Gemessen wird selbstverständlich immer ohne Rinde und mit einem Bearbeitungszuschlag auf den maximalen zukünftigen Durchmesser von 10-20 mm!

Werden für den Bau von hohlen Masten und Bäumen Bretter verwendet, so ist darauf zu achten, dass es sich um „Kern-“ oder „Herzbretter“ handelt und in diesen keine „Markröhre“ (=Kern eines Stammes) vorhanden ist (siehe Zeichnung 1). Auf diese „Markröhren“ sollte grosszügig verzichtet werden, denn sie haben bei Feuchtigkeit (hier und nachfolgend ist immer auch die Feuchtigkeit in der uns umgebenden Luft gemeint!) ein anderes Verhalten. „Mittel-“ oder gar „Seitenbretter“ sollten nicht genommen werden, denn bei ihnen verändern sich durch Feuchtigkeit ebenfalls die Formen.

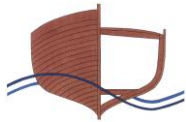


(Diese und die nachfolgenden Zeichnungen sind nur Schema-Zeichnungen, d.h. sie sind nicht massstabgerecht!)

Natürlich wird es nicht ganz einfach sein, solches Holz zu bekommen, aber wir wollen am Ende doch ein Produkt erhalten, das über Jahre hinweg keine Probleme schafft. Also werden wir die Holzhändler abtelefonieren oder anschreiben (schriftlich ist immer besser!) und ihnen ganz klipp und klar unsere Wünsche mitteilen (und ggf. das Holz extra für uns bestellen/ordern lassen / siehe dazu die entsprechende Adressenliste im Anhang). „Mitteilen können“, weil wir Ahnung vom Holz haben/uns dieses Wissen angeeignet haben! – Beim Kauf des Holzes werden wir uns selbstverständlich unsere Wünsche/Anforderungen vom Händler anschliessend auch noch schriftlich auf der Quittung bestätigen lassen!

Nun stellt sich noch eine wichtige Frage: wie erkennt man - neben der optischen Einwandfreiheit -, dass es sich wirklich um diese oder jene Holzart handelt. Ein solcher Kauf hat selbstverständlich auch etwas mit „Vertrauen“ zu tun und so werden wir uns auf die Aussagen (und die ggf. vorgelegten Papiere) des Holzhändlers - wohl oder übel - verlassen müssen. – Überhaupt sollte man beim Kauf von Baumaterial für das Boot sehr auf die wirkliche Qualität achten, sich genaue Daten geben lassen und sich nicht so sehr durch Optik (allein) und „gute Worte“ blenden lassen!

Bei diesen ganzen Themen gehe ich immer von Masten oder Spieren aus, die anschliessend einen Überzug aus Klarlack erhalten. Sollte jedoch Farbe verwendet werden, so behalten aber trotzdem die meisten kommenden Hinweise ihre Gültigkeit.



Voraussetzungen zum Bau von Mast und Spieren

Bei den folgenden Informationen unterscheide ich nicht in Mast, Gross-Baum oder Spinnaker-Baum, denn die Bauweise ist im Prinzip gleich. Allerdings muss das Holz beim Bau einen Feuchtigkeitsgehalt von 16-18 % haben (frisches Holz hat 50-100 %), was auch bei der Bestellung wichtig ist!

Bauliche Voraussetzungen

Was wir wenigstens benötigen, ist eine ebene waagerechte Fläche (ggf. reichen etliche Böcke) in einem Raum mit beständiger Temperatur und Luftfeuchtigkeit (wegen der optimalen Klebungen). Dieser Raum sollte wenigstens die minimale Länge der Holzteile haben, die wir herstellen wollen.

An Maschinen werden, neben selbstverständlich einer Bohrmaschine, benötigt:

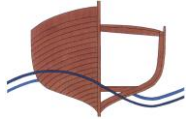
- Bandschleifer = Zum äusseren (grogen bis) feinen Bearbeiten des Holzes (unbedingt mit Absaugmöglichkeit für den Schleifstaub).
- Elektrohobel = Zum groben (bis feinen) Bearbeiten des Holzes, doch ist ein solches Gerät durch die hohe Rotations-Geschwindigkeit der Messerwalze schwerer zu kontrollieren (Staub = dito.).
- Handoberfräse = Mit Fräsköpfen, die den Angaben zur Herstellung der Nuten für die Lieken entsprechen (Staub = dito.).
- Schwingschleifer = Für das sehr feine Bearbeiten zu empfehlen (Staub = dito.).
- Stich-/Kreissäge = Zum groben Schneiden des Holzes (Staub = dito.) und für den Schnitt beim Herstellen der Nut.

Wichtige Werkzeuge sind u.a.:

- Beitel = Verschiedene (Stechbeitel), besonders aber Hohlbeitel z.B. zum inneren Bearbeiten.
- Gehrungs-
klammern = oder ähnliche Klemmen für Stellen, bei denen Schraubzwingen nicht anzuwenden sind.
- Hobel (Hohl-) = Für ein rundes Hobeln im Inneren eines Mastes oder Baumes.
- Hobel (Schlicht-) = Zum Reduzierung der äusseren Durchmesser (vielleicht 2 Exemplare für groben und feinen Span).
- Schraubzwingen = Viele dieser Art, ggf. auch für 45°-Fixierungen.
- „Schreiner-
klüpfel“ = Hammer aus Holz zum Arbeiten mit einem Beitel.
- Spanngurte = Gerade bei hohlen Masten oder Spieren kann auch mit ihnen der nötige Pressdruck bei einer Verklebung erzeugt werden.

Als Hilfsmittel brauchen wir noch:

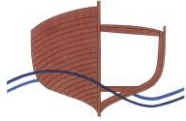
- Böcke = Zum Auflegen von Mast oder Baum (max. alle 50-100 cm ein Bock).
- Dicken-
Messgerät = Mit ihnen werde die Holzdicken bei hohlen Masten/Spieren gemessen (kann ggf. selbst anfertigt werden).
- Holzkeile = Ggf. zum besseren Ansetzen einer Zwinge, in verschiedenen Breiten und Winkeln zu empfehlen.
- Krepp-Papier = Es gibt immer etwas abzukleben.



- Schablonen = Dienen der Durchmesserkontrolle = selbst herstellen.
- Schleifpapier = Reichlich davon, mit unterschiedlicher Körnung (60er bis wenigstens 400er Papier) und dabei auf gute Qualität=hohe Standfestigkeit achten!
- Schrauben = Diese dürfen natürlich nur so lang sein, wie die maximale Dicke der zusammenzuhaltenden Hölzer. Sollen Schrauben nur für den Zeitraum der Verklebung benutzt werden, dann nur vernickelte benutzen. Sollen diese jedoch im Holz verbleiben, so unbedingt V2A, V4A oder höher legierte *Messing*-Schrauben verwenden.
- Spachtel = Mit diesen können Überreste von Klebemitteln sauber entfernt werden, es reichen auch einfache Spachtel aus Holz.
- Straklatte = Diese sehr gerade, aber biegsame Latte ist als „Lineal“ verwendbar.
- Zeitungspapier = Überall, wo Druck beim Verkleben ausgeübt werden muss, sollte wenigstens eine Lage Papier zwischen dem zu bearbeitenden Holz und dem Druckmittel (z.B. Zwinde) gelegt werden, damit nicht die falschen Dinge „verbunden“ werden.

Weiter müssen vorhanden sein:

- Atenschutzmaske = Diese sollte die Kriterien der DIN EN 133 erfüllen (mind. Typ *FFP 2 S*, besser: Typ *A1P2* [für Lackierarbeiten] oder Typ *P3* [f. Schleifarbeiten]).
- Holz Kitt = oder *Holzpfropfen* oder *Holzdübel*.
- Klebstoffe = Hier dürfen nur wasserfeste und sehr bindungsstarke Kleber benutzt werden; (1K- oder) 2K-Kleber sind dafür zu nehmen. Bei Arbeiten mit Gewebe sind nur erstklassige Klebstoffe zu verwenden, z.B. bestes *Epoxid*!
- Kohlefaser-
Gewebe = Wenn Streifen aus diesem Material zusätzlich in die Fuge zwischen den zu verklebenden Teilen eines Mastes/einer Spiere mit verarbeitet werden sollen, dann sind dafür die Kriterien: dünn und max. 200 g/m², je nach Anwendung: 1- oder 2-direktional.



Bespielhafte Angaben zur Piraten-Jolle

Als Beispiel für die Kriterien bei Bootsklassen seien hier die Bauvorschriften (Ausgabe: 1957) genannt: so sind bei Piraten-Jollen bestimmte Massangaben zu berücksichtigen, die den nachfolgenden Seiten zu entnehmen sind (beim Mast ist der Top und bei den Bäumen sind die Enden gleichmässig rund) – (UK=Unterkante, VK=Vorderkante):

- Mast = Gesamtlänge = 6290,0 mm (von UK/Zapfen)
- 75x75 mm, vierkantig = 930,0 mm (von UK/Zapfen)
- 85x74 mm, oval = 1190,0 mm (von UK/Zapfen)
- 80x67 mm, oval = 3190,0 mm (von UK/Zapfen)
- 73x60 mm, oval = 4190,0 mm (von UK/Zapfen)
- 62x50 mm, oval = 5190,0 mm (von UK/Zapfen)
- 47x47 mm, rund, an Fallrolle = 6215,0 mm (von UK/Zapfen)

- Gross-Baum (normal) = Länge = 2680,0 mm (von VK/zum Mast)
- 46x46 mm, rund (am Mast) = 2,3 mm (von VK/zum Mast)
- 55x55 mm, rund (in der Mitte) = 1340,0 mm (von VK/zum Mast)
- 50x50 mm, rund (an der Nock) = 2677,5 mm (von VK/zum Mast)

- Gross-Baum (flexibel*) = Länge = 2680,0 mm (von VK/zum Mast)
- 46x46 mm, rund (am Mast) = 2,3 mm (von VK/zum Mast)
- 46x56 mm, oval (in der Mitte) = 1340,0 mm (von VK/zum Mast)
- 46x50 mm, oval (an der Nock) = 2677,5 mm (von VK/zum Mast)

- * diese Form ist nach den Klassenvorschriften ebenfalls gestattet!

- Spinnaker-Baum = Länge = 1600,0 mm (von VK/zum Mast)
- 25x25 mm, rund (am Mast) = 1,3 mm (von VK/zum Mast)
- 28x28 mm, rund (in der Mitte) = 800,0 mm (von VK/zum Mast)
- 25x25 mm, rund (vorn) = 1598,7 mm (von VK/zum Mast)

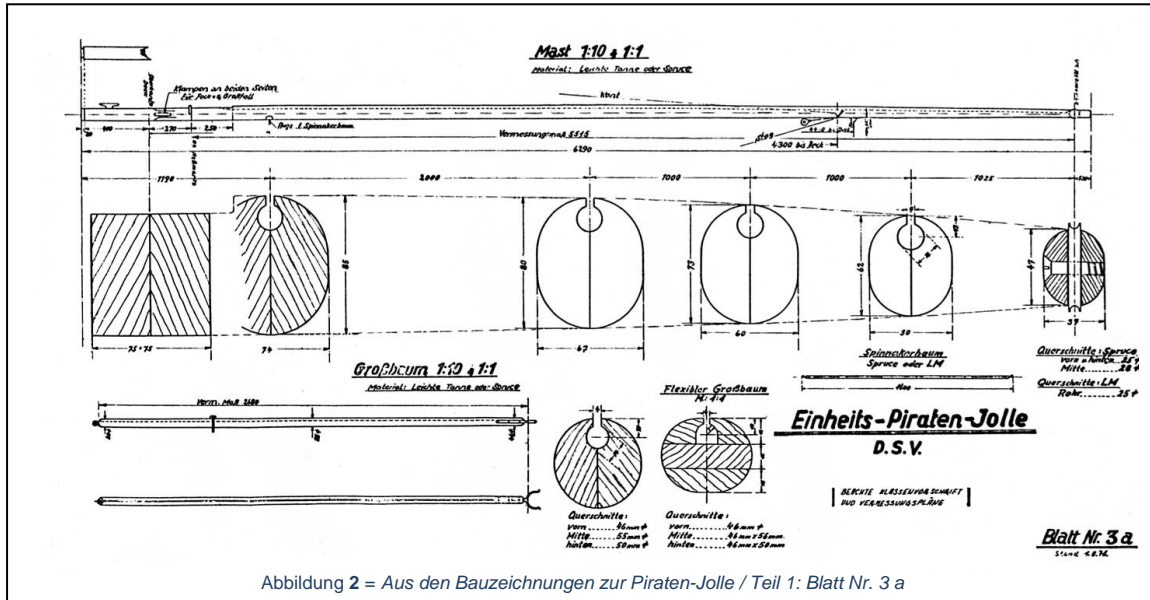


Abbildung 2 = Aus den Bauzeichnungen zur Piraten-Jolle / Teil 1: Blatt Nr. 3 a

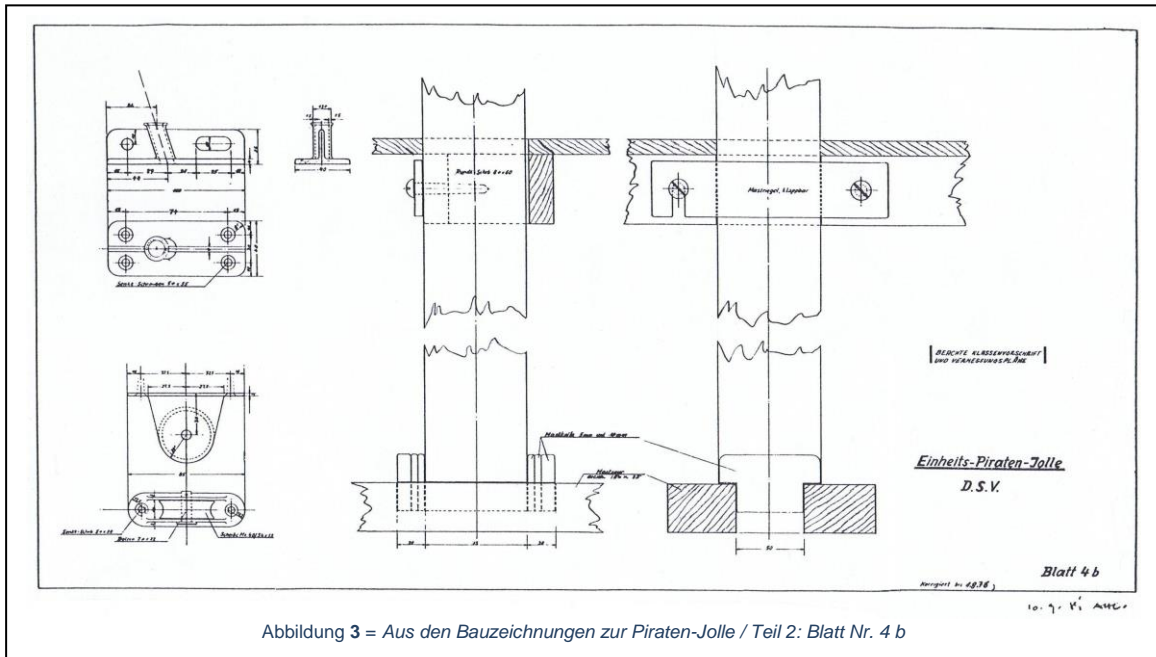
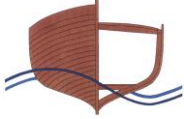


Abbildung 3 = Aus den Bauzeichnungen zur Piraten-Jolle / Teil 2: Blatt Nr. 4 b

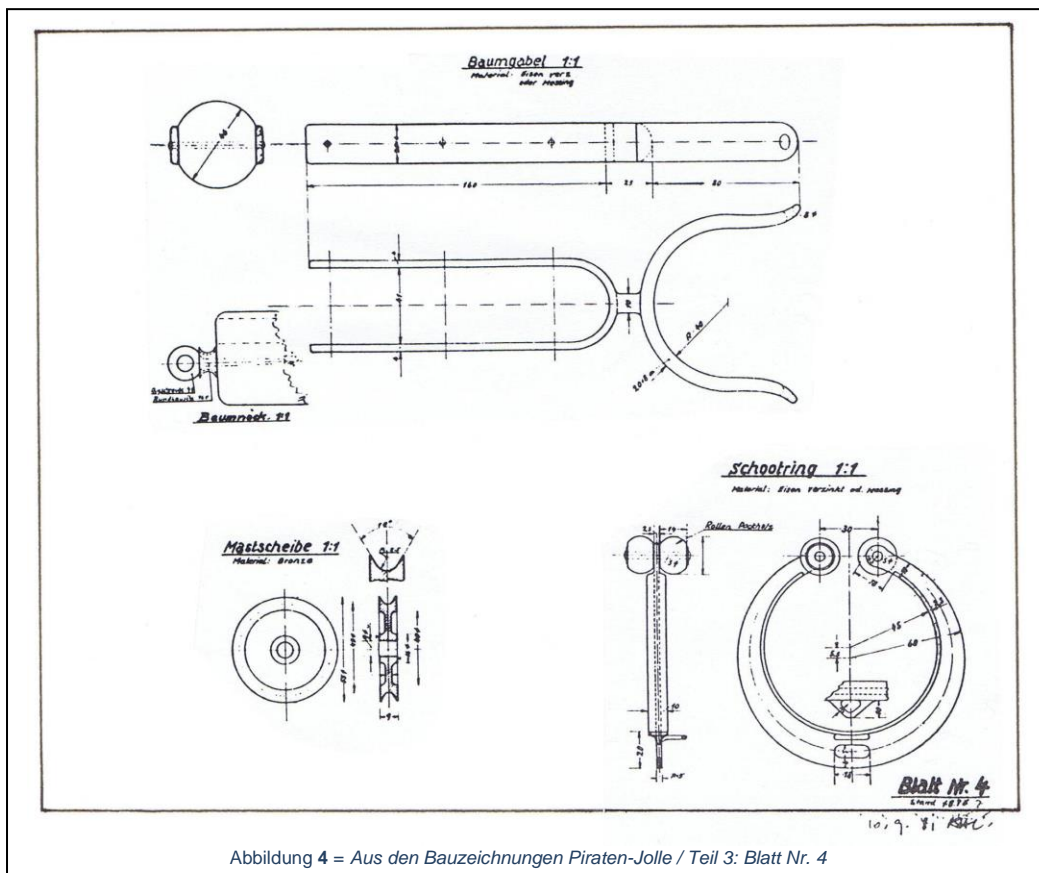
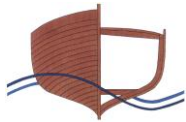


Abbildung 4 = Aus den Bauzeichnungen Piraten-Jolle / Teil 3: Blatt Nr. 4



Herstellen von Mast und Spieren

Eingangs ein Hinweis: Wer nicht über sehr gute Maschinen (oder aber über ein gewisses gesundes Misstrauen zu seiner eigenen handwerklichen Fähigkeit) verfügt, sollte sich für die Bauphase die wohlwollende Hilfe einer Schreinerei sichern, die über die entsprechenden Maschinen verfügt. Dennoch: Mast und Spieren selbst herzustellen ist einfacher als man denkt!

Wie schon erwähnt, kann Holz verschiedener Schnittklassen genommen werden. Ein gerader Wuchs und ausreichende Durchmesser sind allerdings Grundbedingungen!

Wenn wir das Holz dann haben, ist dieses

- *rund* = Sofern dieses gerade ist, müssen nur noch die einzelnen Durchmesser hergestellt werden. Dabei aber bitte berücksichtigen, dass z.B. der untere Teil eines Piraten-Mastes viereckig ist und der Querschnitt folglich dementsprechend sein muss!
- *viereckig* = Erhalten wir vom Händler einen Balken, dann wird daraus zuerst ein 8-Eck gehobelt und schliesslich ein 16-Eck usw. hergestellt. So kommt immer mehr eine runde Form heraus (Achtung: unterer Mastbereich!).

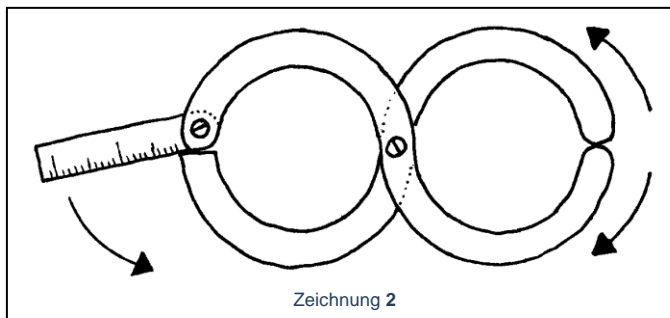
Hilfsmittel: Lochschablone

Da der Mast/die Spieren einerseits nicht durchgängig gleich dick/dünn sind, sondern sich zumeist zu ihren Enden verjüngen, andererseits die Bauvorschriften für unser Boot uns zwingende Vorgaben machen, empfiehlt sich das Anfertigen von Lochschablonen. Der vor uns liegende Mast oder Baum wird mit Bleistiftmarkierungen usw. in z.B. 50 cm-Abschnitte unterteilt und die jeweiligen Durchmesser und ggf. Formen aus der Bauvorschrift dafür errechnet. Aus kleinen Platten (etwa 25x30 cm) aus festem Karton oder besser Sperrholz werden dann entsprechende Löcher ausgeschnitten, wobei ein Kreuz die Senk- und Waagerechte markiert. Diese Schablonen werden dann wiederum auf den in Arbeit befindlichen Mast oder Baum geschoben und damit festgestellt, wieweit und wo die Durchmesser noch nicht stimmen und gehobelt oder geschliffen werden muss (ein Zollstock ist zum Abmessen der Positionen ohne Frage immer notwendig!). Natürlich müssen bei einem nicht runden Teil an ihm selbst ebenfalls an Fuss und Top die Senk- rechte und Waagerechte kenntlich gemacht werden, damit die Orientierung erleichtert wird. (Einen „Aussentaster“, der häufig beim Mastbau benutzt wird und der wie ein grosser Zirkel mit gerundeten Schenkeln aussieht, halte ich höchstens zusätzlich für sinnvoll.)

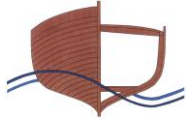
Ein solches Verfahren gilt auch für rechteckige Teile eines Mastes und ebenfalls für alle anderen Herstellungsarten/-formen von Masten oder Spieren.

Hilfsmittel: Dicken-Messgerät

Bei hohlen Anfertigungen ist es laufend nötig, die Dicke des verbleibenden Holzes zu messen. Dafür gibt es u.U. Geräte im Handel, aber da es hier nicht um mm-Bruchteile geht, kann man sich ein solches Messinstrument auch selbst herstellen. Dafür habe ich mir folgende Konstruktion ausgedacht: aus Sperrholz werden entsprechend der Zeichnung **2** die drei Teile ausgeschnitten (=gesägt), dann die Löcher gebohrt und mit kurzen Schrauben (mit Hutmuttern) so verbunden, dass die Teile noch beweglich sind. Die inneren identischen (!) Durchmesser der einzelnen „Kreise“ des Messgerätes müssen dabei wenigstens dem maximalen Halb-Durchmesser (=Radius) des Mastes/der Spiere entsprechen. Die mm-Angaben werden danach beispielsweise an einem Zollstock geeicht und die Millimeter am Stab abgetragen (z.B. Punkte, Striche). Danach kommt zum Schutz eine Lackschicht auf das Holz, damit sich nichts so leicht verziehen kann und nichts schmutzig wird.



Zeichnung 2

**Berechnungen**

Hier führe ich einige notwendige Formeln auf und will damit die Erinnerungen aus dem Geometrie-Unterricht der Schulzeit auffrischen:

- **Winkel** = In einem gleichmässigen Vieleck betragen die Summen an Winkeln:
- 3-Eck: $\Sigma 180^\circ$ = jeder Winkel = $60,00^\circ$
 - 4-Eck: $\Sigma 360^\circ$ = jeder Winkel = $90,00^\circ$
 - 5-Eck: $\Sigma 540^\circ$ = jeder Winkel = $108,00^\circ$
 - 6-Eck: $\Sigma 720^\circ$ = jeder Winkel = $120,00^\circ$
 - 7-Eck: $\Sigma 900^\circ$ = jeder Winkel = $128,57^\circ$ (aufgerundet)
 - 8-Eck: $\Sigma 1080^\circ$ = jeder Winkel = $135,00^\circ$
 - 9-Eck: $\Sigma 1260^\circ$ = jeder Winkel = $140,00^\circ$
 - 10-Eck: $\Sigma 1440^\circ$ = jeder Winkel = $144,00^\circ$
 - 11-Eck: $\Sigma 1620^\circ$ = jeder Winkel = $147,27^\circ$ (aufgerundet)
 - 12-Eck: $\Sigma 1800^\circ$ = jeder Winkel = $150,00^\circ$

- **Kreis/Fläche** = π mal r^2 ($\pi = \text{Pi} = 3,14$ / $r = \text{Radius}$)

- **Kreisring/Fläche** = π mal $r_{(1)}^2$ minus π mal $r_{(2)}^2$

Beispiel: Ein runder Baum hat nach der Bauvorschrift z.B. einen Durchmesser von 55,00 mm. Es soll eine Form mit innerer Rundung (=hohl) hergestellt werden (Zeichnung 12), wobei 69 % der Schnittfläche vorhanden bleiben sollen. – Wie dick muss die „Schale“ sein?

- Rechnung =
1. Rechnung (Radius=27,50 mm):
 π mal 27,50 > 3,14 mal 756,25 = 2.375,82944 mm²
 2. Rechnung (Dreisatz):
2.375,82944 : 100 = x : 69 (äussere Glieder zuerst)
163.932,2314 = 100x
1.639,322314 mm² = x
 3. Rechnung:
2.375,82944 minus 1.639,322314 = 736,507126 mm²
 4. Rechnung:
Wurzel aus (736,507126 : π) = 15,31201861 mm
 5. Rechnung (A):
55,00 minus (2 mal 15,31201861) = 24,37596278
 6. Rechnung (B):
27,50 minus 15,31201861 = 12,19

Ergebnis = Bei einem äusseren Durchmesser von 55,00 mm beträgt der Durchmesser des Hohlraumes 24,38 mm; demzufolge muss die „Schale“ überall 15,31 mm (=30,62 mm durch 2) dick sein! (alle Werte gerundet)

- **Kreisabschnitt /Fläche** = $\frac{2}{3}$ der Sehne mal h (=Näherungsformel)

Beispiel: Ein liegendes Mast- oder Baumstück hat einen waagerechten Durchmesser von 67,00 mm. Der Abschnitt hat eine Länge von 62,70 mm und die Höhe zum Rand (im rechten Winkel gemessen von der Mitte dieser Linie=Sehne) beträgt 19,65 mm. – Wie gross ist die Fläche?

Rechnung = $(\frac{2}{3}$ von 62,70) mal 19,65 > 41,80 mal 19,65 = 821,37

Ergebnis = Die Fläche ist 821,37 mm² gross.

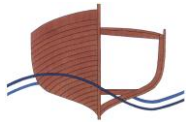
- **Elipse/Fläche**
(z.B. Mast) = $(d_1$ mal $d_2)$ mal $\frac{\pi}{4}$

Beispiel: Ein liegender Mast hat an einem Abschnitt einen senkrechten Durchmesser von 73,00 mm und einen waagerechten von 60,00 mm. – Wie gross ist die Fläche im Querschnitt?

Rechnung = (73,00 mal 60,00) mal $\frac{3,14}{4}$ = 3.438,30

Ergebnis = Die Grösse der Fläche beträgt 3.438,30 mm².
(Für einen ovalen hohlen Mast würde ich rechnerisch so verfahren, wie schon bei dem „Kreisring“ dargestellt.)

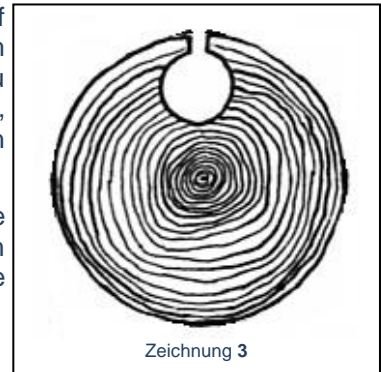
Die Berechnung für die jeweils einzelnen Varianten sollte sorgfältig durchgeführt werden und macht wohl etwas Mühe, aber keine Angst: es ist halb so schlimm!



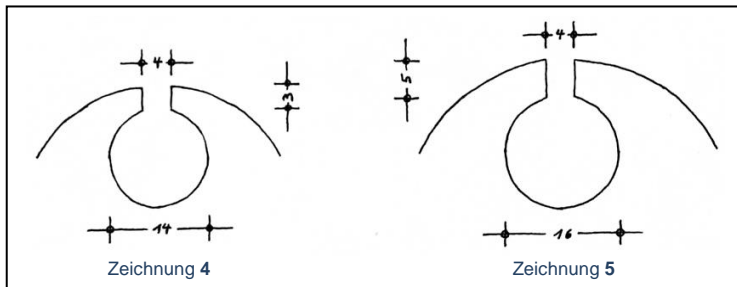
Kommen wir zu den verschiedenen Herstellungsarten von Masten und Spieren:

Massivholz (nicht aufgetrennt)

Ein solcher Mast oder Baum ist am einfachsten herzustellen, denn bis auf gutes Holz und das Einhalten der Angaben in der Bauvorschrift beim Hobeln und Beschleifen sind für den Rohling keine weiteren Kriterien zu beachten (Zeichnung 3). – Das Holz für einen Mast oder eine Spiere sollte, damit es überhaupt noch bearbeitet werden kann, einen Durchmesser von 10-20 mm über dem der Bauvorschrift aufweisen.



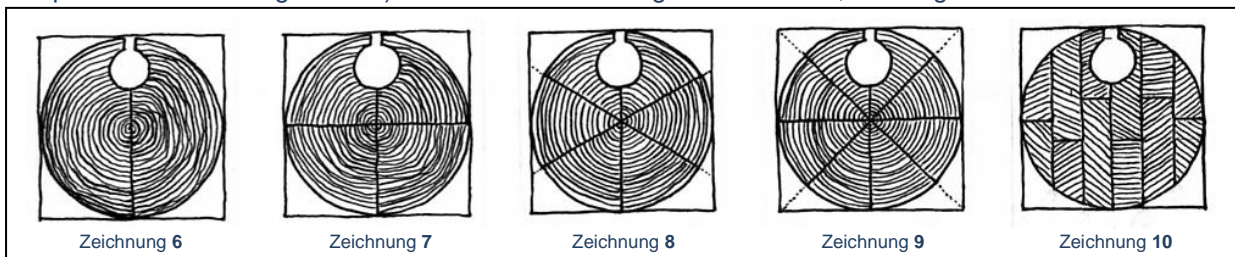
Bei der Keep wird - wie bei fast allen folgenden - zuerst mit einer Kreissäge ein Längsschnitt in der Gesamttiefe geführt, dann der Schnitt auf 4 mm erweitert (siehe Bauzeichnung) und schliesslich - mit einer Handoberfräse



- der Hohlraum für das Liek hergestellt (Zeichnung 4=Baum, 5=Mast), wobei auf einen sehr guten Anschlag beim Führen dieser Maschinen zu achten ist! Der Hals des Fräskopfes darf natürlich nicht dicker als ebenfalls 4 mm sein!

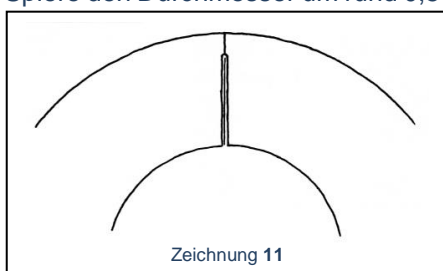
Vollholz (aus Einzelteilen)

Ein solcher Mast oder Baum unterliegt den gleichen Vorgehensweisen wie bei denen aus Massivholz. Allerdings sollte der Durchmesser vor der Bearbeitung min. 10 mm grösser sein, als der schon notwendige Aufschlag von 10-20 mm. Der Unterschied ist nur, dass dieser Stamm vor dem äusseren feinen Beschleifen aufgeschnitten wird: in ganz gleiche Hälften, Viertel, Sechstel oder gar Achtel (siehe beispielhafte Zeichnungen 6-10). Nun würde es wenig Sinn machen, einen gewachsenen Stamm mit

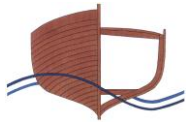


seinen technischen Vorteilen zu teilen und ihn wieder zusammenzuleimen. Hier kommt nun das Gewebe aus Kohlefasern ins Spiel. Dieses wird mit Epoxidharz oder einem ähnlich hochwertigen Kleber (z.B. Resorcinharz-Kleber) vor dem Zusammenfügen der 2, bzw. 4, 6 oder 8 Teile in der Klebefläche mitverarbeitet (siehe Bücher der „Gougeon Brothers“). Sinn dieses Tuns ist, dass dadurch der zukünftige Mast oder Baum stabiler wird und sich auch die Bruchfestigkeit erhöht, ohne dass dabei etwas von der gleichmässigen Elastizität verloren geht. (Bei der Zeichnung 10 setzt sich das zukünftige Teil aus einzelnen Brettern zusammen).

Da ein Kohlefaser-Gewebe (pro Gewebelage!) bei seinem Verkleben zur Verstärkung von Mast oder Spiere den Durchmesser um rund 0,5 mm pro Naht vergrössert, entstehen 2, bzw. 4, 6 oder 8 gut sichtbare Nähte. Möchte man diese aus optischen Gründen nicht, so müssen die Schnittflächen vor dem Verkleben beschliffen werden, wobei am äusseren Rand ein Steg von 5-10 mm stehen bleibt, während das Schleifen nur auf dem Rest der späteren Klebefläche erfolgt. Die Tiefe beträgt dann bei einer Gewebelage je Klebeseite etwa 0,25 mm (Zeichnung 11). Erst danach wird das Verkleben durchgeführt. Allerdings sollte beim Schaffen des Steges beachtet werden, dass sich der Mast zum Top und die Spieren zu beiden Enden hin verjüngen! Ein vorheriges genaues Rechnen ist also



unumgänglich!

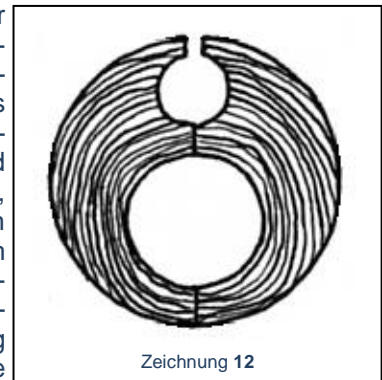


Hohl (aus 2 Halbschalen)

Dieses ist die schwierigste Form, sofern man nicht über das nötige handwerkliche Geschick und die entsprechenden Werkzeuge verfügt. Ein gerader Stamm wird im Vorfeld in Form gebracht (ggf. die Enden verjüngt, bzw. vierkantig geschnitten usw.) - wobei vor dem Beginn einer Bearbeitung überhaupt die genannten Zugaben nicht vergessen werden sollten - und dann vor dem feinen Bearbeiten in Längsrichtung aufgetrennt.

Beim Mast: da dieser im unteren Bereich (bei einer Piraten-Jolle) nicht rund ist, sondern viereckig ist, darf dafür das Äussere auf einer Länge von mindestens 920 mm nicht rund gehobelt werden! – Jedenfalls gibt es für das innere Aushöhlen zwei Wege:

- **mittels Hobel** = Mit einem Rund-Hobel (z.B. im Handel für Tischlerzubehör erhältlich) und einem Hohlbeitel werden nun die Schnittflächen ausgehöhlt (wie bei einem Einbaum), so dass immer eine Schalenholz von gleichbleibender Dicke verbleibt (=laufend kontrollieren!). Wer hier zu stark aushöhlt, der „hat bald keine Dicke mehr, sondern ein Fenster geschaffen!“ Dabei muss zudem berücksichtigt werden, dass die entsprechende Form der Keep für das Unter- oder Vorliek ebenfalls schon - gleichmässig für beide Hälften - geschaffen wird (siehe Zeichnung 12).



- **mittels Oberfräse** = Der zweite Weg wird mit einem Fräskopf beschriftet, wobei entweder mit einer Bohrmaschine (z.B. „Halb-Hohlkehlfräser“ oder „Rundraspel“, vielleicht in Verbindung mit einer flexiblen Verlängerung) gearbeitet oder eine richtige Handoberfräse benutzt wird. Beim Arbeiten gehört eine sehr gute Fixierung der jeweiligen Holzhälfte und ein sehr sauberes Arbeiten durch den Anschlagwinkel. Sollte kein derartiger Winkel an der Maschine vorhanden sein, so ist ein gerades und langes Brett zu nehmen und dieses entsprechend zu montieren.

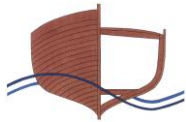
Wichtig ist dabei natürlich, dass bei Benutzung einer Oberfräse, bzw. der entsprechenden Fräsköpfe ein solches tiefes Fräsen ermöglicht wird. – Vielleicht kann man in diesem Fall die Hilfe einer Schreinerei in Anspruch nehmen, die solche Geräte in ihrer Werkstatt besitzen und sich damit bestens auskennen. – Ansonsten gilt wie oben.

Allerdings gibt es bei einer solchen Konstruktion in der Keep dann das bekannte Problem bei der Kontrolle der Klebenähte in ihr! – Alternativ kann ein solches Stück darum anders ausgehöhlt werden, wobei dann die Klebenäht um 90° verdreht ist. Dieses gilt ggf. auch für alle anderen Bauformen.

Ein weiterer Punkt hierbei ist, dass die Enden bei derartigen Masten oder Spieren nicht hohl bleiben dürfen! Hierzu werden jeweils genau passende Stücke eingesetzt (u.U. auch mit Gewebe verklebt), die an beiden Enden einer Spiere etwa 1/11 der Gesamtlänge oder beim Mast/unten: etwa 1/6 und beim Mast/oben: etwa 1/10 betragen.

Wer besonders gut mit Hobel oder Fräse umgehen kann (ein vorheriges Üben mit beiden Geräten an anderen Stücken ist sowieso unbedingt angeraten!), der bearbeitet die inneren Enden nicht bis zum Schluss, sondern lässt diese unbehandelt wie eben bei einem Einbaum oder einer Schale. Ebenfalls wäre es dann nicht schlecht, wenn der Mast/Baum bei den Stellen, an denen später ein belasteter Beschlag (z.B. für die Wanten) montiert wird, innen nicht ausgehobelt/-gefräst werden würde, damit dort durch das Vollholz genügend Stabilität vorhanden ist (auch bei den anderen Formen wäre dort an eine Verstärkung zu denken!).

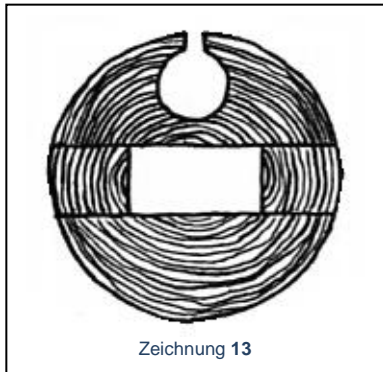
Die Verklebung erfolgt dann wie bei einem „gebauten“ Teil und kann ggf. mittels Gewebestreifen noch verbessert werden; auch hier bleibt es einem überlassen, ob die Klebenäht dann sichtbar bleiben soll/kann oder nicht.



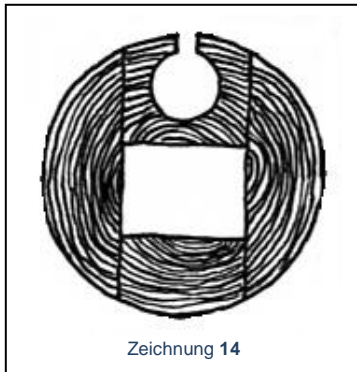
Hohl (aus 4 Einzelteilen)

Diese Variante ist von den hohlen die einfachste in ihrer Herstellung. Dabei gibt es zwei grundsätzliche „Spielarten“ (und weitere Unterarten sind ebenfalls denkbar):

- **mit 1x 90°-Stoss** = (Zeichnung 13 + 14)
- **mit 2x 45°-Stoss** = (Zeichnung 15)



Zeichnung 13



Zeichnung 14



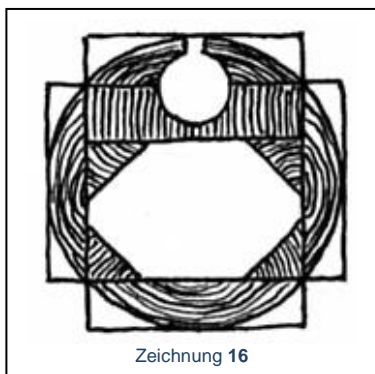
Zeichnung 15

Bei beiden Möglichkeiten muss natürlich wieder berücksichtigt werden, dass sich Mast oder Spieren zu ihren Enden hin verjüngen können oder andere bauliche Unterschiede zu beachten sind (demzufolge sind die Innenseiten der Seitenhölzer bei beiden „Spielarten“ konisch zu bearbeiten, da sie sonst beim Bau zu den Enden immer enger zusammenrücken und dann keinen Hohlraum mehr bilden; dieses ist unbedingt zu berücksichtigen!).

Auch hier sollten Lagen aus *Kohlefaser* auf Teilen der Klebeflächen eine Verstärkung der Konstruktion bewirken, wobei die zu verklebenden Flächen ggf. vorher (wie schon beschrieben und unter „Arbeiten mit Kohlefaser-Gewebe“ weiter hinten nochmals erwähnt) entsprechend beschliffen werden können/müssen.

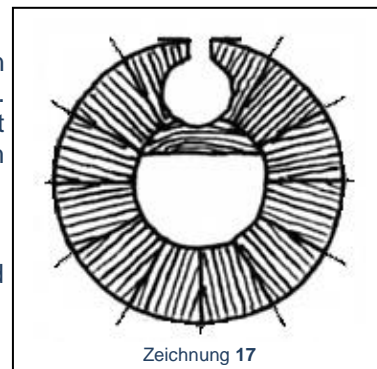
Hohl (aus mehr als 4 Einzelteilen)

Manche dieser Formen erfordern viel (Vor-)Arbeit, ergeben aber die leichteste und stabilste Hohlform von Mast oder Spieren (siehe auch PALSTEK 02/1998), weil durch die vielen Einzelteile der Mast/die Spiere optimal da verstärkt werden kann, wo es notwendig ist. Natürlich ist auch hier auf die Verjüngung der Enden, bzw. die Viereckigkeit des unteren Mastbereiches zu achten. Von dieser Form gibt es die meisten Bauvarianten, von denen hier fünf in den (groben) Zeichnungen 16 bis 20 dargestellt sind.



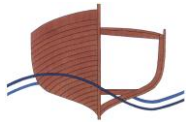
Zeichnung 16

- **Variante 16:**
Die 9 Teile müssen wie ein Puzzle zusammengesetzt werden. Nachdem der Kleber ausgehärtet ist, wird dann die Rundung durch Beschleifen hergestellt.



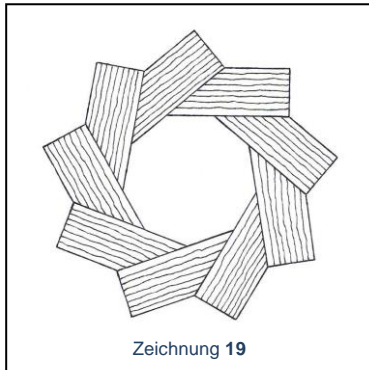
Zeichnung 17

- **Variante 17:**
Die 13 Teile müssen dazu genau beidseitig im Winkel von je 15 Grad geschnitten werden und erst dann werden diese Leisten und das kleine innere Teil zusammengeleimt.



- **Variante 18:**

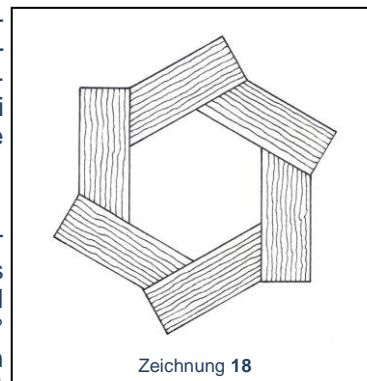
Diese Variante besteht aus 6 Teilen, wobei das eine Ende im 90°-Winkel geschnitten wird, während am anderen Ende 60°, bzw. 30°-Winkel geschnitten werden. Entsprechende der Zeichnung erfolgt dabei die Verleimung. Überstände für die Rundung werden abgeschliffen.



Zeichnung 19

- **Variante 19:**

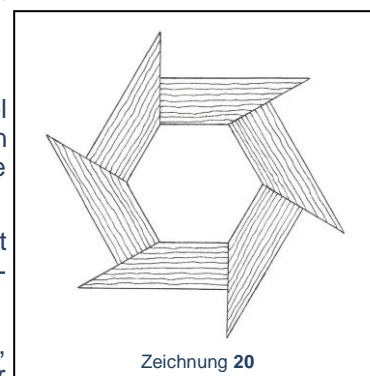
Diese Möglichkeit ähnelt der Variante 18 und besteht aus 9 Teilen, deren Winkel $2 \times 90^\circ$ und andererseits $1 \times 40^\circ$ und $1 \times 50^\circ$ betragen. Überstände werden ebenfalls abgeschliffen, damit alles „schön rund“ wird.



Zeichnung 18

- **Variante 20:**

Hierbei wird der Mast/die Spiere aus 6 Teilen hergestellt. Die Winkel betragen am einen Ende $2 \times 90^\circ$, während die Winkel auf der anderen Seite mit $1 \times 30^\circ$ und $1 \times 60^\circ$ geschnitten werden müssen. Für die Rundung werden die Überstände beschliffen.



Zeichnung 20

Andere hohle Möglichkeiten sind der eigenen Phantasie und Fertigkeit überlassen, sofern diese den erforderlichen Festigkeits-Kriterien entsprechen!

Wichtig bei allen hohlen Varianten ist eine besonders gute Verklebung, denn eine spätere Innenkontrolle ist nicht mehr möglich! Da bei der Vielzahl von Einzelteilen (speziell Varianten 13 bis 20) ein starkes Pressen mittels Schraubzwingen wegen der Gefahr einer ungewollten Verformung nicht ratsam ist, können hier auch Spanngurte oder Schrauben zur Fixierung genommen werden, wobei die Schrauben nach dem Aushärten des Klebers wieder entfernt werden. Die so entstandenen Löcher werden dann später verschlossen, wobei sich folgende Wege dazu anbieten:

- **Holz kitt**

Da die Farbe des Kittes nie die gleiche des Holzes hat, müssen diese Stellen danach erst ggf. mit Retuschier-Stiften nachbearbeitet werden. Ausserdem ergibt sich ein uneinheitliches Bild dieser vielen Stellen, was bestimmt nicht schön aussieht. Diese Methode halte ich für weniger sinnvoll.

- **Holzpfropfen**

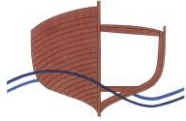
Wenn die Schrauben exakt in eine Reihe und in einem gleichen Abstand gesetzt wurden, werden die Löcher - nach dem Entfernen der Schrauben - mit einer Tiefe von maximal 5 mm und dem Durchmesser der kleinsten erhältlichen oder selbst angefertigten Pfropfen (unter Berücksichtigung der Durchmesser der Schraubenköpfe) aufgebohrt. Diese Löcher werden dann mit einem guten Kleber durch die hölzernen Pfropfen wieder geschlossen. Wohl ergibt sich dann ein klares Erkennen der Schraubstellen, aber durch die Exaktheit wiederum ein markantes Bild (diese Zierreihe ist Geschmacksache).

- **Holzdübel**

Nach dem Entfernen der Schrauben werden die Löcher aufgebohrt und die Tiefe und der Durchmesser den kleinen Dübeln angepasst. Die danach eingeklebten Dübel geben dem Ganzen dann eine Stabilität, aber das u.U. andere Verhalten (Quell- und Schrumpfwerte durch Luftfeuchtigkeit) dieser relativ tief eindringenden Hartholzdübel kann zu Problemen mit dem umgebenden Holz (*Spruce*) führen. Trotz einer guten Verklebung würde ich zu dieser Methode nicht so sehr raten!

Arbeiten mit Kohlefaser-Gewebe

Durch ein Verkleben unter „Mitwirkung“ von *Kohlefasern* wird die Reiss-Festigkeit eines hohlen Mastes oder Baumes grösser als die allen eingesparten Holzes! Selbst bei nur noch 50 % Schnittfläche ist das derart hergestellte Teil steifer und fester! Die zu verklebenden Flächen sollten vor dem Auftrag des Klebers allerdings unbedingt mit 60er Schleifpapier aufgeraut werden und zwar quer zur Faser (u.U. vorsichtig mittels eines Bandschleifers). Das Gewebe sollte dann in einer doppelten Lage (= $2 \times 200 \text{ g/m}^2$) benutzt werden (ggf. das entsprechende Schleifen für nicht sichtbare Nähte beachten)!



Weiter möchte ich nicht auf dieses Thema eingehen, denn die Bücher der „Gougeon Brothers“ bieten derart viele gute Informationen zum Arbeiten mit hochleistungsfähigen (*Epoxid*-)Klebern. – Der Artikel „Hohle Spieren“ aus dem PALSTEK (01/1998) gibt dazu ebenfalls interessante Hinweise.

Mastscheibe/-rolle

Der durchgehende Rollenbereich im Mast für das Grossfall wird mit Bohrer und einer Stichsäge hergestellt. Anschliessend werden die inneren Flächen mit einer Feile gesäubert und sehr geglättet. Das innere Holz muss vor der Montage der Rolle sehr gut gegen das Eindringen von Feuchtigkeit durch einen mehrschichtigen Lackaufbau geschützt werden! – Als Rolle sollte möglichst eine genommen werden, die kugelgelagert ist. Die Achse wird selbstverständlich durch den kompletten Mastdurchmesser geführt und gegen ein seitliches Verrutschen oder Mitdrehen arretiert, z.B. durch kleine aufschraubbare runde Platten aus *Messing*-Blech.

Anbringen von Beschlägen

Dieses Anbringen der notwendigen Beschläge kann - wenn diese nicht sorgfältig fixiert werden - einige Nachteile zur Folge haben:

- die (vielen) Bohrungen schwächen das Holz unter einem Beschlag und
- es kann sich Wasser darunter ansammeln (=es entsteht Rott),

was in beiden aufgeführten Fällen auf Dauer das Holz stark schwächen und gar stark beschädigen kann.

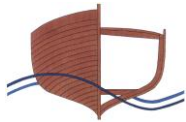
Dazu sollten Beschläge sehr genau der Form des Untergrundes angepasst (ggf. gebogen) werden. Und zwischen dem vorher aufgetragenen ersten Schutzlack und dem Beschlag ist unbedingt eine Dichtmasse (z.B. *Silikon*) als dünne Zwischenlage zum Schutz vor seitlich eindringender Feuchtigkeit einzubringen. – Bei dem Verschrauben werden vier Arten favorisiert (diese gelten übrigens grundsätzlich für alle Verschraubungen auf Holzbooten!):

- mit *Dichtmasse* = Das Schraubengewinde wird damit umgeben und dann eingedreht.
- mit *Lack* = Die Schrauben werden vor ihrem Versenken in Lack getaucht.
- mit *Quarzmehl/ Epoxi* = Das Schraubengewinde wird in eine Mischung/Paste von *Quarzmehl* und *Epoxidharz* getaucht und dann in das schon vorbereitete Loch eingesetzt, allerdings erst, wenn das Harz anhärtet.
- mit *Seife* = Das Gewinde wird mit weich gemachter Seife bedeckt und die Schraube dann in das Holz gedreht (diese lässt sich so später leichter wieder herausdrehen).

Die Schraubenlöcher sollten vorher mit einem Bohrer, der maximal dem inneren Gewindedurchmesser entspricht, vorgebohrt werden (was eigentlich klar sein dürfte, damit sich das Holz nicht spaltet)!

Als äussere (=sichtbare) Schrauben empfehle ich nur welche mit Rundkopf zu nehmen, die sich zudem besser drehen lassen. – Bei stark belasteten Beschlägen (z.B. am Mast für die Wanten oder die Gabel am Baum) wären dringend durchgehende Schlossschrauben mit Hut- oder Kontermuttern zu empfehlen, damit eine feste Verbindung hergestellt wird. Dieses kann natürlich nur bei sich gegenüber liegenden Schraublöchern in den Beschlägen funktionieren. Selbstverständlich werden dafür und auch sonst Schrauben aus „Niro“ (z.B. *V2A*, *V4A*) oder einer harten *Messing*-Legierung genommen.

Aber bei allem Anbringen von Beschlägen sollte unbedingt nicht vergessen werden, dass das Holz sich je nach Luftfeuchtigkeit (denn wir werden auf keinen Fall einen nicht-diffusionsfähigen Lack nehmen) in seinem Durchmesser ein klein wenig verändert kann. Gerade die Beschläge an den Enden der Spieren sollten dann montiert werden, wenn der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes sehr gering ist. Lieber sollen sich die Beschläge in das Holz drücken, statt dass diese später sich bewegen können und ggf. Wasser unter diese gelangen kann. Gerade in diesen Fällen würde ich auf einen abdichtenden Übergang zwischen Holz (Lack) und den Beschlägen achten!



Reparatur von Mast und Spieren

Aus den verschiedensten Gründen kann es zu derartigen grösseren Reparaturen kommen. Doch eine sehr starke Beschädigung, der „Bruch“ des Mastes oder der Spiere, ist zumeist auch das Ende dieses Holzes. Sollte es also zum Bruch gekommen sein, ist eine Reparatur, nämlich das „Schäften“ (=Ansetzen von Teilen=etwa wie „zwei ineinandergreifende Königskronen“) wirklich nur dann zu empfehlen, wenn man sehr, sehr gut handwerklich arbeitet! Dann hat wohl der Satz *„eine geleimte Stelle darf an dieser nicht nochmals brechen“* seine Gültigkeit, denn diese ist dann stabiler als der Rest. Aber hier liegt auch das Problem, weil der Mast/die Spiere sich bei einer Belastung gleichmässig verhalten soll/muss (dieses gilt auch für Masten oder Spieren aus anderen Materialien)! Ist jedoch ein Teil durch die intensivere Verleimung härter, so kann es zu einem späteren Bruch kurz ober- oder unterhalb dieser Stelle kommen, „was nun auch nicht sehr viel Sinn macht!“ – Entweder wird demzufolge nach einer solchen Reparatur „ruhiger“ gesegelt und jedem Risiko ausgewichen oder man lässt eher die Finger von einer derartigen Reparatur (wozu ich raten würde!).

Anders ist es bei Beschädigungen, wo z.B. ein Teil abgesplittert ist, sich bei den Enden Risse im Holz zeigen oder Schäden am Spurzapfen (unterster Mastbereich) entstanden sind. Hier ist eine Reparatur noch lohnenswert, somit angeraten und schafft danach nicht das eben genannte grosse Problem.

Ansetzen von Teilen

In solchen Fällen ist hier (in erster Linie) der Spurzapfen gemeint, der z.B. einem Piraten-Mast seinen Halt im „Mastschuh“/in der „Mastspur“ gibt und ein seitliches Wegrutschen verhindert.

Natürlich kann man sich bei einer Schlosserei eine Metallkappe („Niro“) mit einem solchen Zapfen aus Metall herstellen lassen und diese Kappe unten fest verschrauben, aber das ist wohl nicht die ideale Lösung für einen Holzboot-Fan!

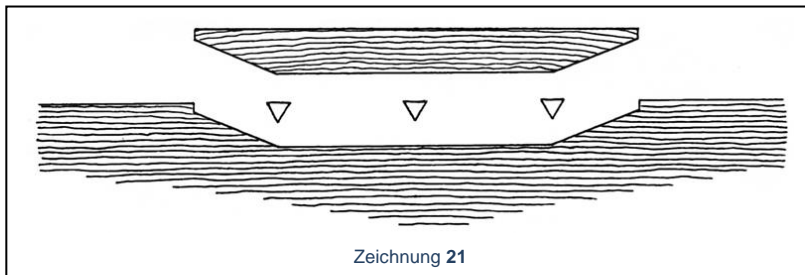
Eher würde ich dann folgenden Weg wählen: Ist nur der Zapfen selbst zerstört und der vierkantige untere Mastbereich aussen noch nicht beschädigt, so ist der Zapfen abzusägen und in den Mast von unten mittels Stechbeitel und Oberfräse ein viereckiges oder rundes Loch mit einer Tiefe von rund 100-150 mm zu schaffen, wobei immer ein Decksrand des Mastholzes vorhanden bleiben muss. Auch der Boden dieses Loches sollte sorgfältig begradigt werden, z.B. mit einem Fräskopf. Entsprechend den Abmessungen des Loches und des zusätzlichen Zapfens wird dann aus dem gleichen Holz des Mastes ein entsprechendes neues Teil hergestellt und mit einem guten wasserfesten Kleber eingesetzt. Nach dem notwendigen Bearbeiten kann dann eine Lackierung erfolgen. (Ggf. sollte der neue Zapfen „eine Idee“ grösser hergestellt werden, damit im „Schuh“/der Mastspur nichts wackelt.)

Einsetzen von Teilen

Diese Arbeit kann notwendig werden, wenn

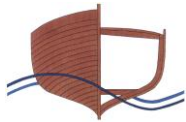
- durch Absplitterung oder Herausbrechen ein Stück fehlt;
- durch sehr starken Druck Holzbereiche nicht reparabel gequetscht worden sind;
- durch Rott (z.B. Holzerweichung durch permanente Nässe) Mast oder Baum geschwächt werden.

Ein anderer Grund kann das „Einbauen“ von Stücken aus Hartholz sein, um einen noch guten Mast/eine ebensolche Spiere an einem zu starken Durchbiegen zu hindern (auf Bauvorschriften achten!).



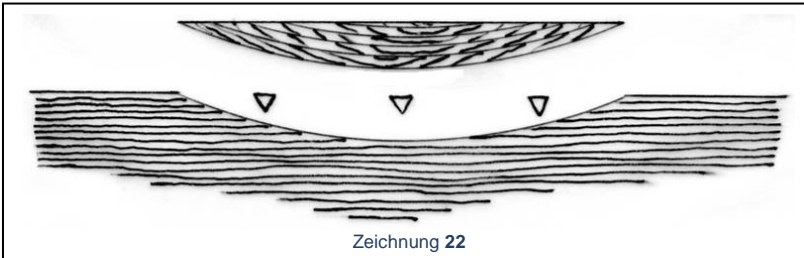
Auf jeden Fall muss eine solche (grössere) Stelle von allen losen Holzfasern befreit werden und - will man fachmännisch handeln - die Stelle derart gehobelt und mit einem Stechbeitel bearbeitet werden, wie in Zeichnung 21 dargestellt. Die Flächen sind dann vollkommen plan zu schleifen. Das einzusetzende

Stück muss dann ganz genau dem der „Lücke“ entsprechen. Bei diesen Einsatzstücken sollte unbedingt auf die gleiche Holzart und auf gleiche Farbe und Maserung (+ auf deren gleiche Richtung achten!) Wert gelegt werden.



Dabei muss u.U. noch eine Keep gefräst und diese an die vorhandene angepasst werden. Je nach Grösse des Einsatzstückes hält ggf. eine Anzahl von versenkten Schrauben das verklebte Stück zusätzlich in Position. Die Schraublöcher werden mit in gleicher Maserungsrichtung verlaufenden eingeklebten Pfropfen abgedeckt und die Oberfläche dann durch Hobeln und Schleifen an das umgebende Holz angeglichen.

Bei solchen Beschädigungen könnte auch so verfahren werden, wie z.B. öfters zu lesen ist und wie nachfolgend dargestellt. Allerdings halte ich diese Methode nicht für



empfehlenswert, denn bei einer nicht 100 % einwandfreien Verklebung kann diese „Prothese“, wenn sie denn nicht mit dem Mast verschraubt ist, im wahrsten Sinne des Wortes „abspringen“ (Zeichnung 22). Bei kleineren und/oder flachen Stellen (Dellen, Absplitterungen, starken Rissen usw.) wäre es aber vielleicht ein Weg. Im Anschluss an das Ausschleifen werden beim Verleimen mehrere dünne Leisten verbunden. Allerdings ist eine derartige Stelle nach der Behandlung mit dieser Methode immer sehr gut sichtbar!

Bearbeiten von Rissen

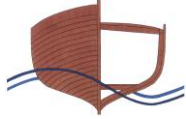
Diese können z.B. entstehen, wenn an einem Ende des Mastes oder einer Spiere Nässe eindringen konnte und das Holz durch den Wechsel von Feuchtigkeit und Trockenheit platzt/reisst. – Handelt es sich dabei um sehr kleine Risse, dann genügt vielleicht ein Ausfüllen mit Holzkitt, allerdings läuft man hier Gefahr, dass durch das immerwährende Arbeiten des Holzes dieser Kitt wieder herausgedrückt werden kann, wenn dieser denn nicht wenigstens etwas elastisch ist/bleibt (Hersteller befragen).

Wenn die Risse grösser sind und sich bei gebauten Masten oder Spieren die Klebefugen geöffnet habenzeigen, was klar die Stabilität gefährdet, so erfordern diese viel Feingefühl, denn um solche Stellen später zu kleben, muss vorher der alte Kleber komplett entfernt werden. Durch Keile wird der Riss etwas gespreizt (ohne das Holzgefüge noch mehr zu reissen, bzw. den Riss zu vergrössern!), mit Messer und/oder einem feinen Sägeblatt das Holz vom alten Klebstoff komplett befreit und abschliessend alles mit einem Staubsauger gesäubert. Zum neuen Verkleben müssen wieder sehr vorsichtig Keile in die Spalten getrieben werden, um überhaupt eine Lücke für den Kleber zu schaffen. In diese Spalten wird dann - möglichst mit einer (feiner) Spritze (notfalls Hersteller fragen) - ein sehr gutes Klebemittel vollflächig, satt und tief eingeführt. Danach wird das so gerissene Holz zusammengepresst und dabei der ggf. heraustretende Kleber sofort entfernt.

Problem bei diesem Verkleben ist, dass solche Spalten an ihren Enden zumeist sehr schmal sind und der Kleber dort u.U. nicht auf alle zu verklebenden Bereiche gelangt, was bestimmt nicht Ziel einer derartigen Massnahme ist!

Bei grössere Rissen helfen Kitt (natürlich nur einen Kitt verwenden, der auf keinen Fall Kreideanteile besitzt!) und zumeist auch ein Nur-Kleben nicht mehr. Hier rate ich zu einem Füllen mit und Verkleben von unten konisch zugeschnittenen schmalen Leisten des gleichen Holzes. Dabei sollten aber die Enden des Risses mit einem Sägeblatt derart verbreitert werden, so dass die Leisten durchgehend eingesetzt werden können. Überstehende Leistenteile werden danach abgehobelt/abgeschliffen.

Solche Arbeiten würde ich nur für Masten/Spieren aus Massiv- oder Vollholz empfehlen, während bei hohlen Masten/Bäumen, wo nur die Enden entweder aus Vollholz bestehen oder bei denen dort ein Holzteil eingesetzt worden ist, bei längeren Rissen in den Klebenähten anders zu verfahren ist. Da hier sich die Frage stellt, ob nach einem Nur-Verkleben anschliessend die nötige Stabilität noch vorhanden ist (denn in den hohlen Mast kann man nicht mehr hineinsehen!), wäre u.U. nur der (für mich fragwürdige) Weg über ein Zerlegen in die Einzelteile und eine komplette Neu-Verleimung möglich. Eine umfangreiche Arbeit, die durch eine vorherige gute „Behandlung“ und laufende Kontrolle zu verhindern ist/gewesen wäre!

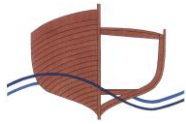


Bearbeiten von Druckstellen

Bei allen Arbeiten, bei denen eine Schraubzwinde benutzt werden muss, sollte unbedingt auf der anderen Seite ein Konterholz mit einer Zwischenlage an Papier zwischen Zwinde und Mast/Spiere gelegt werden, sonst kommt es natürlich zu diesen Druckstellen. – Sollten ansonsten (kleinere) Druckstellen vorhanden sind, so können diese auf dem rohen Holz mittels eines feuchten dünnen Tuches und einem heißen Bügeleisen „ausgebügelt“ werden (d.h., dass sich dann die gequetschten Zellen im Holz wieder mit Feuchtigkeit füllen, sich ausdehnen und diese Stelle etwa wieder die Höhe des umgebenden Holzes annimmt).

Schraubenlöcher

Wenn einzelne Schrauben herausgebrochen sind oder ein Schraubloch ausgeleiert ist, so bringt es nichts, wenn dann dickere oder gar längere Schrauben genommen werden. Besser ist das Einkleben von passenden Holzdübeln (u.U. aus gleichem Holz) in die vorher ausgefeilten/ausbohrten Löcher. Mit anfangs einem dünnen Bohrer werden dann die Löcher für die neuen Schrauben zentriert in dem Dübeln vorgebohrt und danach die Schrauben hineingedreht.



Lagerung und Aufriggen / Montage von Mast und Spieren

Der Mast und die Spieren eines Segelbootes haben gerade zu sein, - wenn es sich denn nicht um einen Peitschenmast handelt, der bei alten Holzbooten durchaus üblich war! Durch falsche Lagerung oder durch ein falsches Aufriggen kann es passieren, dass diese ihre gerade Linie „verlieren“ und das unabsichtliche Aussehen eines „Flitzebogens“ oder eines „Fragezeichens“ annehmen.

Lagerung von Mast und Spieren

Werden Mast und Spieren eines Bootes (ausserhalb der Segelzeit) gelagert, so können diese aufgehängt, gelegt oder gestellt werden (die Beschläge sollten vorher entfernt/ demontiert werden).

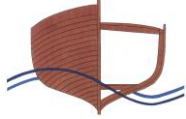
- **Aufhängen** = In Seilschlaufen, die unter der Decke fixiert worden sind, werden diese „Langholzteile“ eingehängt. Bedingung dabei ist allerdings, dass etwa alle 50-100 cm eine Auflagerung erfolgen sollte, damit sich die Hölzer nicht durchbiegen können. (Für das senkrechte Aufhängen hat wohl kaum jemand die Möglichkeit!)
- **Legen** = Entweder geschieht dieses auf dem Boden, auf einem Gestell oder auf Wandhaken/-winkeln. Ansonsten gelten die „Aufhäng“-Kriterien.
- **Stellen** = Nun wird auch hier kaum jemand die Möglichkeit haben, um z.B. einen Piraten-Mast von 6.290 mm Länge wirklich senkrecht hinstellen und fixieren zu können, was bei den Bäumen schon eher der Fall sein kann.

In allen Fällen sollten Mast und Spieren auf einer Polsterung lagern und durch eine Folie usw. gegen Staub abgedeckt sein. Diese Polsterung sollte aber möglichst nicht aus Schaumstoff bestehen, denn u.U. vertragen sich die chemischen Inhaltsstoffe des Schaumstoffes nicht mit denen des Lackes des Mastes/der Spiere. – Ebenso ist darauf zu achten, dass alle Haltepunkte sich in einer waagerechten Linie befinden. Dass der Lagerplatz trocken (aber bitte nicht der Heizungskeller!) und vor Sonneneinstrahlung geschützt sein sollte, ist wohl selbstverständlich.

Aufriggen/Montage von Mast und Spieren

Der Mast wird üblicherweise mit seinem Spurzapfen in die Mastspur/den Mastschuh gestellt (es gibt auch andere neuere Formen der Fixierung). Zur weiteren Befestigung des Mastes bei z.B. einem Piraten stehen dann die Wanten und das Vorstag in der Fock zur Verfügung (bei anderen Booten ist das Vorstag extra vorhanden), wobei die Wanten auch über eine einfache Saling (auf die ich aber nicht eingehe) geführt werden dürfen. Andere Möglichkeiten (Backstagen usw.) sind bei den Piraten nicht gestattet. Normalerweise wird das stehende Gut „nach Sicht“ durchgespannt, bis der Mast geradesteht. Werden jedoch die Wantenspanner (leicht) unterschiedlich eingestellt, so wird der Mast anfangs die Gegenkraft aufbringen, letztlich aber „unterliegen“ und sich verbiegen (u.U. auf Dauer!). Demzufolge muss beim Spannen sehr vorsichtig und genau vorgegangen werden, was auch für das Einstellen des Vorstages in der Fock gilt. Anschliessend wird der Mast mit Keilen in der Mastspur fixiert (sofern dafür eine Möglichkeit vorhanden ist).

Beim Stellen des Mastes sollte darauf geachtet werden, dass beim Piraten der klappbare Mastriegel im unteren Bereich/an der vorderen Plichtkante so fest am Mast sitzt, dass der Mast in seinem viereckigen Raum nicht „schlackern“ kann. Auch die anderen drei Seiten könnten z.B. mit eingeklebten Gummimatten diesen nötigen festen Halt geben.



Kontrolle und Pflege von Mast und Spieren

Wie bei allen Dingen, so müssen auch diese Holzteile laufend kontrolliert und gepflegt werden, will man langfristig seine Ruhe haben. Aber ebenfalls beim Kauf eines schon gebrauchten Mastes, eines Baumes usw. sollten diese unbedingt vorher genau kontrolliert werden! Der Zeitaufwand für solche Kontrollen beträgt einen minimalen Bruchteil der Zeit, die dann ggf. für eine Reparatur aufgewandt werden muss. Je nach Herstellungsart sind es dabei folgende Punkte zu beachten:

Beschläge

Eigentlich sollten alle Beschläge - wie schon gesagt - nach jeder Saison abgeschraubt werden, damit eine wirkliche Kontrolle erfolgen kann, doch in der Realität geschieht dieses zumeist leider nicht. Der Grund einer solchen Demontage ist, dass nur so die Flächen unterhalb der Beschläge in Augenschein genommen werden können. Feuchtigkeit/Nässe können unter dem Beschlag - sollte ein bis auf das Holz durchgehender Riss entstanden sein oder sich die Schraublöcher als „Eingang“ erweisen - „ihre Arbeit“ verrichtet haben: das Holz verfärbt sich erst, wird dann schwarz und anschliessend weich (Rott). Im letzten Fall findet der Beschlag schliesslich keinen richtigen Halt mehr, kann dadurch ausbrechen und eine völlig unnötige Reparatur und mehr sind die Folge. – Also: bitte unbedingt eine laufende Kontrolle von Beschlag und Holz durchführen - und die Beschläge nach der Saison demontieren! (Eine Dichtmasse muss natürlich vor dem Segelsommer ebenfalls neu aufgebracht werden!)

Dunkle Stellen

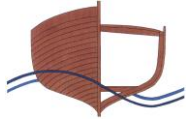
Diese unansehnlichen farblichen Veränderungen können drei Ursachen haben:

- **Feuchtigkeit** = Durch z.B. einen (feinen) Riss im Lack, der bis auf das Holz geht, ist diese eingedrungen, kann dort nicht mehr entweichen und beginnt ihr zerstörerisches Werk. Als Folge davon verfärbt sich das Holz und es entsteht schliesslich Rott. Erst ein grosszügiges Entfernen dieses weichen Holzes und das Einkleben eines neuen Stückes schafft wieder die nötige Stabilität. – Um solche Stellen festzustellen, kann beim Ab-klopfen mit einem kleinen Holzhammer dann ein anderer Klang festgestellt werden: rotes Holz klingt dumpfer! Auch die „Fingernagelprobe“ zeigt, ob das Holz weich ist: dringt der Nagel bei leichtem Druck ein, so ist Rott angesagt!
- **Kasein-Leime** = An den Klebenähten älterer solcher Teile können sich, wenn diese damit verklebt worden sind, dadurch dunkle Stellen bilden. Auch hier spielt die Feuchtigkeit eine Rolle, denn diese Leime sind nicht wasserfest!
- **Metall** = Hierbei handelt es sich um einen Oxidationsprozess. Eine Schraube aus Eisen (oder ein sonstiges im Holz befindliches Metallteil) reagiert u.U. auf die Inhaltsstoffe des Holzes (z.B. *Gerbsäure* bei Eichenholz) oder des Lackes und die Zufuhr von Luft oder/und Feuchtigkeit schaffen die Voraussetzung für eine Korrosion. Aber auch das Verwenden von zwei unterschiedlichen Metallen kann derartige Färbung im Holz hervorrufen (z.B. *Messing*-Beschlag und *Eisen*-Schrauben). Also bitte die nötige Sorgfalt walten lassen, denn solche Verfärbungen durch Korrosion sind nur schwer zu entfernen - schwächen, wenn es dabei bleibt, aber das Holz nicht so (entscheidend).

Enden (Fuss, Top usw.)

Die Enden von Masten und Spieren werden leider häufig vernachlässigt!

- **Fuss** = Hier haben wir wirklich eine Stelle, die gerade bei einer Jolle hochgefährdet ist! Bekanntlich steht der Mast mit einem Vierkant aus zumeist *Spruce* in einem Mastschuh (zumeist aus *Eiche*). Ist der Mast am Fuss nicht wirklich fixiert und kann sich somit (leicht) bewegen, so nutzt sich mit der Zeit der Zapfen in dem härteren Schuh ab. Ein ehemaliger Lackschutz bei beiden Teilen ist schon längst abgescheuert und Feuchtigkeit dringt ungehindert in die Hölzer ein.



Grundsätzlich sollte der Zapfen des Mastes mit seiner untersten Fläche nicht auf dem Holz des Mastschuhes stehen, sondern ein Zwischenraum von 5-10 mm bleiben, damit eine laufende Belüftung gewährleistet werden kann. Das Ergebnis kann sonst sein, dass der Vierkant (im Endstadium) wegbricht, der Mast keinen Halt mehr findet und „koppheister“ geht. Die Folgen sind fatal! Vorbeugend könnte der Zapfen oder der untere Bereich überhaupt in *Epoxid* getränkt werden, allerdings darf dann keine Nässe zwischen Holz und *Epoxid* dringen, sonst entsteht wieder Rott.

- **Top** = Beim Tragen eines Mastes oder Baumes kann man versehentlich irgendwo gegen stossen, man schaut nach: „aber es ist ja kein Lack abgeplatzt - also halb so schlimm!“ Trotzdem kann ein feiner Haarriss entstanden sein und gerade die Mastspitze bietet sich dem Regen ungeschützt dar - mit allen Folgen. Also: laufend kontrollieren!

Aber noch aus einem anderen Grund sollte bei Fuss und Top aufgepasst werden: Bei hohlen Masten oder Bäumen sind z.B. die Enden selbst-verständlich sorgfältig mit einem Rundholz gefüllt, bzw. solche eingeklebt. Da es durch unterschiedliches Holzverhalten gegenüber Wärme, Trockenheit und Luftfeuchtigkeit zu feinen Rissen in einer (harten) Lackschicht kommen kann, ist dann einem Eindringen von Nässe „Tür und Tor geöffnet“ mit allen sich daraus ergebenden Konsequenzen!

Mastscheibel/-rolle

Die Achse und das Kugellager dieser Rolle sollten, auch in der Saison, laufend mit einem dünnen Öl eingeschmiert werden, damit diese immer gut läuft. Jedoch ist auf einen einwandfreien Lack der Umgebung zu achten (keine Risse!), denn „geöltes Holz ist für einen Lackanstrich nicht mehr so richtig empfänglich“!

Nähte und Lack

Aus den unterschiedlichsten Gründen können Risse im Lack entstehen:

- **Feuchtigkeit** = Ist in einer oberen Lackschicht ein Haarriss entstanden, wandert u.U. Feuchtigkeit darunter und reisst den Lack weiter auf.
- **Hitze** = Unterschiedliche Anstrichmittel, die fälschlicherweise aufeinander verwendet wurden, reagieren bei Wärme auch unterschiedlich und neigen zur Rissbildung - ganz zu schweigen von Rissen u.ä. durch u.U. chemische Unverträglichkeiten bei verschiedenen Anstrichmitteln.
- **Mechanik** = Mechanische Einwirkungen (Reibung/Scheuern, Schlag/Stoss) können einen harten Lack zum Platzen bringen.
- **Trockenheit** = Ist das Holz zu trocken, so schrumpft es und ein zu steifer Lack kann an den Stössen/Klebenähten zu Rissen führen.

Gerade wenige oder zu dicke einzelne Lackschichten sind gefährdet; aber auch unelastische Lacke zeigen dann ihre „wahren Fähigkeiten“. Ein laufendes Kontrollieren ist also hier unbedingt notwendig!

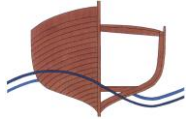
Sollte ein Mast/eine Spiere jedoch Risse im Holz selbst aufweisen, was schliesslich auch Ergebnis davon sein kann, sind derartige Schäden sehr schwer zu beheben (=siehe vorherige Informationen).

Auf jeden Fall sollten vor jeder Saison Mast und Spieren leicht angeschmirgelt und eine neue (dünne) Schicht Lack aufgetragen werden.

Nut

Diese Keep - in Norddeutschland auch „Göhl“ genannt - (beim Piraten für das Vorliek und das Unterliek vom Gross) muss laufend kontrolliert werden, denn eine darin befindliche (insgesamt zu dünne) Lackschicht wird durch die Lieken abgeschuert, Wasser kann in das Holz eindringen und Gerade die Keep eines Baumes ist für Wasseransammlungen „ideal“ und erfordert unser besonderes Augenmerk.

Die Keep muss also eine besonders gute Lackierung erhalten und sollte nach dem Austrocknen des Anstriches öfters mit Kerzenwachs behandelt werden. Dadurch kommt eine weitere Schutzschicht hinzu und die Gleitfähigkeit der Lieken wird erhöht.



Das „Classic Forum“ präsentiert:

Fachartikel

– Arbeit = Masten & Spieren –

**Wichtige
Arbeits-
Informationen**

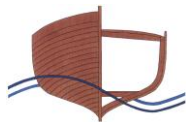
Schlusswort

Wieder ein interessantes Thema (so fand ich), wobei besonders der Bau von hohlen Masten und Spieren einiges an „Schrecken“ verloren hat. Natürlich gehört hier ein sorgfältiges Arbeiten dazu, aber jeder müsste sich einen Mast oder einen Baum selbst herstellen können, denn es geht schliesslich nicht um den „Schnelligkeitsrekord“ im Bauen solcher Teile.

Bei den vielen Artikeln/Buchteilen zum Thema „Masten und Spieren“, die ich durchgearbeitet habe, wurde fast immer die Keep vergessen, d.h. bei den Konstruktionsbeispielen war (fast) nie die Keep eingezeichnet. Aber diese erfordert schliesslich eine Änderung der Konstruktion und Berechnung gerade bei hohlen Masten und Spieren.

Ich bin der Meinung, wenn schon in einem Buch, das verkauft werden soll, über die Masten und Spieren geschrieben wird, dann sollte sich der Autor über alle Aspekte zu dem Thema informieren und diese in seinem Buch veröffentlichen!

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

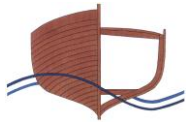


Anhang 1: Verwendete und weiterführende Literatur und Unterlagen

(aus meiner eigenen Bibliothek)

Behrens, Björn-Peter	PFLEGE VON HOLZBOOTEN 1.Auflage, 1997 <i>Delius & Klasing, Bielefeld, 200 Seiten</i>
Börms, Jürgen	WERKKUNDE DES SCHIFFBAUERS 1.Auflage, 1996 <i>Verlag für Bootswirtschaft, Hamburg, 172 Seiten</i> Reprint: __, 1960
Buchanan, George	DAS HANDBUCH FÜR BOOTSREPARATUREN 1.Auflage, 1992 <i>Pietsch, Stuttgart, 312 Seiten</i>
Donat, Hans	KLEINE BOOTE SELBST GEBAUT 6.Auflage, 1994 <i>Delius & Klasing, Bielefeld, 158 Seiten</i>
Eichler, Curt W.	HOLZBOOTBAU _.Auflage, <i>Neuausgabe von 1966</i> <i>(Delius & Klasing), Bielefeld, 387 Seiten</i> Reprint: <i>Palstek-Verlag, Hamburg, 1996</i>
Europa-Lehrmittel	HOLZTECHNIK-FACHKUNDE 16.Auflage, 1997 <i>Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten, 552 Seiten</i>
Gougeon Brothers	HOLZBOOTE-REPARIEREN UND RESTAURIEREN 1.Auflage, 1991 <i>M.&H. von der Linden, Wesel, 76 Seiten</i>
Gougeon Brothers	MODERNER HOLZBOOTSBAU _.Auflage, 1998 <i>M.&H. von der Linden, Wesel, 398 Seiten</i>
Grell, Günther	INSTANDSETZUNG VON SEGEL- UND MOTORBOOTEN 1.Auflage, 1951 <i>Verlag Klasing & Co. GmbH, Bielefeld und Berlin, 190 Seiten</i> <i>Herausgegeben von der Schriftleitung der Zeitschrift „Die Yacht“</i>
Lohmann, Ulf	HOLZ-HANDBUCH 5.Auflage, 1998 <i>DRW-Verlag, Leinfelden-Echterdingen, 349 Seiten</i>
Verney, Michael	DAS GROSSE BUCH DER BOOTSPFLEGE 1.Auflage, 1986 <i>Delius & Klasing, Bielefeld, 276 Seiten</i>
Zeitschrift „Palstek“	HOLZBEARBEITUNG: ZUM BEISPIEL SPIEREN 03/1997 <i>Palstek-Verlag, Hamburg</i>
Zeitschrift „Palstek“	HOHLE SPIEREN 01/1998 <i>Palstek-Verlag, Hamburg</i>
Zeitschrift „Palstek“	MASTKUR (Bearbeiten eines Mastfusses durch Schäftung) 01/1998 <i>Palstek-Verlag, Hamburg</i>
Zeitschrift „Palstek“	KOHLEFASERVERSTÄRKTEN SPIEREN 02/1998 <i>Palstek-Verlag, Hamburg</i>

und verschiedene Artikel, Berichte usw. und eigene bisher veröffentlichte Infos



Anhang 2: Nachweis der enthaltenen Abbildungen und Tabellen

Abbildung	1		
	Seite	1	Masttop mit Saling und eisernem Eselshaupt [aus: Wikipedia]
Abbildung	2		
	Seite	13	Mast [aus den alten Bauvorschriften für eine Piraten-Jolle]
Abbildung	3		
	Seite	14	Baum [aus den alten Bauvorschriften für eine Piraten-Jolle]
Abbildung	4		
	Seite	14	Baumbeschlag und Schotwagen [aus den alten Bauvorschriften für eine Piraten-Jolle]

Zeichnung	1		
	Seite	10	Kern und Herzbretter [von Bernd Klabunde]
Zeichnung	2		
	Seite	15	Dicken-Messgerät [von Bernd Klabunde]
Zeichnung	3		
	Seite	17	Mast: Vollholz [von Bernd Klabunde]
Zeichnung	4		
	Seite	17	Göhl [von Bernd Klabunde]
Zeichnung	5		
	Seite	17	Göhl [von Bernd Klabunde]
Zeichnung	6		
	Seite	17	Mast: 2 Teile [von Bernd Klabunde]
Zeichnung	7		
	Seite	17	Mast: 4 Teile [von Bernd Klabunde]
Zeichnung	8		
	Seite	17	Mast: 6 Teile [von Bernd Klabunde]
Zeichnung	9		
	Seite	18	Mast: 8 Teile [von Bernd Klabunde]
Zeichnung	10		
	Seite	17	Mast: 12 Teile [von Bernd Klabunde]
Zeichnung	11		
	Seite	17	Mast mit Kohlefaser-Gewebe [von Bernd Klabunde]
Zeichnung	12		
	Seite	18	Mast/hohl: 2 Teile [von Bernd Klabunde]
Zeichnung	13		
	Seite	19	Mast/hohl: 4 Teile [von Bernd Klabunde]
Zeichnung	14		
	Seite	19	Mast/hohl: 4 Teile [von Bernd Klabunde]
Zeichnung	15		
	Seite	19	Mast/hohl: 4 Teile [von Bernd Klabunde]
Zeichnung	16		
	Seite	19	Mast/hohl: 9 Teile [von Bernd Klabunde]
Zeichnung	17		
	Seite	19	Mast/hohl: 12 Teile [von Bernd Klabunde]
Zeichnung	18		
	Seite	20	Mast/hohl: 6 Teile [von Bernd Klabunde]
Zeichnung	19		
	Seite	20	Mast/hohl: 9 Teile [von Bernd Klabunde]
Zeichnung	20		
	Seite	20	Mast/hohl: 6 Teile [von Bernd Klabunde]
Zeichnung	21		
	Seite	22	Einsatz (richtig) [von Bernd Klabunde]
Zeichnung	22		
	Seite	23	Einsatz (falsch) [von Bernd Klabunde]