



Überbetriebliche Lehrlingsunterweisung im Boots- und Schiffbauer Handwerk

Fachkurs: Boot-H/00

Moderne Be - und Verarbeitung von Holzwerkstoffen



TEILNEHMER / ZEITRAUM:	
ORT:	HANDWERKSKAMMER LÜBECK Berufsbildungsstätte Travemünde Wiekstr. 5 23570 Lübeck -Travemünde
LEHRGANGSLEITER:	
TELEFON:	04502 / 887- 431 (HOLZWERKSTATT)



Inhaltsverzeichnis

1.0. SICHERHEITSUNTERWEISUNG	3
1.1. UMWELTGERECHTES ARBEITEN IM BOOTSBAU	4
1.2. ABFALLTABELLE.....	5
2.1. EPOXIDHARZE IM BOOTSBAU	7
2.2. FÜLLSTOFFE	8
3.1. ANSTRICHSYSTEME IM BOOTSBAU.....	10
3.2. OBERFLÄCHENBESCHICHTUNG MIT EPOXIDHARZEN.....	12
4.1. VERLEGEN EINES STABDECKS	15
5.1. ARBEITSBLATT SCHÄFTUNG.....	18



1.0. Sicherheitsunterweisung

Der Arbeitgeber oder der Verantwortliche eines Arbeitsbereiches hat die Beschäftigten über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit und während Ihrer Arbeitszeit ausreichend und angemessen zu informieren.

Die Unterweisung der Beschäftigten hat vor Aufnahme der Tätigkeit, bei Veränderungen im Arbeitsbereich, der Einführung neuer Verfahren oder Stoffe zu erfolgen. Sie muss an die Gefährdungsentwicklung angepasst sein und regelmäßig mindestens einmal jährlich mit Dokumentation des Inhaltes und schriftlicher Bestätigung des Unterwiesenen wiederholt werden.

Grundlage hierfür sind:

- Arbeitsschutzgesetz
- Unfallverhütungsvorschrift "Allgemeine Vorschriften"
- Gefahrstoffverordnung, Biostoffverordnung u.s.w.

Die Unterweisung soll mündlich in der Sprache der Beschäftigten vom Vorgesetzten selbst durchgeführt werden.

Unterweisungsthemen

Alle Lehrgangsteilnehmer unterzeichnen auf einem gesonderten Formular die Teilnahme an der Unterweisung mit folgendem Wortlaut:

*„Ich wurde heute von der/dem unterzeichnenden Ausbildungsmeister/in über die Haus-bzw. Werkstattordnung sowie allgemeine und gewerkspezifische Aspekte des Arbeitsschutzes hingewiesen. Dazu gehören u.a. Informationen über das Verhalten im Notfall, die Standorte von Verbackästen und Feuerlöschern, Betriebsanweisungen und Sicherheitsdatenblätter sowie der Umgang mit Maschinen und Gefahrstoffen.
Teilnehmerinnen wurden auf die Gefährdung für Schwangere und stillende Mütter durch Tätigkeiten in diesem Kurs hingewiesen. Tätigkeitsverbote für diesen Personenkreis werden eingehalten.
Die Haus- bzw. Werkstattordnung habe ich zur Kenntnis genommen.“*



1.1. Umweltgerechtes Arbeiten im Bootsbau

Boden, Wasser, Luft, Pflanzen- und Tierwelt sind die Lebensgrundlagen unserer Gesellschaft. Zu ihrem Schutz hat der Gesetzgeber über 700 Gesetze und Rechtsverordnungen erlassen. Auch Sie als Bootsbauer/in stehen dieser Vielzahl von umweltrechtlichen Vorschriften gegenüber.

Die Gesamtverantwortung zur Umsetzung der umweltrechtlichen Vorgaben, aber auch die des Arbeitsschutzes, liegt in erster Linie bei Ihnen, so dass eine wirksame Umsetzung gewährleistet ist.

Die gesetzlichen Regelungen im Bereich der Abfallwirtschaft haben das Ziel, das Abfallaufkommen zu verringern, auf die weitgehende Verwertung von Stoffen hinzuarbeiten und durch Anforderung an Sammlung, Transport, Behandlung, Lagerung und Beseitigung von Abfällen, die Umwelt, insbesondere Wasser und Boden vor Beeinträchtigungen zu schützen.

Abfall ist in den Augen des Gesetzgebers all das, was nicht mehr gebraucht, und deshalb weggeworfen wird. Das heißt, jeder, der Abfall erzeugt und diesen entsorgen will, muss sich an die gesetzlichen Auflagen halten. Allerdings können heute viele Abfälle recycelt oder gar wieder aufgearbeitet werden, so dass sie nicht in der Müllverbrennung oder auf der Deponie landen müssen. Die eleganteste Art die Abfallmengen gering zu halten ist, möglichst jede Entstehung von Abfall zu vermeiden. Das Recycling ist immer der Entsorgung vorzuziehen.

Vermeidung **vor** Recycling Recycling **vor** Entsorgung!

Lärmemissionen können nicht gesammelt, recycelt oder entsorgt werden. Da Lärm aber als Umweltverschmutzung gewertet werden muss, gilt es Lärm so weit wie möglich zu vermeiden und zu reduzieren. Geeignete Methoden hierfür sind:

- Anwendung geräuscharmer Verfahren
- Einsatz leiser Geräte und Maschinen
- Kapselung und Einhausung von Maschinen (soweit möglich)
- Einbau von Schalldämpfern

In der folgenden Tabelle sind die überwiegend anfallenden Abfälle eines Bootsbaubetriebes aufgelistet und deren Behandlung bei Recycling/Entsorgung.
Abfall-/Sonderabfallentsorgung



1.2. Abfalltabelle

Abfallart	Lagerung an der Anfallstelle	Recycling-Entsorgung	Bemerkungen
Holz – mit gehärteten Lacken und Klebern behaftet, Leimholz, Platten	Restmülltonne	Restmüll-Presscontainer	
Holz – nicht kontaminiert, Späne	Restholzkiste	Thermische Verwertung als Feuerholz oder Pellets	Geeignete Absaugung bei der Verarbeitung
Altöl	Lagerung nur in dafür vorgesehenen Behältnissen und Sammelgefässern	Sondermülllager – Recycling und Entsorgung durch autorisierte Entsorgungsbetriebe	Tropf- und Kleckermengen vermeiden
Ölhaltige Betriebsmittel	Sammeln in dafür vorgesehenen Behältnissen	Sondermülllager – Recycling und Entsorgung durch autorisierte Entsorgungsbetriebe	
Gebinde mit Restanhaftungen ungehärteter Polyesterharze	Sammeln in dafür vorgesehenen Behältnissen	Sondermülllager – Recycling und Entsorgung durch autorisierte Entsorgungsbetriebe	Wenn möglich, Restmengen zur Aushärtung bringen
Polyesterharzreste gehärtet	Restmülltonne	Restmüll - Presscontainer	
Katalysatoren (MEKP, BP, etc.) und Beschleuniger		Sondermülllager – Recycling und Entsorgung durch autorisierte Entsorgungsbetriebe	
Gebinde mit Restanhaftungen ungehärteter Epoxidharze		Sondermülllager – Recycling und Entsorgung durch autorisierte Entsorgungsbetriebe	Wenn möglich, Restmengen zur Aushärtung bringen



Epoxidharzreste gehärtet	Restmülltonne	Restmüll – Presscontainer	
verunreinigtes Aceton	Sammeln in dafür vorgesehenen Behältnissen	Entsorgen als Sondermüll – Recycling durch entsprechende Anlagen	Recyclinganlage hier in der Berufsbildungsstätte vorhanden. Ansprechpartner bei Fragen: Herr Bopp
Gebinde mit Restanhaftungen ungehärteter Lacke und Farben		Sondermülllager – Recycling und Entsorgung durch autorisierte Entsorgungsbetriebe	
Kupfer- und Kabelreste		Sammeln in dafür vorgesehenen Behältnissen – Entsorgung durch Altmetallhändler	
Stahlschrott/CrNi-Stahlschrott		Sammeln in dafür vorgesehenen Behältnissen – Entsorgung durch Altmetallhändler	
Papier/Pappe	Altpapierbox	Altpapiercontainer – Recycling durch Entsorgungsbetrieb	
Wertstoffe (grüner Punkt)	Sammeln der Wertstoffe	Recycling über Wertstoffcontainer (grüner Punkt)	
Altglas	Sammeln der Wertstoffe	Recycling über Wertstoffcontainer/ Altglascontainer	



2.1. Epoxidharze im Bootsbau

- 1: Vorteile:
- Gute Haftung auf vielen Untergründen (Adhäsion)
 - Hohe Festigkeit im Kleber (Kohäsion)
 - Fugenfüllend, kein Schrumpf
 - Hohe Wasserdampfdichte
 - Vielseitig einsetzbar
 - Hohe Alterungsbeständigkeit
 - Wenig Pressdruck nötig
2. Nachteile:
- Gefahrstoff, daher gesundheitlich problematisch bei der Verarbeitung, hohes „allergenes“ Potential
 - Schwierige Verarbeitung
 - Hoher Preis
3. Sicherheitsbelehrung:
- Anmischen nur mit:
 - Hautschutzcreme
 - Schutzhandschuhen Kat. 2, Material Nitril
 - Schutzbrille
 - bereitstehender Augenspülflasche
 - Verarbeiten:
 - Schutzhandschuhe immer tragen
 - bei Bedarf Schutzbrille tragen
 - bei Bedarf Atemschutz tragen
 - bei Bedarf Schutzkleidung tragen
 - Entsorgung:
 - Nicht gehärtete Reste im Sondermüll
 - Gehärtete Reste im Restmüll, daher möglichst alle Reste zur Härtung bringen

4. Verarbeitung:

Bedingt durch die Art der Reaktion müssen beim Anmischen von Epoxidharzen mit dem Härter die vom Hersteller angegebenen Mischungsverhältnisse exakt eingehalten werden. Auch wenn die Mischung bei kleinen Abweichungen von der Rezeptur noch scheinbar hart wird, so führt dies dennoch dazu, dass die angestrebten positiven Eigenschaften (z.B. Festigkeit, Wasserdampfdichte) nur teilweise oder gar nicht erreicht werden. Aus diesem Grunde muss das angesetzte



Harz/Härter-Gemisch sorgfältig umgerührt werden, dabei sind vor allem die Anhaftungen am Becherrand zu bedenken.

Beachtet werden muss auch, ob das Mischungsverhältnis nach Gewicht oder nach Volumen angegeben ist, da Harz und Härter meistens unterschiedliche spezifische Gewichte haben. Bei den im Bootsbau handelsüblichen Harz/Härter-Systemen wird meistens nach Volumen angemischt (Ausnahme: Laminierharze), vereinfacht wird dies mit angebotenen Dosierpumpen. Bei neuen Pumpen sollte immer das Mischungsverhältnis kontrolliert werden. Offensichtlich fehlerhaft abgemessene Mischungen dürfen nicht mehr verarbeitet werden denn Nachbesserungen oder Reklamationen sind immer teurer als das fehlerhaft angemischte Harz.

Pumpen, die länger nicht im Betrieb waren, neigen dazu, beim ersten Hub zu „spucken“, d.h. teilweise Luft mit zu fördern. Aus diesem Grund ist es ratsam, mindestens beim Beginn einer Mischung abwechselnd Harz und Härter zu Pumpen, damit die durch Fehlförderung einer Komponente unbrauchbar gewordene Menge nicht unnötig groß ist. Am Ende einer Verarbeitung sollte man - zwecks problemloser Entsorgung - eventuell entstandene und beiseite gestellte Fehlmischungen mit den Restmengen der korrekten Mischung verrühren.

Kleinstmengen werden mit Einwegspritzen abgemessen, die Teilung von Pumpenhüben „nach Gefühl“ sind ungenau und daher unzulässig.

Beim Ansetzen großer Mengen muss beachtet werden, dass bei der Aushärtung Wärme frei wird (exotherme Reaktion), die Wärme wiederum beschleunigt die Reaktion. Daher sind ggf. langsame Härter zu verwenden oder/und große Behälter zu verwenden, damit das Verhältnis vom (Wärme produzierenden) Volumen zur (kühlenden) Oberfläche möglichst klein wird. Am besten geeignet sind dazu flache Wannen. Ist die Menge und Wärmeentwicklung ein Problem, sollte längeres „in der Hand halten“ vermieden werden, die Körpertemperatur ist immerhin 37°C!

Im übrigen kann die Aushärtgeschwindigkeit nur über die Art des Härters und die Temperatur beeinflusst werden, niemals über die Variation der Härtermenge!!!

Werden Füllstoffe mit eingesetzt, so muss immer erst Harz und Härter vermischt und dann der Zusatzstoff untergerührt werden.

2.2. Füllstoffe

Die in folgender Tabelle aufgezeigten Füllstoffe werden am häufigsten im Bootsbau eingesetzt, wobei hier wegen der Unmengen an Möglichkeiten kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben werden soll



Handelsnamen	Stoffbeschreibung	Eigenschaften	Einsatzzweck
„Microballoons BJO“ „Niedrigdichtes Füllerpulver“	Hohle Phenolharzkugeln	Geringe Dichte, nimmt kein Harz auf, dadurch starke Volumenvergrößerung, rotbraune Farbe (ähnlich Mahagoni), vergilbt unter UV-Einwirkung, gut schleifbar, gut dispergierbar (untermischbar) Hoher Preis	Herstellen einer pastösen (Spachtel)masse mit geringer Dichte, Farbgebung, Fugenfüllende Verklebung
„Microlight“	??	Sehr geringe Dichte, sehr gut schleifbar, gut dispergierbar	Schleifspachtel, leichte Verfüllungen
„Microballoons Q – 21“	Hohle Glaskugeln	Schwerer als Pos 1, Farbe weiß, billiger	Herstellen einer pastösen (Spachtel)masse mit mittlerer Dichte, Farbgebung, Fugenfüllende Verklebung
„Aerosil“ „Colloidal Silica“ „Klebeputz“	Mehl aus schockgefrorener Kieselsäure	Geringe Dichte, bindet viel Harz durch große und verzweigte Oberfläche (ähnlich Schneeflocke), ergibt beim Einmischen keine Volumenvergrößerung, erhöht die Thixotropie (Tropffestigkeit), schlecht dispergierbar Ist zwar ungiftig (dient auch zum Andicken von Lebensmitteln), kann aber beim Einatmen akute Atemnot bis zum Erstickten verursachen. Geringer Preis	Zusatzstoff zum Anmischen tropffester Harze für den Einsatz an senkrechten Flächen. Verhindert das „Weglaufen“ des Harzes bei der Erstellung von Hohlkehlnähten (Fillet joints)
„Microfibers“ „Holzfasern“	Baumwollfasern	Erhöht durch die Fasern die Zugfestigkeit des angemischten Harzes	Einsatz bei belasteten Verbindungen in Hohlkehlnähten (z.B. Püttingknie, Mastschott) oder in dicken Spachtelflächen
Kurzglasfaser	Kurzglasfaser 0,3 – 20 mm	Erhöht durch die Fasern die Zugfestigkeit des angemischten Harzes	Einsatz bei stark belasteten Verbindungen oder in dicken Spachtelflächen
Talkum	Mineral	Mittlere Dichte, Farbe weiß. Gut dispergierbar, mittlere Schleifbarkeit, geringer Preis Negativ: Kann Wasser aufnehmen	Ist in den meisten handelsüblichen Spachtelmassen enthalten



3.1. Anstrichsysteme im Bootsbau

Generell gibt es für die Versiegelung/Oberflächenbehandlung von Booten verschiedene Anstrichsysteme und Philosophien.

1. Offenporige Behandlung erfolgt mittels Ölen oder Öllacken (z.B. Owatrol D1/D2 oder Yachtcare Basic Oil 1/Finsch Oil 2), die Wasserdampf sehr leicht diffundieren lassen, Wasser jedoch abweisen, das Holz kann „atmen“. Da das Holz während der Behandlung mit Öl gesättigt wird, nimmt es jedoch wenig Feuchtigkeit auf und wenn, dann kann es diese wieder sehr leicht abgeben.
Vorteile: Das Holz rottet kaum, die Anstriche sind einkomponentig und daher sehr unkompliziert in der Verarbeitung, reine Öle lassen sich auch bei niedrigen Temperaturen auftragen. Die filmbildenden Schichten werden weder durch das Arbeiten des Holzes zerstört, noch durch ausdampfende Feuchtigkeit „hochgetrieben“
Nachteile: Es sind viele Anstriche bei Erstbehandlung nötig, es sind jährlich Wiederholungsanstriche nötig, es lassen sich keine spiegelglatten Oberflächen erzielen.
2. Einkomponentige Lacksysteme gibt sowohl als es als klassische langölige, wie auch als moderne Alkydharzlacke. Die klassischen Lacke (z.B. International „Schooner“ oder Asuso „Alhorn“) sind in ihren Eigenschaften näher an den Öllacksystemen, die modernen eher bei den 2K-Polyurethen-Lacken. Generell kann man sagen, das einkomponentige Lacke leicht zu verarbeiten sind, da keine exakten Mischungsverhältnisse zu beachten sind. Auch lassen sich mit Pinsel oder Rolle gute Oberflächen erzielen. Meist ist jedoch nur ein Anstrich pro Tag möglich und die Schichtstärken sind nicht sehr hoch, so dass ein Neuaufbau von Lackschichten ein langwieriger Prozess ist. Die Oberflächenhärte ist mäßig, so dass hochglänzende Lacke schnell an Glanz verlieren und die Oberflächen schnell durch die Witterung reduziert werden. Das hat jährliche Überholungsanstriche zur Folge.
3. 2K-Polyurethanlacke (z.B. „International Perfection“, „SP 2000“, „Hempel´s Poly Best“, „Asuso DD-Lack“) werden oft auch als DD-Lacke bezeichnet, wobei jeder DD-Lack ein Polyurethan-Lack ist, aber nicht umgekehrt. Diese Lacke haben eine hohe Wasserdampfdichte und müssen vor der Verarbeitung angemischt werden. Bei einer 2K-Lack-Beschichtung versucht man, die Oberfläche komplett zu versiegeln, so dass das Holz weder Feuchtigkeit abgeben oder aufnehmen kann.
Vorteile: Hohe Oberflächenhärte, schneller Aufbau von Schichtstärken - es gibt Systeme die je nach Temperatur Überstreichintervalle von einer Stunde zulassen und trotz Auftrag mehrerer Schichten an einem Tag sich am Folgetag gut schleifen lassen. Ein weiterer Vorteil ist die hohe „Standzeit“ durch die gute Oberflächenhärte.
Nachteile: Durch die hohe Härte reißt der Lackfilm schnell, vor allem wenn das Holz arbeitet. Ist die Oberfläche nicht mehr intakt, dringt schnell Wasser ins Holz ein, entweicht jedoch durch den hohen Versiegelungsgrad sehr langsam.



Da die Lacke angemischt werden müssen, ist die Verarbeitung nicht ganz unkompliziert, Restmengen werden unbrauchbar. Eine gute Oberfläche lässt sich nur durch Spritzapplikation erreichen.

4. Epoxyssysteme sind eine Steigerung der 2K-Lacke, vor allem bezüglich der Wasserdampfdurchlässigkeit und beim schnellen Aufbau dicker Schichten. Ein weiterer Vorteil ist, dass lösungsmittelfreie Epoxidharze nicht schrumpfen und so die Versiegelung auch nach Jahren noch die gleiche Schichtstärke aufweist. Außerdem fallen die Poren, die vor allem bei Mahagoni ausgeprägt vorhanden sind, nicht mehr ein, so wie es bei lösemittelhaltigen Lacken geschieht. Allerdings sollten Epoxybeschichtungen immer mit einem hochwertigen 2K-Lack überlackiert werden, die den UV-Schutz des Holzes sicherstellen.

Generelle Überarbeitungsmöglichkeiten/Systemwechsel:

Einkomponentensysteme können normalerweise auch nur mit solchen überstrichen werden, da die Lösemittel in 2K-Systemen „schärfer“ sind als die in 1K-Lacken und diese somit anlösen.

2K-Lacke lassen sich mit allen Systemen nach gründlichem anschleifen überstreichen, trotzdem macht es wenig Sinn, von 2K auf 1K zu wechseln, da man damit die Oberflächeneigenschaften nur verschlechtert. Der einzige Grund, warum man dies machen würde, wäre eine schnelle vorläufige Ausbesserung. Allerdings würde man beim endgültigen Überarbeiten dieser Stelle - dann mit 2K-Lack - die gleichen Probleme haben wie oben beschrieben, d.h. der vorläufige 1K-Lack müsste komplett entfernt werden.



3.2. Oberflächenbeschichtung mit Epoxidharzen

Gegenüber herkömmlichen Beschichtungssystemen bietet eine Epoxybeschichtung folgende Vorteile:

1. Hohe Wasserdampfdichte
2. Hohe Schichtstärken
3. Sehr gute Haftung auf Holz
4. Hohe mechanische Festigkeit
5. Keine Material schrumpfung

Zu 1.: Generell zeichnen sich Epoxidharze durch eine höhere Wasserdampfdichte bei gleicher Schichtstärke als andere zum Einsatz kommende Materialien aus (z.B. Polyuretanlacke, Alkydharzlacke, langölige Lacke etc.) . Dadurch wird der Feuchtigkeitsaustausch eingedämmt und ein Arbeiten des Holzes verhindert. Dazu muss das Holz allerdings komplett mit Epoxy versiegelt sein. Außerdem gelangt, solange die Beschichtung mechanisch intakt ist, keine Feuchtigkeit in das Holz, so dass es eine lange Lebensdauer erhält.

Zu 2.: Normalerweise enthalten Epoxidharze keine Lösungsmittel und sind relativ hochviskos (dickflüssig) eingestellt. Dadurch lassen sich mit einem Auftrag dickere Schichtstärken erzielen als mit Lacken. Insgesamt erreicht man mit 3-4 Schichten einen ausreichenden Oberflächenschutz, vergleichbar mit ca. 8-10 Schichten PU-Lack.

Zu 3.: Epoxy ist als sehr guter Kleber mit sehr guten Haftungseigenschaften auf Holz und vielen anderen Untergründen anzusehen. Das gilt natürlich auch bei den zur Oberflächenbeschichtung eingesetzten Harzsystemen.

Zu 4.: Die Lebensdauer einer Beschichtung ist zum einem vom Alterungsprozess und zum anderen von der mechanischen Abriebfestigkeit abhängig. Diese ist hier sehr hoch und „klassischen“ Bootslacken weit überlegen.

Zu 5.: Der unter 4. angesprochene Alterungsprozess beschleunigt sich durch chemischen Zerfall und das Ausdünsten von Lösemitteln. Die zum Beschichten benutzten EP-Harze enthalten keine Lösemittel, somit gibt es keinen Schrumpf (Bei Lacken ist dieser erkennbar an den eingefallenen Poren).

Nachteile sind der relativ hohe Materialpreis und die nicht ganz unproblematische Verarbeitung. Der hohe Materialpreis wird dadurch aufgehoben, dass weniger Aufträge und somit ein geringerer Zeitaufwand notwendig sind.

Mögliche Probleme bei der Verarbeitung sind:

1. Zu hohe Luftfeuchtigkeit
2. Zu geringe bzw. steigende Temperaturen



3. falsches Mischungsverhältnis bzw. schlechtes Umrühren
4. Einschluss von Luftbläschen (Schaum) durch gelierendes Harz
5. Einschluss von Schleifstaub durch mangelhaftes bzw. falsches Entfernen

Zu 1. Bei der Verarbeitung von Epoxy müssen die vom Hersteller vorgegeben und 2.: Verarbeitungsbedingungen bezüglich Temperatur und Luftfeuchtigkeit eingehalten werden. Generell braucht jedes Harz zur Reaktion Wärme, eine Temperatur-erhöhung von 10 °C bedeutet eine Verdoppelung der Reaktionsgeschwindigkeit. Eine ausreichende Temperatur sorgt auch dafür, dass das Harz dünnflüssiger ist, somit besser ins Holz einzieht und die Haftung erhöht wird. Generell sollte die Temperatur zwischen 18 und 21 °C liegen, die Luftfeuchtigkeit sollte nicht über 60% liegen. Hohe Luftfeuchtigkeit führt bei der Aushärtung zur Bildung der Aminröte, einer klebrig-ölgigen, schwer zu entfernenden Schicht an der Oberfläche. Diese muss jedoch vor der Weiterverarbeitung durch Schleifen oder Abwaschen vollends entfernt werden. Beides sind zeitaufwendige Arbeitsgänge. Besonders leicht entsteht Aminröte, wenn das Harz bei warmer Luft auf einen kalten Untergrund aufgebracht wird, da sich die hohe Luftfeuchtigkeit, die in warmer Luft enthalten ist, an dem kalten Untergrund kondensiert. Dies passiert meist im Winter, wenn die Werkstatt über Nacht ausgekühlt war und dann morgens bei Arbeitsbeginn die Heizung wieder hochgeregelt wird. In diesem Falle muss dem Untergrund Zeit gegeben werden, sich wieder aufzuwärmen, im Zweifelsfall sollte die Oberflächentemperatur mit geeigneten Messgeräten kontrolliert werden. Beim Grundieren (also dem Auftrag auf das rohe Holz) hat ein Anstieg der Untergrundtemperatur während der Aushärtung außerdem zur Folge, dass Luft aus dem Holz entweicht und als Bläschen in der gerade aushärtenden Schicht „einfrieren“. Diese Bläschen sind Hohlräume, die bis in die Wurzel einer Pore reichen und die natürlich beim nächsten Arbeitsgang aufgeschliffen und wieder mit Harz aufgefüllt werden müssen. Im Prinzip war damit der ganze erste Arbeitsgang vergeblich.

Zu 3.: Bei der Härtung von EP-Harzen handelt es sich um eine Polyaddition, das heißt für jedes Harzmolekül muss ein Härtermolekül im Gemisch vorhanden sein, damit sich beide zum Endprodukt verbinden können. Übriggebliebene Komponenten stören die gewünschten guten Eigenschaften. Diese sind, wie oben aufgeführt, außer der guten Haftung und der hohen Abriebfestigkeit ja auch noch die hohe Wasserdampfdichte und die bei den Beschichtungsharzen noch extra (und teuer) eingestellte UV-Stabilität sowie eine hohe Transparenz. Generell gilt für die Verarbeitung von Epoxidharzen exaktes Einhalten der Mischungsverhältnisse, achten sie darauf, ob das Mischungsverhältnis nach Volumen oder nach Gewicht angegeben ist. **Es gilt nicht: „Je mehr Härter, desto schneller und besser erfolgt die Aushärtung“!!** Die Reaktionsgeschwindigkeit kann nur durch die Temperatur und die Auswahl verschiedener, zum System passender Härter gesteuert werden. Beim Benutzen von Dosierpumpen muss vor allem bei längerer Nichtbenutzung der Pumpen auf einwandfreie Funktion geachtet werden.



Es kann zum Beispiel bei den ersten Hüben noch Luft im System sein, die Härterpumpen neigen dazu, sich durch auskristallisierten Härter zuzusetzen. Nicht einwandfrei gepumpte Mischungen werden durch Umrühren (ggf. durch Zugabe von einer korrekten Mischung) zur Härtung gebracht und nach der Aushärtung entsorgt.

Ein weiter wichtiger Aspekt zum Erreichen einer hochgradig aushärtenden Mischung ist die Qualität des Umrührens. Hier muss zumindest auf schlierenfreies Mischen geachtet werden und der Tatsache der Randanhaftung Rechnung getragen werden. Damit meint man die immer am Rand des Mischbechers „klebenden“ Gemischteile. Diese muss man gründlich mit dem Rührholz „abschaben“ damit auch diese Teile mit in die Mischung eingehen.

Zu 4.: Gerade beim Auftrag des Harzes mit Schaumrollen entstehen kleine, manchmal nicht sichtbare Luftbläschen. Normalerweise steigen diese auch wieder aus dem Harz wieder raus, es sei denn das Harz geliert gerade. Man sollte daher immer nur kleine Mengen anmischen, so dass man genug Zeit hat diese zu verarbeiten, bevor sie gelieren. Die Gelierzeit ist abhängig vom Harzsystem, dem Härter (z.B. schnell oder langsam), der Temperatur und der angemischten Menge.

Es handelt sich bei der Härtung von Epoxidharzen um eine exotherme Reaktion, das heißt, dass durch die Reaktion Wärme freigesetzt wird. Befindet sich viel Harz in einem Topf mit wenig (kühlender) Oberfläche so wird die Selbstaufheizung größer sein, als wenn man das Harz in eine flache Wanne gießt.

Arbeitet man auf großen Oberflächen mit vielen (kleinen) Mischungen und einer Schaumrolle, muss man Bedenken, dass sich in der Schaumrolle und auch in der Lackierwanne immer noch Reste der ersten Mischung befinden, die irgendwann schon ein fortgeschrittenes Stadium der Reaktion aufweisen. Dies kann wiederum zum frühzeitigem Gelieren und dem damit verbundenem Einschluss von (milchigem) Schaum zur Folge haben. Daher empfiehlt es sich, die Rolle und auch die Wanne ggf. zu wechseln.

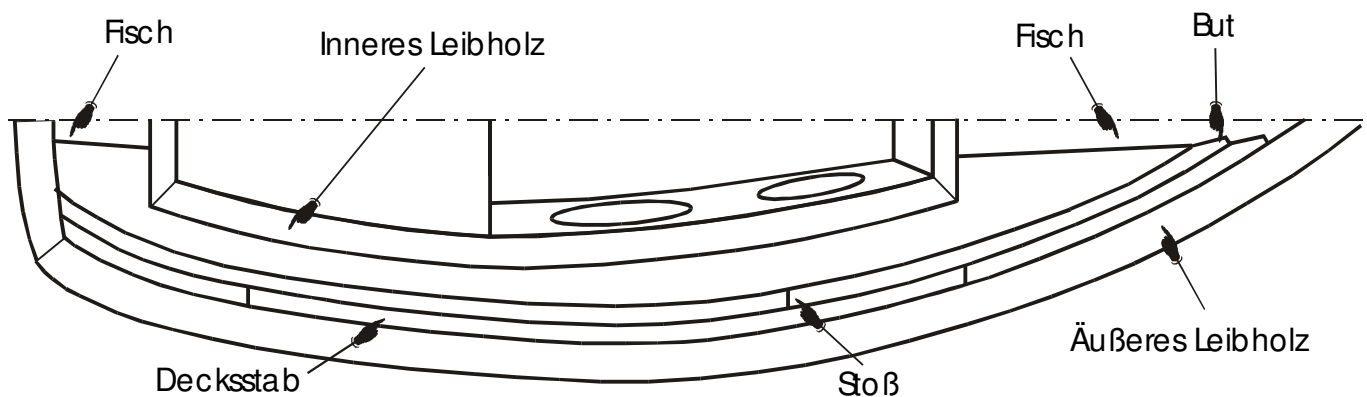
Zu 5.: Dieser Fehler tritt auch bei anderen Lackiersystemen auf, nur ist der Epoxyschleifstaub besonders hartnäckig. Wichtig ist beim Abwischen von trockenem Schleifstaub mit Lösemitteln, dass der verwendete Lappen nicht aus synthetischen Fasern und sauber ist. Zudem muss der Lappen, wenn er „voll“ ist gewendet bzw. ausgetauscht werden, sonst wischt man die Staubreste nur hin und her. Beim Entfernen von nassem Schleifstaub muss mit viel frischem Wasser gearbeitet werden.



4.1. Verlegen eines Stabdecks

Da ein Stabdeck nicht nur einen dauerhaften, rutschfesten Decksbelag darstellt, sondern auch zu einer starken optischen Veränderung des Bootes führt, sind Vorüberlegungen hinsichtlich des Design vor dem Verlegen des Decks unumgänglich. Diese Überlegungen sollten mit dem Kunden abgesprochen werden, da einige Details eines Stabdecks sehr zeitaufwendig und somit kostenintensiv sind.

Begriffserklärungen:



Vorüberlegungen zum allgemeinen Design:

- *Kutter- oder Yachtdeck oder sogar beides?*

Grundsätzlich gibt es zwei Arten von Stabdecks.

Das Kutterdeck hat seinen Stabverlauf parallel zur Mitschiffslinie. Die Stäbe butten in die Leihhölzer ein und nicht in den Fisch. Ein Kutterdeck wird häufig bei Motorjachten und Fischkuttern verwendet. Es sind also Bootstypen deren Decksstrak an Bug oder Heck sehr steil in den Steven einlaufen.

Beim Yachtdeck oder gestrakten Deck verlaufen die Stäbe parallel zum Decksstrak. Sie butten in den Fisch und in die inneren Leihhölzer. Ein Yachtdeck wird in der Regel auf Segelyachten gelegt, da hier der Decksstrak oft spitz in die Steven läuft.

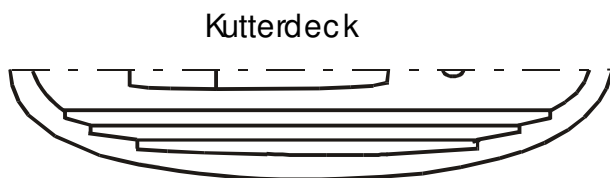


Abb. 2



Abb. 3

Die Entscheidung, ob ein Boot ein Yachtdeck oder Kutterdeck bekommt hängt also unter anderem vom Decksstrak und den damit verbundenen Schwierigkeiten, die Decksstäbe in den Strak zu biegen ab. Würde man die Stäbe dämpfen müssen um sie biegen zu können, wäre dieses Deck für den „Normalkunden“ nicht mehr bezahlbar. Üblicherweise werden die Stäbe kalt in den Strak gebogen und dann befestigt.

Gibt es noch was anderes?

In unseren Breiten gilt eine Yacht immer noch (insbesondere die Segelyacht) dann als schön, wenn sie klassische Linien aufweist.

Fragt man einen Bootsbesitzer was klassische Linien bei einem Boot sind, so wird er als Erstes antworten: „Das Boot muss lang und schlank sein!“

Danach wird er noch etwas von Überhängen erzählen, aber das soll uns nicht weiter interessieren, da die Überhänge in der Regel unterhalb des Decks überhängen.

Um einer modernen, doch sehr breiten Segelyacht klassische Linien zu verpassen, (reduziert auf Länge und Breite), kann man mit den Leibhölzern etwas am Decksstrak spielen und ihn so optisch verändern.

Hierzu lässt man die äußeren Leibhölzer nicht parallel zum Decksstrak verlaufen, sondern arbeitet mit unterschiedlichen Leibholzbreiten. An Bug und Heck wird das Leibholz schmäler als in der Mitte. So kann man eine Yacht optisch in die Länge ziehen, was immer etwas gefälliger aussieht.

Reicht das bloße verändern der Leibholzbreiten nicht aus um den gewünschten Effekt zu erzielen, kann man noch zusätzlich den Strak der Decksstäbe mildern und die Stäbe in die Leibhölzer einbutten.

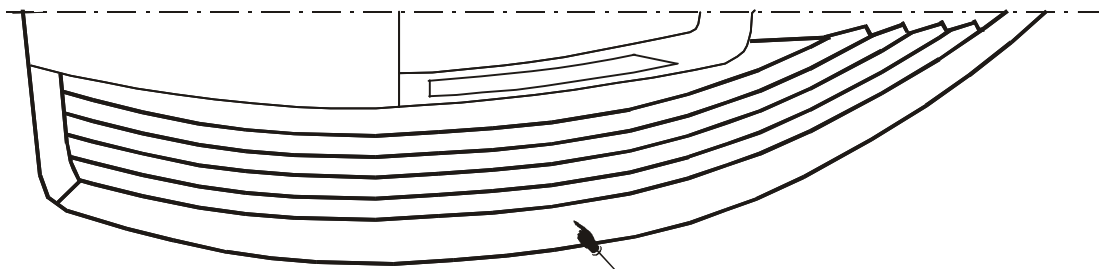
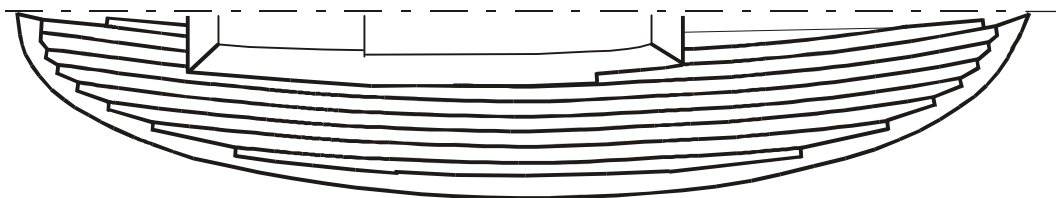


Abb. 4

Leibholz hier breiter als am Bug und Heck
dadurch erscheint die Yacht optisch schlanker



Gestakte Stäbe laufen nicht parallel
zum Decksstrak
dadurch erscheint die Yacht optisch schlanker

Abb. 5

- **Butten:**

Die Frage ob ein Stabdeck mit *eckigen* oder mit *runden* Butten gelegt wird ist eine Frage des Stils. Historisch betrachtet waren alle Butten eckig, da man diese besser abkalfatern kann.



Erst mit den modernen Dichtungsmassen und Klebstoffen ist es nicht mehr nötig eckige Butten zu bauen, man kann die Butten abrunden um so den runderen Formen einer modernen Yacht stilistisch gerecht zu werden.

Butten bezeichnen den Einlauf (Übergang oder Verbindung) eines Stabes in ein Leibholz bzw. den Fisch.

Sie waren in der Zeit vor den modernen Klebstoffen unumgänglich, da ein spitz einlaufender Stab ohne Bruch nicht zu kalbfatern war. Auch ist die Verbindung des Stabes zum Fisch auf Grund der größeren Materialdicke dauerhafter.

Heute haben Butten immer noch ihren Sinn. Laufen die Stäbe spitz in das Leibholz ein, können die Enden trotz moderner Klebstoffe brechen oder splintern.

Buttenlänge

der Butt beginnt da wo der Stab mit seiner vollen Breite an den Fisch stößt.

Buttenbreite

beträgt ca $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ der Stabbreite (Zollstockbreite ist ein gutes Maß)

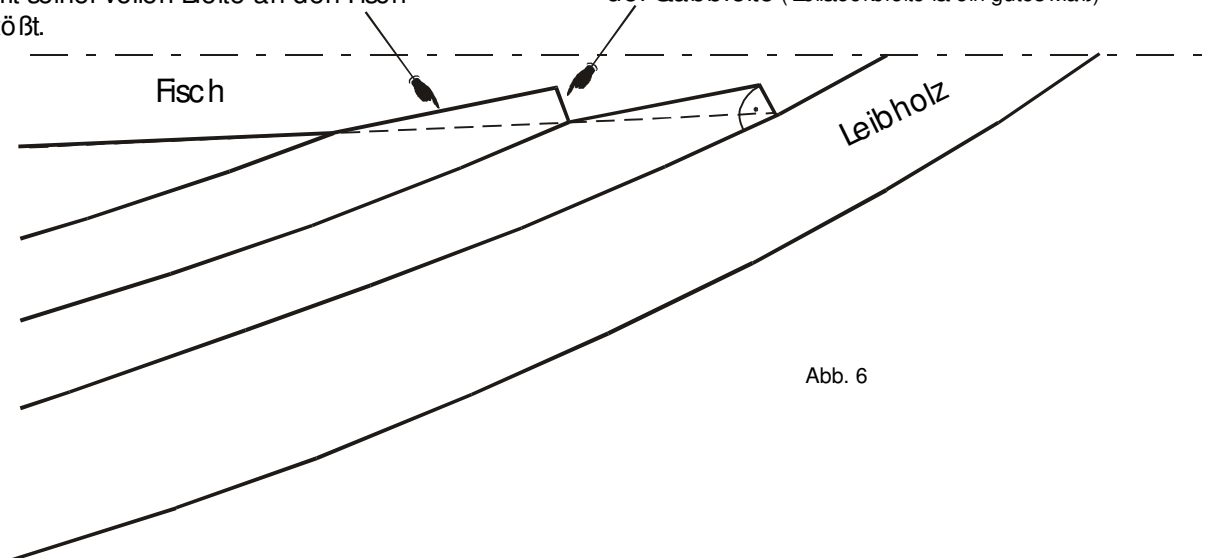


Abb. 6



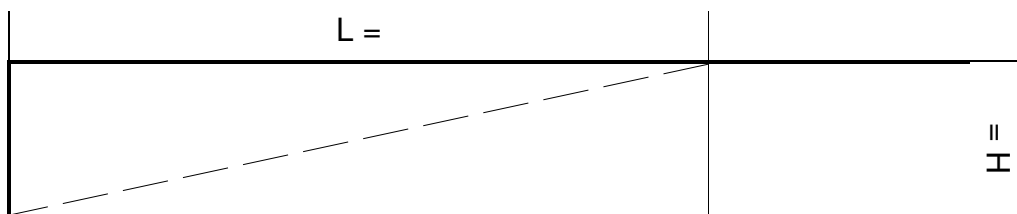
5.1. Arbeitsblatt Schäftung

Aufgabe: Stellen Sie eine Längsholzverbindung durch eine Schäftung her.

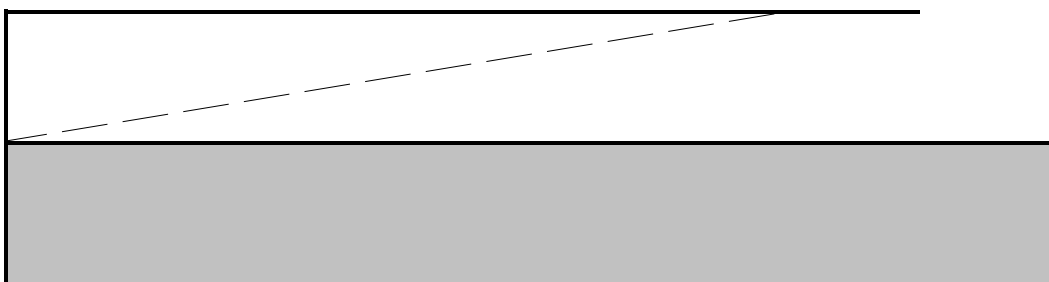
1. Zuschnitt: Ermitteln sie den Grobzuschnitt zum Ablängen von der Bohle und schneiden sie ihre Werkstücke danach zu.

Materialliste				
Anzahl	Einheit	Benennung	Abmessung	Material
2	Stück	Brett	600 x 120 x 28	Buche

2. Reißen sie die Schäftung nach dem Verhältnis L/H =10:1 an



3. Wählen sie eine geeignete Schäftungsunterlage (z..B. Gegenstück) und spannen sie das Werkstück an dem zu schäftendem Ende bündig darauf fest.



4. Hobeln sie die Schäftung komplett von Hand aus, benutzen sie dafür die für den jeweiligen Zweck geeigneten Hobel (Schrupphobel, Schlichthobel, Putzhobel)
5. Überprüfen sie die Qualität der erstellten Flächen mit einem geeigneten Werkzeug (Richtscheit, Winkel, etc.).
6. Beschriften sie die Werkstücke und nehmen sie eine neue Aufgabe entgegen