

Bootsbeschichtung mit Glasfaserkunststoff

Das Überziehen von Holz- und Stahlbooten.



VOSSCHEMIE
Kalthärtende Kunststoffe

F.-P. Plaschke

**Bootsbeschichtung
mit
Glasfaserkunststoff**

Unsere gesamten Materialien sind bei unseren Fachhändlern beziehbar. Wenn Sie Fragen haben, die dieses Buch nicht behandelt, so wenden Sie sich bitte an unser Werk Uetersen oder unsere Partner im In- oder Ausland.

- Inland:**
- Uetersen bei Hamburg:** VOSSCHEMIE GMBH, Esinger Steinweg 50, 2082 Uetersen, Postfach 13 55, Telefon (0 41 22) 71 70, Telex 2 18 526
 - Berlin:** VOSSCHEMIE – LUVO GMBH, Heerstraße 340, 1000 Berlin 20 (Spandau), Telefon (0 30) 3 61 51 53, 3 61 80 11–12
 - Düsseldorf:** VOSSCHEMIE GMBH, Sandstraße 61 a, 4030 Ratingen 1, Telefon (0 21 02) 4 40 81–83, Telex 8 585 093
 - Frankfurt/M.:** VOSSCHEMIE – Bleier & Voss OHG, Schlußner Straße 4, 6078 Neu Isenburg, Telefon (0 61 02) 60 20 und 60 29
 - Nürnberg:** VOSSCHEMIE GMBH, Zweibrückener Straße 77, 8500 Nürnberg 70, Telefon (09 11) 66 28 67
 - Rosenheim:** VOSSCHEMIE – Geier & Voss GMBH, An der Staatstraße, 8201 Kolbermoor, Telefon (0 80 31) 9 10 11–13, Telex 5 25 799
- Ausland:**
- Belgien** VOSSCHEMIE Polyester De Moor, Sergeyselstraat 2, 2200 Antwerpen-Borgerhout, Telefon (03) 2 35 20 47, Telex 71240
1000 Brüssel, 106, Avenue De Stalingrad, Telefon (02) 5 12 40 99
 - England** VOSSCHEMIE – Bondaglass & Voss Ltd., 158–164 Ravenscroft Road, Beckenham, Kent, Telefon (01) 778 0071–3
 - Frankreich** VOSSCHEMIE – SOLOPLAST S.A.R.L., Rue du Pré Didier, Z. I. Le Fontainil Cornillon, 38120 Saint-Egrève, Telefon (076) 75 42 38 und 75 49 36, Telex 320 520
 - Holland** VOSSCHEMIE – ROMAR VOSS KG, Industrierrein Grote Laak 17, 6088 NJ Roggel, Telefon (0 47 49) 10 19, Telex 58462

Unsere Arbeitsanleitungen sind aufgrund sorgfältiger, erfolgreicher Material-Erprobungen zustande gekommen und entsprechen dem Stand der Technik. Dieser Erfolg ist jedoch an eine gewissenhafte Verarbeitung und an die beschriebenen Voraussetzungen gebunden. In allen anderen Fällen sind Eigenversuche unumgänglich. Beachten Sie bitte auch unsere Technischen Merkblätter. Eine Änderung der technischen Daten und der Handhabung unserer Werkstoffe bleiben im Zuge von Verbesserungen vorbehalten. Die in diesem Buch genannten Preise sind lediglich Richtpreise. Sie enthalten die Mehrwertsteuer.

Im übrigen gelten unsere Allgemeinen Verkaufsbedingungen.

Copyright und Verlag
Klaus-W. Voss, 2082 Uetersen
Esinger Steinweg 50, Telefon: (0 41 22) 71 70, Fernschreiber 2 18 526
Zweite Auflage 1983
Druck: Brunsdruck KG, Buch- und Offsetdruckerei, 2082 Uetersen

Dipl.-Ing. F.-P. PLASCHKE

Bootsbeschichtung mit Glasfaserkunststoff

Das Überziehen
von Holz-, Stahl- und Ferrocementbooten

Ein Fachbuch der VOSSCHEMIE

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	8
Die Beschichtung von Holzbooten	9
Warum werden Boote beschichtet?	9
Lebenserwartung eines beschichteten Bootes	11
Leichter oder schwerer	13
Polyester- oder Epoxidharz für die Beschichtung?	15
Glasmatten oder -gewebe?	17
Welche Holzboote können beschichtet werden?	19
Welche Holzsorten können beschichtet werden?	21
In welchem mechanischen Zustand muß das Boot vor der Beschichtung sein?	21
Teilbeschichtungen des Rumpfes – Wunsch und Wirklichkeit	23
Decksbeschichtungen – weniger ist mehr	24
Transparente Beschichtung	28
Vorplanung	29
Zeitlicher Ablauf einer Holzbeschichtung	29
Beschichtung unter freiem Himmel?	32
Die Ausrüstung	33
Aufpallen – aber richtig	35
Das Boot wird zur Beschichtung vorbereitet	38
Reparaturen an Holzteilen	40
Bau eines Ersatzspants	43
Die Anbauteile – eine Radikalkur	47
Das Rohr für den Ruderschaft	51
Gezielt austrocknen	53
Abziehen und Aufrauen der Außenhaut	54
Der Haftversuch	55
Den Ballast einpacken oder nicht?	56
Öl und Teer auf der Außenhaut	57

Plankennähte und -stöße	58
Behandlung der Planken-Innenflächen	60
Schwertkasten	61
Bau eines Schwertkasten-Einsatzes	62
Nichtstrakende Außenhaut	63
Das Beschichtungsmaterial	65
Der Haftvermittler G4	65
Die Kontaktschicht	67
Die tragende Wand aus verstärktem Kunststoff	68
Einteilung und Eigenschaften der Bootsbauharze	69
Kleine Harzkunde für die Bootsbeschichtung	69
Laminierharze	72
Farbversiegelungen zur Verstärkung der LT-Lack-Deckschichten	72
Schlußlacke	74
Farbpasten	75
Farbpastenzusätze	76
Spachtel- und Füllmassen	77
Härtungssysteme	78
Verstärkungsmittel für UP-Harze	79
E-Glas als Verstärkungsmittel	79
Glasplatten	80
Glasgewebe	83
Werkzeuge und Reinigungsmittel für die Beschichtung	83
Was bestimmt die Eigenschaften von GFK-Beschichtungen?	86
Einfluß der Harze	87
Harzabhängige Chemikalien-Beständigkeit von Laminaten	87
Glasbedingte Chemikalien-Beständigkeit von Laminaten	88
Mechanische Eigenschaften der Harze und Laminat	91
Einfluß der Temperatur	91
Wie lange und bei welcher Temperatur nachhärten?	91

Temperung verschiedener Harze	92
Die Temperkammer	93
Wandungssysteme richtig wählen	93
Wanddicken der Beschichtung und Materialbedarf	95
Welche Beschichtung für welches Boot?	96
Beschichtungsvorschläge für Holzboote	97
Ermitteln des Materialbedarfs	98
Tabelle des Werkzeugbedarfs	98
Der Beschichtungsablauf – praktischer Teil	101
Teamwork	102
Verlegetechnik	103
Arbeitsvorbereitung	105
Spachtel des Untergrundes	106
Auftragen des Haftvermittlers	107
Aufbringen der Kontaktschicht	107
Auftapezieren von Matte (Gewebe) mit Laminierharz	109
Temperatur und Topfzeit von Laminierharzen	109
Imprägnieren der Glasverstärkungen	111
Entlüften mit der Scheibenrolle	113
Behandlung von Falten und Stößen	115
Unterbrechen der Laminierarbeit	115
»Naß-in-naß«-Auftapezieren	117
Beseitigen von Unebenheiten und Luftblasen	117
Wann und womit die Ränder besäumen?	118
Nacharbeit unter den Pallhölzern	118
Glätten der Glasharzfläche	119
Erst spachteln, dann schleifen	119
Aufbringen der Deckschicht	124
Verbesserte Trittfestigkeit	125
Schlußanstrich	126

Rezepturen für Schlußlack LT 35 SB als Deckschichtbestandteil	127
Häufige Fehler beim Auftragen von LT-Lack	128
Die LT-Lack-Oberfläche	129
Installation der Anbauteile	131
Einbau der Fittinge	131
Einbau des hinteren Wellenlagers	132
Montage der Scheuerleiste	133
Einbau des Echolotgebers	133
Holzbehandlung	134
Reinigung und Pflege der Beschichtung	135
Kurzanleitung für die Beschichtung eines Holzbootes	135
Weitere wichtige Beschichtungs-Hinweise	138
Die Beschichtung von Stahl- und Ferrocementbooten mit Polyesterharz und Glasmatten	139
Warum werden Stahl- und Ferrocementboote beschichtet und womit?	140
In welchem mechanischen Zustand muß das Boot vor der Beschichtung sein?	140
Teilbeschichtung?	141
Vorbehandlung der Außenhaut für Stahlboote	141
Vorbehandlung der Außenhaut für Ferrocementboote	142
Nachstraken der Außenhaut	142
Das Beschichtungsmaterial für Stahl- und Ferrocementboote	143
Wanddicken und Materialbedarf bei Stahl- und Ferrocementbooten	143
Der Beschichtungsablauf bei Stahl- und Ferrocementbooten	144
Durchbrüche an der Bordwand	144
Behandlung der Innenseiten beschichteter Rumpfe	145
Kurzanleitung für die Beschichtung eines Stahl- oder Ferrocementbootes	145

Vorwort

Schon Ende der fünfziger Jahre wurden die ersten Boote mit Glasfaserkunststoff ummantelt. Seit 1958 beschäftigt sich die VOSSCHEMIE intensiv mit dem Überziehen von Booten.

Inzwischen ist eine große Zahl von älteren Holz- und Stahlbooten von ihren Eignern beschichtet worden, meistens um sie betriebsfähig zu erhalten oder um sie wieder fahrbereit zu machen. Daneben gibt es auch Werften, die Holzneubauten des geringen Pflegeaufwands wegen gleich mit einer Kunststoffhaut überziehen, oder die ältere Baujahre bei voller Gewähr für ihre Arbeit mit einer Polyester-Glasseidenhaut abdichten. Diese Art der Bootskonservierung hat also auch im kommerziellen Bereich Fußgefaßt.

Ohne Übertreibung kann behauptet werden, daß sich das Überziehen mit Glasfaserkunststoff gegen alle konkurrierenden Verfahren durchgesetzt hat. Bei sorgfältiger Arbeit ist der Erfolg einer Glasfaserkunststoff-Beschichtung abgesichert.

So hat sich auch vom Verfahren her gegenüber den Ausgaben dieses Buches von 1972 nichts geändert, lediglich auf der Werkstoffseite, also bei den Harzen und den Verstärkungen, sind Neuerungen erarbeitet worden. Sie sind in dieser Auflage enthalten.

Da die »Vorarbeiten« bis zur Beschichtung in aller Regel ein Mehrfaches der Beschichtungszeit beanspruchen, ist dem Abschnitt »Vorbereitung« in der vorliegenden Neufassung ein breiter Raum gewidmet.

Ebenso ist eine Materialkunde über die Beschichtungswerkstoffe mit aufgenommen worden, so daß der Beschichter sich auch hier umfassend informieren kann.

Ich danke allen, die mir von ihren Beschichtungen, teilweise durch Fotos verdeutlicht, berichtet haben, insbesondere Herrn Rath, der mir aufgrund seiner Kenntnisse als gewerblicher Beschichter in abgesicherter Weise überall da weiterhelfen konnte, wo eigene Erfahrungen ergänzt werden mußten.

F.-P. Plaschke

Die Beschichtung von Holzbooten

Ein Boot zu beschichten, ist eine überschaubare Arbeit. Das Risiko liegt eher in den »Nebearbeiten«, die im Verlauf der Vorbereitungen zusätzlich anfallen und so viel Zeit kosten können, daß sie sich zur Hauptsache auswachsen.

In einigen Fällen stehen die Renovierungsarbeiten am Boot von vornherein im Mittelpunkt und die Beschichtung ist als der Abschluß der »Restaurierung« zu betrachten.

In beiden Fällen werden den Eigner eine Reihe von Fragen bewegen, die vorab besprochen werden sollen.

Warum werden Boote beschichtet?

Abdichtung, Konservierung, zum Teil auch Wiederverwendbarkeit sind Zielstellungen, die den Bootseigner in den meisten Fällen an eine Beschichtung denken lassen.

Neuboote aus Holz erhalten einen Überzug, um das Boot pflegearm zu machen und auch bei wachsendem Alter eine absolute Dichtigkeit zu gewährleisten. Dadurch entfallen das Wachsen und Schwinden des sonst einmal nassen und einmal trockenen Holzes. Die Verbände bleiben erheblich länger intakt, als das bei periodisch wasserbelastetem Holz der Fall wäre.

Ältere Holzboote werden zumeist der Dichtigkeit wegen mit Kunststoff überzogen. Oft hängt an dieser Dichtigkeit die Frage, ob das Boot überhaupt wieder oder weiterhin betriebsfähig bleibt. Boote, die im Pflege- und Lenzaufwand ihre Eigner viel Zeit und Kräfte kosten und deswegen mehr Belastung als Erholung bedeuten, werden wieder zu akzeptablen Freizeitinstrumenten. Es ist erstaunlich, was durch einen Kunststoffüberzug aus einem »Sieb« wieder werden kann.

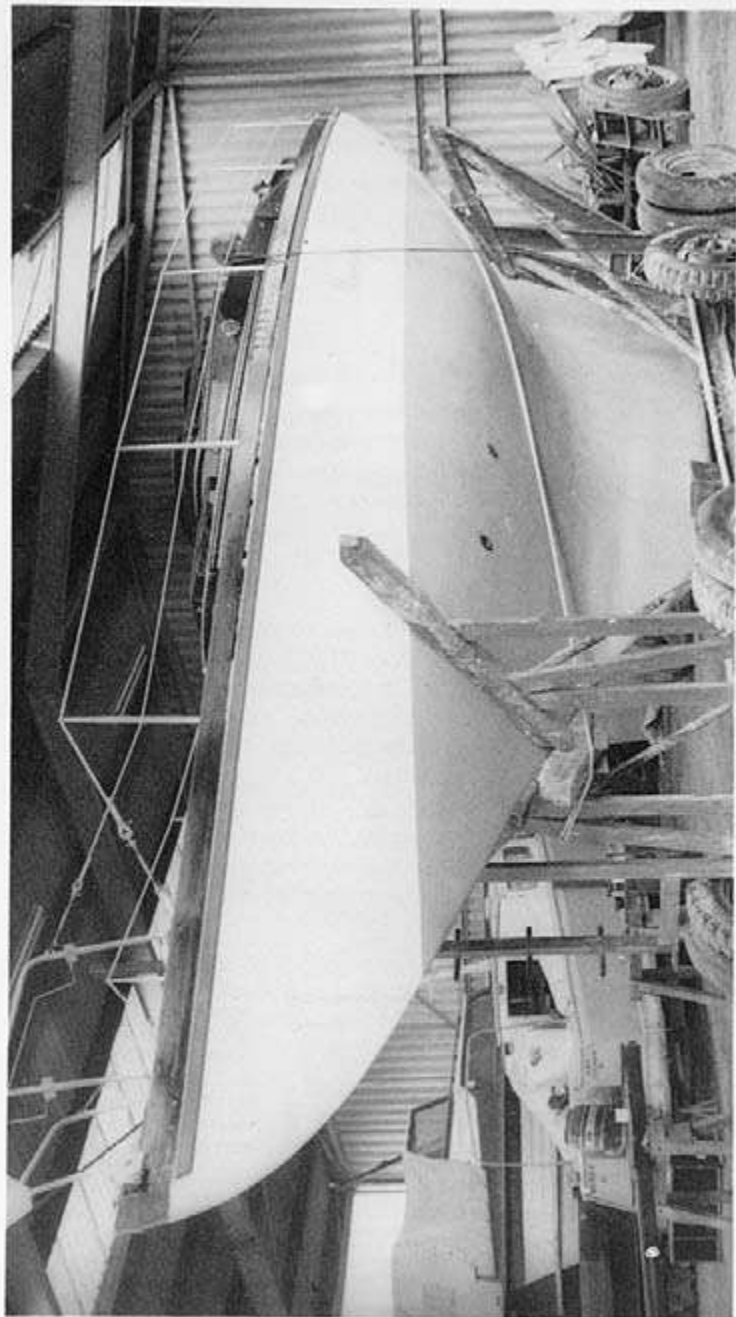
Schließlich können Reparaturen paßungenauser, bzw. noch in Eigenarbeit oder auch einmal mit einer anderen Holzsorte durchgeführt werden. Die Bilge eines Holzbootes mit Weinglasspant wird wieder als »trockener Stauraum« für Proviant, Batterie und Tank nutzbar, wobei diese Zusatzgewichte auch noch günstig (in Ballastnähe) plaziert sind.

Nicht nur Rümpfe, sondern auch die Aufbauten werden durch eine Kunststoff-Beschichtung wieder »regenfest«. Auch Veränderungen des Bootes, z. B. im Bug- und Heckbereich, können zusammen mit einer GFK-Beschichtung möglich oder dicht werden.

Bei Kompositbauten (Holzbeplankung auf Stahlspanten) schützt ein Kunststoffüberzug über das eben Gesagte hinaus vor Korrosion der Metallteile, insbesondere der Stahlnieten.

Boote dieser Bauart sind an den Verbindungsstellen Stahl/Holz ganz besonders korrosionsgefährdet, so daß ein Glasfaserkunststoff-Mantel hier die Lebenserwartung besonders nachhaltig verbessern kann.

In allen Fällen verändert eine Beschichtung die innere Bootsatmosphäre. Der übliche muffige Geruch weicht dem Geruch von Holz und Lack.



Der Glasfaserkunststoff-Überzug als Konservierung für Oldtimer

Abb. 1

Als »Delphin II« (Baunummer 323) im Jahre 1913 bei Abeking und Rasmussen vom Stapel gelaufen, wurde »Mäusepoit« nach 60jähriger Dienstzeit im »Einhand«-Verfahren einer Aufarbeitung unterzogen. Der nebenberufliche Umbau von Stahl- auf Holzspannen war von vornherein auf den nachträglichen Kunststoff-Überzug abgestellt. Mit 66 Jahren wurde das auch in der Einrichtung verjüngte Boot wieder als »Tourrenkreuzer« in Betrieb genommen.

Zitat des Festredners beim zweiten Stapellauf: »Aus der Mumie wurde wieder eine Jungfrau.«

Lebenserwartung eines beschichteten Bootes

Um diesen Komplex abhandeln zu können, ist eine Aufteilung notwendig.

Da ist zunächst das Boot, dessen Außenhaut und Verbände weiterhin alle in das Bauwerk eingeleiteten Kräfte mit Sicherheit aufzunehmen in der Lage sein müssen. Dazu gehört, daß die Verbindungen (Kielbolzen, Schrauben, Nieten) voll intakt sind, um größere Verwindungen des Bootskörpers zu vermeiden. Besondere Aufmerksamkeit wird man dem Rüsteisen und der Ballastbefestigung schenken.

Insgesamt sind an den Bootskörper strenge Forderungen zu stellen, wenn ein beschichtetes Boot ein Dauererfolg sein soll. Diese Forderungen in Zahlen zu kleiden, ist kaum möglich. Fest steht, daß ein »Wrack« auch durch eine Kunststoffhaut nicht mehr zu retten ist. Hier ist vielmehr ein Mißerfolg unausweichlich. Die Glasfaserkunststoff-Ummantelung ist lediglich eine Haut mit schützendem Charakter und kann das Boot nicht mechanisch »zusammenhalten«.

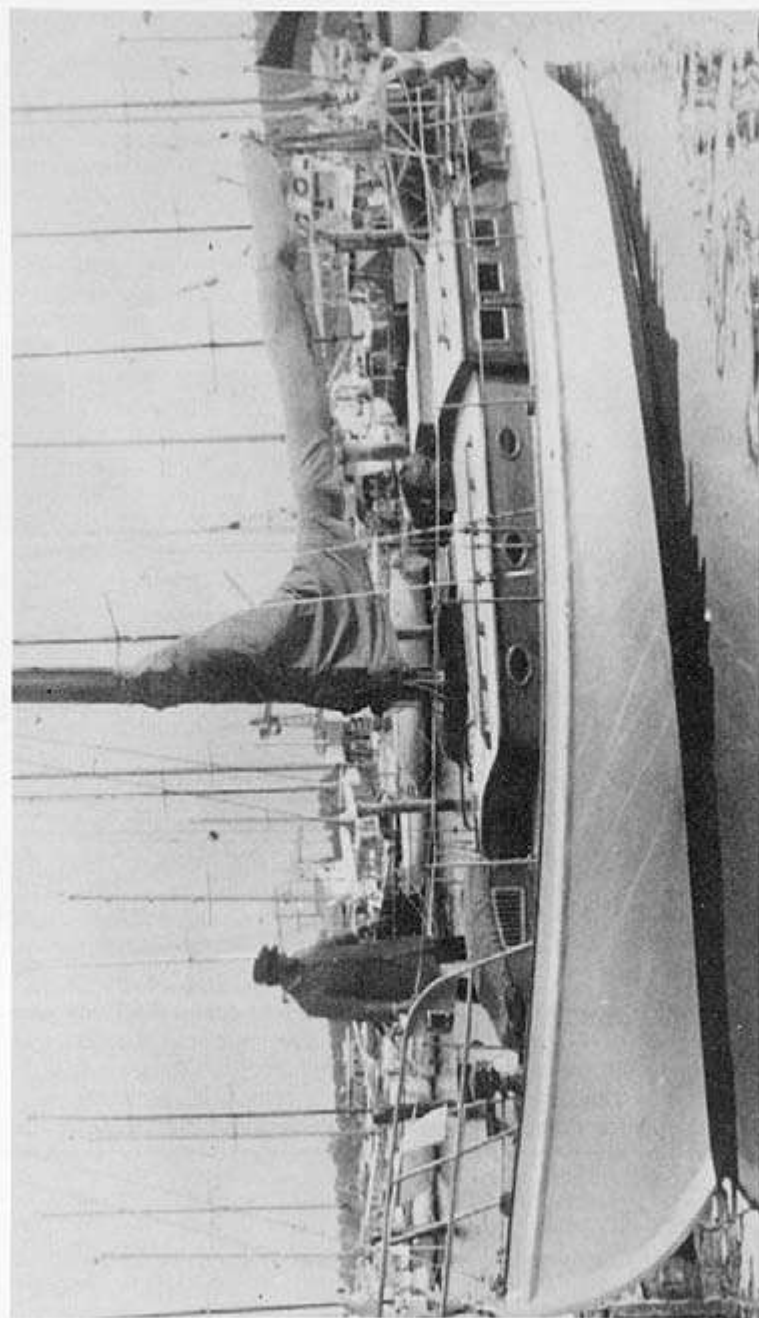
Weiterhin ist die Verbindung zwischen der Holzoberfläche und dem Glasfaserkunststoff ein wichtiges Kriterium für die Lebenserwartung. Lose Beschichtungen im Unterwasserbereich zum Beispiel speichern Wasser zwischen Holz und Beschichtung und können so zur Fäulnis im Holz führen. Bei einem ordnungsgemäßen Haftvermittler muß zum Beispiel die Eigenfestigkeit in der Haftzone größer sein als die der benachbarten Holzschicht und der Mantelschicht aus Glasfaserkunststoff (GFK).



»Nieselpriem«, 1928 in Eckernförde auf Kiel gelegt, bereitete dem Eigner jede Saison mehr Sorgen, bis er im Jahre 1970 einen Glasfaserkunststoff-Überzug aufbrachte (siehe »Die Yacht«, Heft 23/70). Das 8,00 x 2,40 x 1,20 m messende und 3,5 t verdrängende Boot wurde 1980 nach zehnjähriger Betriebszeit von der Zeitschrift »Die Yacht« inspiiziert. Der Überzug erwies sich bei der Überprüfung als makellos. Der Bericht in »Die Yacht«, Heft 3/80, trug die Überschrift »Die zweite Haut – kein Risiko« (Foto: M. Matzek).

Die zweite Haut – kein Risiko

Abb. 2



Charterjacht mit Glasfaserkunststoff-Überzug

Die »Kapallua« wurde im Jahre 1909 in Eiche auf Eichensparren gebaut und 1972 bei der Bobswerft in Travemünde überzogen. Seit 10 Jahren ist das Schiff vom März bis Oktober im Chartereinsatz in der Nord- und Ostsee. Die 11,30/10,00 x 3,50 x 1,85 m messende und 9,5 t verdrängende Tourenjacht ist ein Beispiel dafür, daß der GFK-Überzug auch im gewerblichen Bereich findet. Beschichtet wurde sie mit insgesamt 3550 g Glas je Quadratmeter (Foto: Bobswerft).

Abb. 3

Ob ein Kunststoff-Laminat (= Schichtstoff) auf der Bootsoberfläche bleibt, ist in erster Linie vom Haftvermittler, aber auch von der geometrischen Gestalt und der Verlegetechnik mit abhängig.

Als letzte entscheiden schließlich die Qualität von Verstärkungsmittel und Harz, besonders aber die Sorgfalt des Verarbeiters über das Durchhaltevermögen des beschichteten Bootes.

Während die Eigenschaften des Kunststoffes meßbar sind und bei richtiger Behandlung eindeutig festliegen, bildet der Verleger rein technisch gesehen den größten Unsicherheitsfaktor bei allen beschriebenen Teilbereichen. Er kann bereits beim Bootszustand – gewiß aus Begeisterung für das Objekt – beide Augen zugeedrückt, beim Haftvermittler die Kontaktzeit überschritten und beim GFK-Mantel unsachgemäß laminiert (= die Matten aufgeschichtet) haben.

Ein Erfolg setzt also neben guten Werkstoffen in erster Linie allergrößte Sorgfalt beim Verarbeiter vom Unterbau bis zum letzten Anstrich voraus.

Das 1970 (beschrieben in Heft 23/70 »Eine neue Haut für alte Rümpfe«) zusammen mit der Zeitschrift »Die Yacht« beschichtete Boot »Nieselpriem« wurde nach zehnjähriger Betriebszeit mit einer Beschichtung inspiziert und ließ keine negative Wechselwirkung zwischen Holz und Kunststoff erkennen. Das ergab die Nachuntersuchung (Die Yacht Heft 3/80) mit der Überschrift »Die zweite Haut – kein Risiko«. Inzwischen sind hunderte von Booten beschichtet worden. Hält man in einem Jachthafen nach überzogenen Booten Ausschau, wird man fast immer fündig werden.

Wer ein Schiff ordnungsgemäß überziehen will, muß sorgfältig vorgehen, so wie das bei erfolgreichen handwerklichen Arbeiten unumgänglich ist. Beherzigt man diese Regel, so wird sich der Glasharz-Überzug als eine dauerhafte Maßnahme erweisen.

Leichter oder schwerer?

Die Erfahrung lehrt, daß besonders ältere Schiffe ohnehin nicht mehr auf der Konstruktionswasserlinie schwimmen. Sie sind im Laufe der Jahre meistens mit zusätzlichen Einbauten oder mehr Ballast befrachtet worden und schwimmen deutlich tiefer als gezeichnet. Vielleicht rührt das große Interesse für die Gewichtsveränderung durch eine Beschichtung gerade von dieser Tatsache her.

Zur Vorbereitung für eine sachgerechte Beschichtung gehört zuerst die Trocknung des Bootes. Sie bringt ein erhebliches Mindergewicht. So kann eine Außenhaut von 25 mm Dicke im Überwasserbereich einen Gewichtsunterschied von 2,5 bis 3,75 kg je Quadratmeter aufweisen. Die Außenhaut des Unterwasserschiffs, Tothölzer, Kiel, Kielschwein und Stevenhölzer nehmen Wasser bis weit über ihre Fasersättigung auf. Sie können das halbe Eigengewicht an Wasser in sich speichern und schlagen mit ihren großen Volumina besonders stark zubuch.

Neben dem »Wasserverlust« in den Planken wird vor einer Beschichtung das Gesamtgewicht ebenfalls um die – auf alten Booten durchaus bis zu 1,5 mm dicken – Farbschichten und um das in Zukunft fehlende Bilgenwasser vermindert. Allein die Anstriche können 1,5 kg je Quadratmeter auf die Waage bringen.



Die 11 m über alles messende Kutter-Jacht »Sylvia« wurde mit ihren 50 und 60 Millimeter dicken Planken im Freien »getrocknet« und dann mit fünf Mattenlagen im Überwasserschiff und sieben Mattenlagen im Unterwasserbereich überzogen. Der Mindertiefgang betrug etwa acht Zentimeter. Bei Vollholzbooten mit geringerer Plankendicke fällt die Mindertauchung geringer aus.

Beschichtete Vollholzboote schwimmen höher

Abb. 4

Auf der anderen Seite ergibt die Beschichtung einen Verdrängungszuwachs über die durch den Kunststoff verdickte Außenhaut, so daß nur noch ca. 30 % des Unterwasserbeschichtungsgewichtes zum Tragen kommen. Die anderen zwei Drittel werden durch den Mehrauftrieb kompensiert.

Bei aller »Gewichtsbewußtheit« ist anzumerken, daß auch die Austrocknung in Maßen betrieben werden muß. Erste Windrisse in den Hölzern während der Trocknung sind Alarmzeichen, die den Beginn eines Selbstzerstörungsprozesses signalisieren und gezielte Gegenmaßnahmen erfordern (siehe auch Kapitel »Gezielt Austrocknen«).

Kurz: Auch die Gewichtsrechnung im voraus ist schwierig aufzumachen, da meistens nicht einmal die Ausgangswerte bekannt sind oder ermittelt werden können.

Es kann jedoch auf Erfahrungen zurückgegriffen werden, die berechtigterweise auf andere Boote übertragen werden können. So schwimmen Vollholz-Segelyachten mit ungeteiltem Lateralplan nach der Austrocknung und Ummantelung um vier Zentimeter, vollbauchige Kutteryachten mit ihren zwei- bis dreizölligen Planken bis zu acht Zentimeter höher als vorher.

Sperrholzfahrzeuge weisen dagegen meistens den alten Tiefgang auf. Bei Eisen- und Ferrocementbooten ergeben sich keine meßbaren Veränderungen.

Für »Nieselriem« sind die folgenden Gewichtsveränderungen ermittelt worden:

Aus fünf Zentimetern Mindertauchung nach der Beschichtung ermittelter Gewichtsverlust	– 450 kg
Gewichtsverminderung durch entfernte Farbe und ausgebaute Teile	– 100 kg
Gewichtserhöhung durch das Beschichtungsmaterial	<u>+ 125 kg</u>
Daraus resultiert ein »Wasserverlust« durch Austrocknen der Hölzer von	<u>– 425 kg</u>

Das entspricht einer 12%igen Gewichtsverminderung bei ca. 3,5 t Verdrängung für diese 8 m über Alles messende Vollholz-Kielyacht.

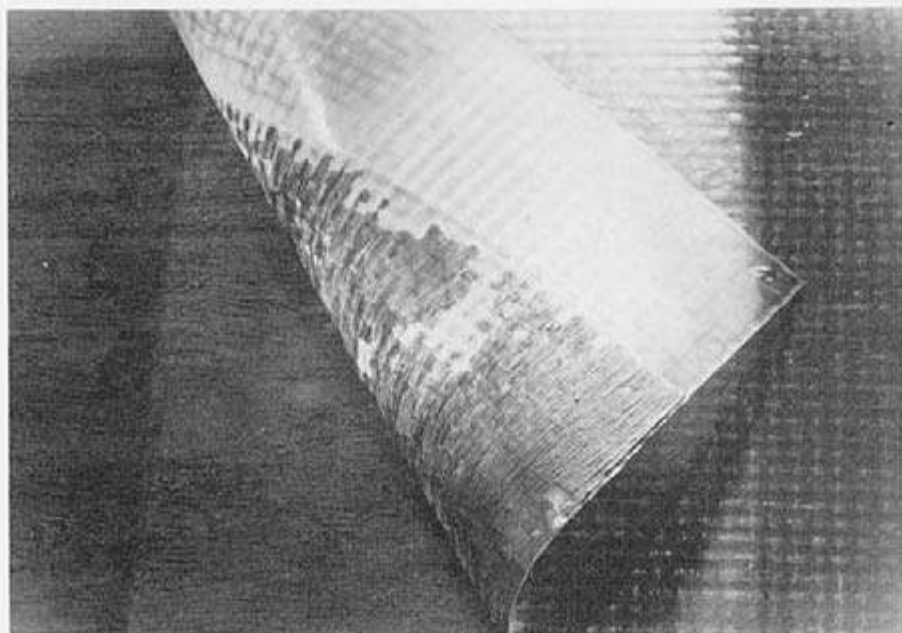
Die Mindertauchung von fünf Zentimetern ergab eine willkommene Vergrößerung des Freibords und einen positiven Einfluß auf das Geschwindigkeits- und Steifigkeitsverhalten.

Polyester- oder Epoxidharz für die Beschichtung?

Epoxidharze erlauben in Verbindung mit Geweben auf großen Booten mit wenig Krümmung in der Außenhaut sehr leichtgewichtige Beschichtungen. Mit Matten sind sie dagegen kaum praktikabel zu verarbeiten. Epoxidharz-Glasfaser-Beschichtungen findet man selten und dann nur bei militärischen Objekten.

Der mit Epoxidharz erzielbare gute Verbund zwischen Holz und Kunststoff-Schicht wird heute mit einem geeigneten Haftvermittler auch zwischen Holz und dem weit preiswerteren Polyesterharz erreicht. So können die Harzkosten der Beschichtung auf etwa ein Drittel gesenkt werden.

Mit Polyesterern speziell als Tränkharz für Glasfasermatten erhält man zusätzliche Vorteile, die in der Praxis über Erfolg und Mißerfolg entscheiden: Sie benetzen die Glasfasern williger als Epoxide und lösen vor allem den Mattenbinder, der die Glasfäden zunächst zur Matte fixiert. So kann der Verarbeiter auch Falten ausbügeln, die sich bei den in allen Richtungen (sphärisch) gekrümmten Bootsflächen und bei allen geklin-



Nur ein fest auf dem Untergrund verankerter Kunststoff-Mantel Abb. 5
ergibt eine dauerhafte Beschichtung

An den Haftvermittler zwischen Glasfaserkunststoff und Bootsaußenhaut werden sehr hohe Anforderungen gestellt. Er muß so gut sein, daß sich beim gewaltsamen Entfernen der Beschichtung die Aufspaltung innerhalb des Holzes oder der Kunststoffschicht vollzieht, wie das Bild zeigt. Holz bleibt beim Abreißen furnierartig am Glasfaserkunststoff haften.

kerten Booten stets ergeben. Das erspart Arbeitszeit und ermöglicht oft erst eine handwerklich saubere Ausführung. Außerdem sind Polyesterharze bei Hautkontakt ungefährlicher. Das kommt den Beschichtern zugute.

Der Einfluß der Umgebungstemperatur bei der Beschichtung auf die Harz-Viskosität (Zähflüssigkeit) ist bei den Polyestern geringer. Das verlängert über das bessere Tränkverhalten den Beschichtungszeitraum innerhalb eines Jahres.

Die beiden unbestreitbaren Handicaps der Polyester kann man durch geeignete Techniken und Hilfsstoffe vollgültig kompensieren:

Den Nachteil des größeren Volumenschumpfs der Polyesterharze umgeht man durch eine geeignete Verlegetechnik so, daß er praktisch keine Auswirkungen mehr hat.

Die Haftungsschwierigkeiten der Polyester werden durch geeignete Haftvermittler vollständig beseitigt.

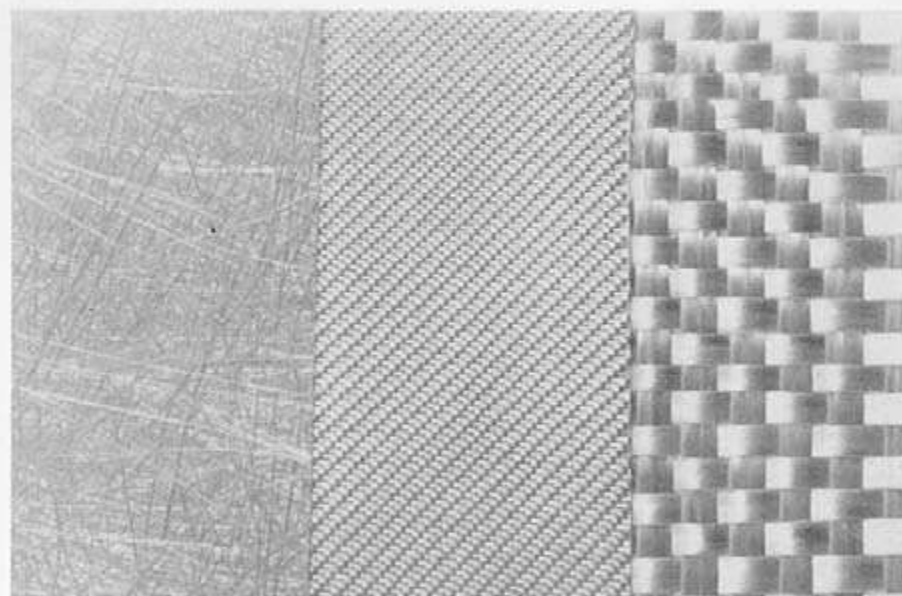
So erfolgt eine Trennung zwischen leichten Hölzern (Kiefer, Fichte) und Beschichtung innerhalb der obersten Holzschicht. Bei schweren Hölzern (Eiche, Pitchpine) bleibt beim Abreißen Glas und Harz auf dem Holz zurück. Die mit Haftvermittler »G4« ausgerüstete Grenzfläche erweist sich in keinem Falle als schwächstes Glied dieser Kette.

Der Einkomponenten-Polyurethan »G4« vermittelt auch zu gesandstrahltem Stahl oder Ferrocement eine ausgezeichnete Haftung. Beim Abreißversuch erweist sich der Glasfaser-Kunststoff als die schwächste Schicht.

Die bessere Haftfestigkeit der Epoxide wird also bei Polyesterharz durch einen zusätzlichen Haftvermittler aufgewogen.

Glasmatten oder Gewebe?

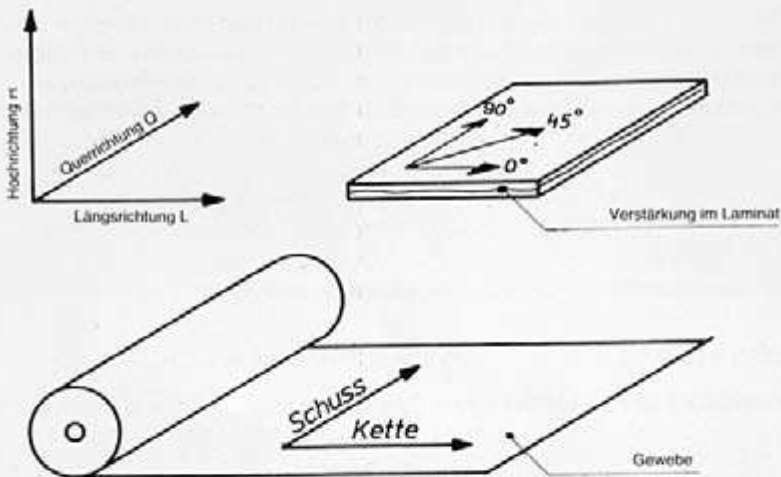
Bei Booten, deren Holzunterbau intakt oder wieder hergestellt ist, fungiert die GFK-Beschichtung als wasserdichte Haut, die lediglich durch die normale Bewegung des Bauwerks im Seegang und durch eine feuchtebedingte Dimensionsveränderung der Planken belastet ist.



Verstärkungsmittel für Lamine

Abb. 6

Üblicherweise werden Glasverstärkungen in den unterschiedlichsten Formen angeboten. Die Quadratmeter-Gewichte können zwischen 50 g und 900 g liegen. Bei den Glasmatten (links) liegen die Fäden beliebig, das heißt ungerichtet, Gewebe haben in Gestalt der Kett- und Schußfäden dagegen Vorzugsrichtungen, in denen ihre Steifigkeit besonders groß ist (Mitte: Glasgewebe; rechts: Rovinggewebe).



Die Richtungsabhängigkeit von Verstärkungsmitteln

Abb. 7

Die meisten Verstärkungsmittel sind Flächegebilde und haben deshalb hauptsächlich in der Ebene zwischen Längs- und Querrichtung ihre verstärkende Wirkung. In Hochrichtung ist ihr Einfluß gering. Während Matten innerhalb der Längs-Quer-Ebene in allen Richtungen gleichmäßig verstärken, haben Gewebe sog. Vorzugsrichtungen (Kettichtung = 0° und Schußrichtung = 90°), in denen sie größere Kräfte aufnehmen können und eine größere Steifigkeit besitzen als z. B. unter 45° . Diese Eigenschaft kann man bei lose gewebtem Stoff beobachten. Zieht man an zwei gegenüberliegenden Ecken, so wird aus einem Viereck ein Parallelogramm.

Eine solche Haut wird arbeitstechnisch am einfachsten und daher qualitativ am besten aus Glasmatten aufgeschichtet.

Bei geklinkerter Außenhaut sind Matten in jedem Fall das einzige arbeitstechnisch beherrschbare Verstärkungsmittel. Bei Stahl- und Ferrocementbooten wird man ihnen aus mechanischen Gründen ebenfalls stets den Vorzug geben.

Die einzelnen Fadenabschnitte, die im trockenen Zustand als Mattenfläche gebunden sind, werden nämlich nach kurzer Harz-Einwirkzeit voneinander gelöst und sind dann frei im flüssigen Harz verschiebbar. Man kann Falten also einfach einebnen.

Hinzukommt der verhältnismäßig hohe Harzbedarf (Glasanteil nur 25 %), der das Mattenlaminat nicht so steif macht, sondern quasi flexibler bleiben läßt und bei gleicher Glasmenge zu einer dickeren Haut führt als bei gleichem Verstärkungsgewicht in Gewebeform.

Die größere Hautdicke muß freilich über einen größeren Harzbedarf »erkauf« werden. Bis auf wenige Ausnahmen werden deswegen ausschließlich Mattenlamine bei Bootsbeschichtungen aufgebracht.

Will man hingegen ein »weiches« Schiff mit einer Beschichtung wieder aufarbeiten, so würde man sich gewiß die gute Zugfestigkeit und die hohe Steifigkeit der Rovinggewebe zunutze machen wollen. Die Gewebe würde man dann etwa diagonal (z. B. in Verbindungsrichtung vom Rüsteisen eines Segelbootes hin zum Ballastschwerpunkt) verlegen bzw. die folgende Rovinglage wiederum etwa im rechten Winkel dazu.

Dieses »Aufpolstern« über die GFK-Beschichtung ist jedoch ein Versuch, der nur dann zum Erfolg werden kann, wenn man die Beschichtungshaut etwa so dick gestaltet, wie die Wandung bei einem reinen GFK-Boot entsprechender Größe gewählt wird. Das würde bei einem neun Meter langen Boot etwa neun Millimeter Wanddicke im Überwasserbereich, also etwa neun Glaslagen bedeuten.

Welche Holzboote können beschichtet werden?

Weder von der Antriebsart (Motor oder Segel) noch von der Bauweise her gibt es für die Beschichtbarkeit Einschränkungen. Selbstverständlich sind die Boote mit glatter Außenhaut (Karwel-Bauweise) schneller überzogen als die stufenförmige Außenhaut eines Klinkerbaus.



Gekonte Klinkerboot-Beschichtung

Abb. 8

Daß auch eine Klinkerbeschichtung makellos sein kann, wird hier am 22 Jahre alten Folkeboot »Pirol« dokumentiert. Man ahnt, mit welchem Fleiß der Rumpf vorgearbeitet und die Beschichtung geschliffen wurde.

Dieses Boot der Bundeswehr, 1979 bei der Böbswerft beschichtet, ist eine optische Delikatesse und heute wieder voll tauglich. Es stand bereits auf der Ausmusterungsliste (Foto: Böbswerft).



Beschichtungen auf schwierigem Untergrund

Abb. 9

Wenn durch Teer oder andere Holz-Inhaltsstoffe keine ordnungsgemäße Verankerung der Beschichtung möglich ist, kann man wie bei »Sylvia« zunächst eine Zwischenschicht aus 4 Millimetern dicken Sperrholzstreifen auf den Rumpf »aufschießen«. Darauf wird dann der Glasfaserkunststoff verankert.

Es können sowohl Sperrholz- als auch mit Vollholz beplankte Jachten, ehemalige Dienstboote und Kutter, reine Holzschiffe oder Kompositbauten (Holzbeplankung mit Stahlspanten) ummantelt werden. Die Bootsform spielt zwar für den Arbeitsaufwand zuweilen eine erhebliche Rolle, schränkt aber die Beschichtbarkeit nicht ein.

Knickspanter und Rundspanter sind gleichermaßen beschichtbar. Für die hohlen Rundungen beim Weinglasspant oder bei der Sponung finden Sie im Kapitel »Verlargetechnik« entsprechende Hinweise.

Offene Boote sollten nach der Beschichtung mit einer Persenning abgedeckt werden, damit sie durch Regenwasser nicht zu sehr quellen und die Beschichtung sprengen. Sperrholzboote, die unter Feuchtigkeitsschwankungen weniger wachsen und schrumpfen, können dünner beschichtet werden als Vollholzboote.

Eine Aufgliederung der Beschichtungsdicke nach den Quellmaßen der Vollhölzer wird nicht vorgenommen. Die Vorschläge für den Überzug sind so bemessen, daß auch bei stark quellenden Hölzern wie Esche, Kambala, Eiche, Makore und Sipo/Utile die Beschichtung nicht aufreißt.

In folgenden Fällen kann eine Beschichtung schwierig oder unmöglich sein:

Bei geteerten oder verölten Hölzern ist oft eine Reinigung der Holzfläche auch mit Lötlampe und Styrol als »Waschmittel« nicht möglich. Einige Eigner von Fischkuttern haben in dieser Situation den gesamten Rumpf mit auf der Kreissäge zugeschnittenen Bootsbaue-Sperrholzstreifen ausgerüstet. Das wasserfeste Sperrholz von vier Millimetern Dicke wird mit Klammern aus nichtrostendem Stahl (25 000 Stück für einen 11 Meter langen Kutter) am Rumpf unter Zugaben von wasserfestem Leim befestigt. Die Krampen hatten untereinander einen Abstand von etwa sieben Zentimetern. Sie sollen mindestens 15 mm lang sein (Abreißversuch durchführen).

Nachdem die Stöße mit Polyester-Spachtelmasse ausgefüllt waren, wurde der Rumpf überzogen. So eine Abdeckung mit Sperrholz kann auch bei anderen Booten im Motorenbereich notwendig werden.

Welche Holzsorten können beschichtet werden?

Bei Verwendung des Polyurethan-Haftvermittlers »G4« sind alle im Bootsbaue üblichen Hölzer – richtige Vorbereitung vorausgesetzt – beschichtbar.

Der Säure- oder Harzgehalt einiger Hölzer kann im Neuzustand die Haftung erschweren. Auf Booten, die bereits in Betrieb waren und damit »wassergelagerte« Hölzer aufweisen, erzielt man in der Regel eine sehr gute Haftung. Die porige Oberfläche solcher Boote gibt dem Haftvermittler eine gute Verankerungsmöglichkeit.

Schwere und stark säurehaltige Hölzer wie Afzelia, Eiche oder Pitchpine wird man besonders stark aufrauen, um eine gute Verankerung der Beschichtung zu erzielen. Mehr als die natürlichen Holzinhaltstoffe können jedoch fremde Stoffe, wie Diesel- und Schmieröl oder fett- und teerhaltige Anstriche die Haftung erschweren.

Grundsätzlich wird ein Beschichtungsversuch über den erzielbaren Verbund von Holz und Kunststoff Aufschluß geben. Das ist sehr wichtig, weil die Rauigkeit der Oberfläche für die Haftfestigkeit, besonders bei den eben genannten Holzsorten, von ausschlaggebender Bedeutung ist.

In welchem mechanischen Zustand muß das Boot vor der Beschichtung sein?

Eine Glasfaserkunststoff-Beschichtung ist eine Haut, die ein Boot zuverlässig abdichten soll. Sie hat ihrer Aufgabe nach keine tragende Funktion. Zieht man sie bewußt zur Aussteifung heran, so belastet man die Klebefläche zwischen Kunststoff und Holz so stark, daß Ablösungen die Folge sein können.

Daraus ergibt sich für die Praxis folgendes:

Die tragenden Verbände wie Kiel, Spanten, Stringer, Knie und Decksbalken müssen intakt sein. Speziell die Plankennähte müssen kraftschlüssig verfüllt sein. Sonst ist das Boot zu »weich«. Rote Planken oder Plankenteile ergeben mangels Eigenfestigkeit des Holzes nur eine geringe Haftfestigkeit zum GFK. Sie müssen ersetzt oder ausgebessert werden. Alle Bolzen – besonders die Kielbolzen – oder Schrauben müssen nach der Trocknung des Bootes festgezogen, fehlende Verbindungselemente, zum Beispiel auch Nieten, müssen ersetzt werden.



Alarmzeichen

Abb. 10

Wenn Spanten im Mastbereich eines Kompositbaus bereits mit einer zusätzlichen Lasche in der Hochrichtung und auch zu den Planken hin zusätzlich verschraubt werden mußten, dann gibt es zwei Möglichkeiten: Hände weg oder beide Ärmel aufkrepeln.



Das Unheil blüht im Verborgenen

Abb. 11

Besonders alte Kompositbauten stecken voller Überraschungen (die freilich bei der Spantdemontage hilfreich sein können): Die Nieten sind abgerostet. Der Spant liegt nur noch auf den Planken.

Sind tragende Verbände reparaturbedürftig, können solche Restaurierungen, besonders bei alten Schiffen, sehr aufwendig sein. Zu umgehen sind sie bei Kieljachten mit den gewichtsbedingt großen Kräften durch den Ballast nicht.

Auch bei Motorbooten wird eine sorgfältige Inspektion und Überholung der Verbände angeraten. Besonders schnelle – also in der Regel leichte und lange Boote – können so weich gefahren sein, daß die Beschichtung von der Außenhaut abgeschert wird.

An den mechanischen Zustand des Bootes müssen also strenge Forderungen gestellt werden, da bereits ein gesundes Schiff merklich im Seegang arbeitet, sich also verformt.

Teilbeschichtungen des Rumpfes – Wunsch und Wirklichkeit

Um es vorwegzusagen: Die Leichenhemd-Geschichten von mißlungenen Bootsbeschichtungen stammen meistens von teilbeschichteten Vollholz-Rümpfen.

Bei Holzbooten steht der Wunsch nach Dichtigkeit im Vordergrund. Verständlich, wenn daran die Überlegung geknüpft wird, nur den Unterwasserteil des Bootes zu beschichten.

Von einer Teilbeschichtung im Rumpf wird zumindest bei Vollholzbooten dringend abgeraten. Einmal ist damit die Abschirmung der Rumpfaußenhaut vom Wasser nicht mehr gewährleistet. Man denke an das Lage-Schieben und an den Plankenverlauf von Vollholzbooten. Die Planken beginnen am Vorsteven im Überwasserbereich. Mittschiffs tauchen sie ins Wasser ein und steigen zum Heck wieder auf. Hier hat es die Feuchtigkeit also über die längs verlaufende Holzfaser leicht, unter die Teilbeschichtung zu kriechen.

Zieht man in Betracht, daß in Längsrichtung die Planken um 0,3 bis 0,4 %, in Radialrichtung – also in der Plankendicke um 4 % und in tangentialer Richtung (Plankenhöhe) bis zu 8 % wachsen können, wird schnell ersichtlich, daß die teilweise abgedeckten Planken eine Beschichtung durchaus abschälen oder, wenn die Haut zu dünn ist, sprengen können.

Die Belastung durch das quellende Holz bei einer Teilbeschichtung im Rumpf wird außerdem von den aus dem Schiffsbetrieb herrührenden Verformungen überlagert.

Sperrholzboote haben vom Baumaterial her in Außenhaut, Längs- und Querrichtung auch im Alter zumeist noch eine gute Dimensionsstabilität. Durch die Lage der einzelnen Furniere und ihre geringe Dicke ist eine Bewegung unter Feuchtigkeitseinfluß vergleichsweise sehr gering. Es bleiben die kräftebedingten Verformungen, senkrecht zur Plattenebene (Einbeulen).

Hier scheint eine Teilbeschichtung des Unterwasserschiffs noch am unproblematischsten. Dennoch muß die GFK-Haut längs des oberen Randes über die Verklebung hinaus mechanisch festgelegt – das heißt in der Praxis mit einer Leiste längs des Wasserpasses – fixiert sein. Diese Forderung kollidiert oft mit den ästhetischen Vorstellungen der Eigner.

Decksbeschichtungen – weniger ist mehr

Rein technisch gesehen sind Deckbeschichtungen in gleicher Weise zu handhaben wie Rumpfüberzüge. Das Problem liegt mehr im Aussehen und in der Trittsicherheit.

Total überzogene Decks und Aufbauten können ein Boot optisch erschlagen. Mindestens Hand- und Regenleisten und dazu alle Beschläge, insbesondere die Fenstereinfassungen, sollten von GFK freibleiben.

Ansprechender wirken teilbeschichtete Decks, deren senkrechte Flächen wie Kajütsseiten und -stirnwände, Niedergangstüren, Oberlichter, Setzborde, Fußleisten und die Scheuerleisten unbeschichtet bleiben.



Werden Deck und Aufbauten nahtlos überzogen, so ist die gewünschte Regendichtigkeit sichergestellt. Allerdings dürfen optische Gesichtspunkte nicht vernachlässigt werden, wenn das Ganze ansprechend wirken soll.

Unterschiedliche Farben unterteilen die Gesamtbeschichtung dann wirkungsvoll, wenn sie sich stark unterscheiden. Deckskanten werden daher kräftig abgesetzt wie hier bei der »Marianne«, deren Deck und Rumpf gänzlich beschichtet sind. Aber auch die Dachflächen von Vorder- und Achterkajüte unterscheiden sich farblich von den benachbarten Deckshausflächen (Foto: Böbswerft).

Decksbeschichtungen – ein optisches Problem

Abb. 12

Anders gesagt: Alle Bauteile, die bei Holzbooten üblicherweise naturfarben bleiben, läßt man auch beim GFK überzogenen Boot unbeschichtet. Auf diese Weise bleibt der Holzboot-Charakter erhalten.

Leinwandbespannungen und Cockpitwannen können durchaus überzogen werden, überzogene Laufdecks können durch nachträglich aufgeklebte Beläge trittsicher und optisch ansprechend gemacht werden.

Eine Ersatzlösung für verbesserte Trittsicherheit ist das Einstreuen von Quarzsand oder synthetischen Rutschfest-Granulaten in dem vorletztem Anstrich, um dem GFK-Überzug die Glätte zu nehmen. Diese Methode sollte jedoch nur bei Motorbooten oder wenig krängungsfreudigen Motorseglern praktiziert werden, da dem Erfolg Grenzen gesetzt sind.



Auch bei Kunststoffbooten kann man eine optische Anleihe machen, wenn es um ansprechende Deckflächen geht, wie hier bei der »Avalun«. Die hellen Freiflächen zwischen dem nachträglich aufgeklebten Deckbelag sind tieferliegende »Entwässerungskanäle« (Wasserhohlen).

Wie man Flächen optisch ansprechend aufteilt

Abb. 13



Ein dichtes Stabdeck

Der Tatsache, daß ein Stabdeck nicht nur eine optisch ansprechende Lösung, sondern – zumal auf Segelbooten – eine Sicherheitsmaßnahme ist, tragen immer mehr Segler Rechnung. So ein Stabdeck dichtzubekommen, ist kein Problem mehr, wenn man den Unterbau mit Glasfaserkunststoff überzieht und darauf die Stäbe verlegt (Fotos: Fissler).

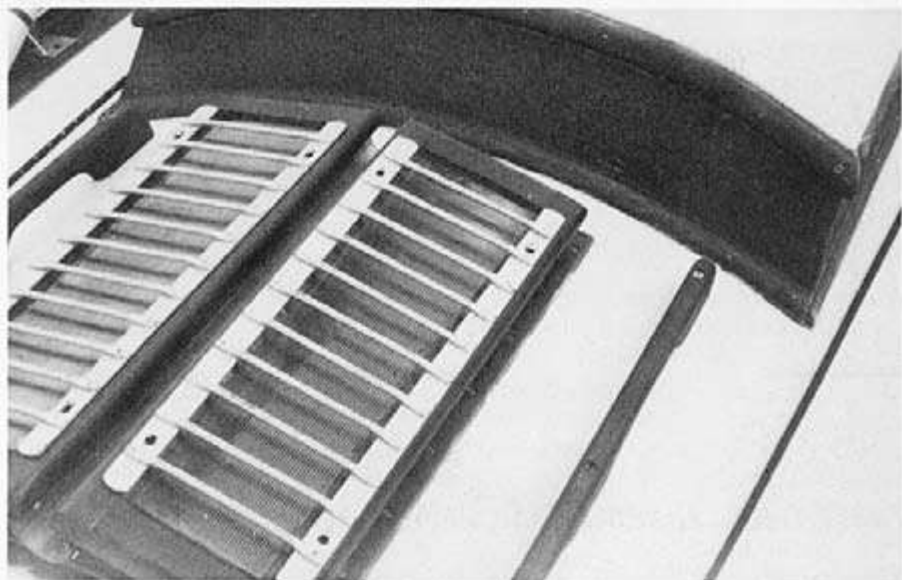
Abb. 14 und 15



Leinwand-Imitation

Abb 16

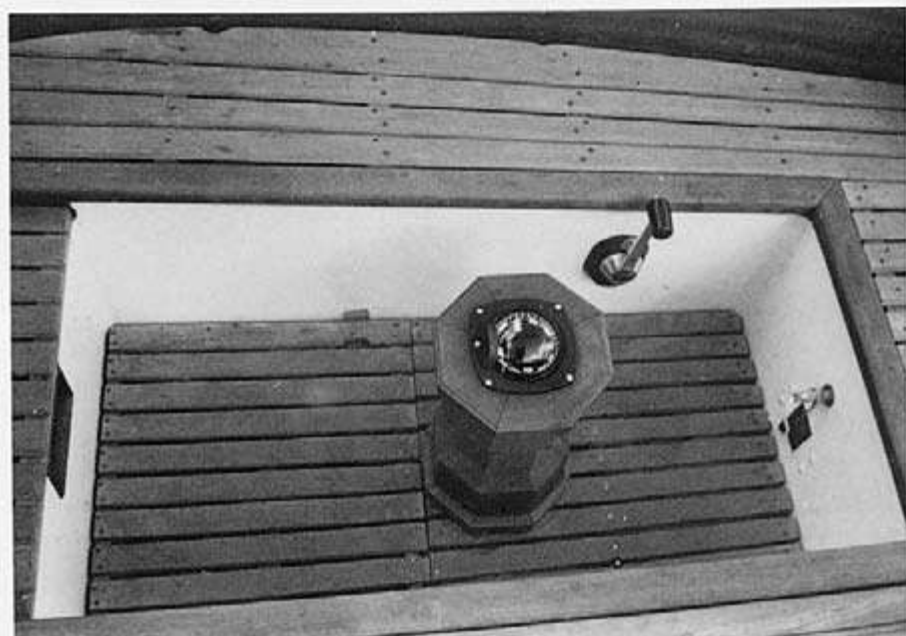
Eine Beschichtung mit zwei Lagen 300 g/m²-Matte eignet sich hervorragend als Leinwand-Ersatz. Entwickelt man nicht den Ehrgeiz, die Brettstruktur vor der Beschichtung herauszuschleifen, so ist die Illusion vollkommen. Die Bretter bilden sich unter dem Überzug schwach ab.



Von der Leinwandbespannung gelernt

Abb. 17

Wie bei der Leinwandbespannung werden auch bei der Kunststoffbeschichtung alle Ränder sorgfältig mit Leisten festgelegt. Die Viertelstäbe und Regenleisten werden also vor der Beschichtung entfernt und nachträglich mit dauerelastischer Masse wieder aufgesetzt.



Ausgekleidete Cockpit-Wanne

Abb. 18

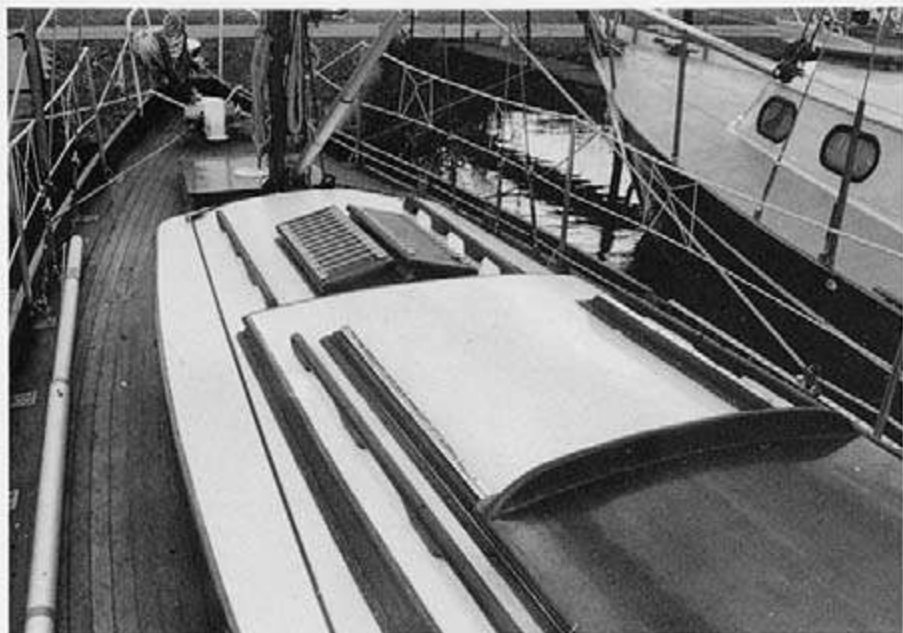
Das Cockpit dichtzubekommen, ist auch mit einer Kupferwanne ein Problem. Hier kann eine Auskleidung mit Glasfaserkunststoff auch dann Abhilfe schaffen, wenn Veränderungen, wie hier der Einbau eines zusätzlichen Brückendecks, vorgenommen wurden. Um auch die harten Kanten vorschriftsmäßig entlüften zu können, wurden die 90° Winkel in den vier Ecken vor der Beschichtung durch Einbau einer Dreiecksleiste in zwei stumpfe Winkel von 135° entschärft.

Transparente Beschichtung

Natur-Beschichtungen mit transparenter Glasfaser-Kunststoffhaut sind möglich, aber nur bei kleinen Bauteilen anzuraten (Luken), die dann während der Liegezeit mit einer Persenning abgedeckt werden.

Von transparenten Beschichtungen des Überwasserschiffs oder der Aufbauten wird abgeraten. Grund: Die UV-Strahlen der Sonne dringen durch die Beschichtung und zerstören die oberste Holzschicht, die Fläche vergraut bzw. vergilbt (bei Mahagoni) und der Kunststoff löst sich von der geschädigten Fläche ab. Jede Nacharbeit würde dann eine Entfernung der alten GFK-Haut und eine totale Neubeschichtung bedingen.

Selbstverständlich offenbaren durchsichtige Beschichtungen auch jede Nachlässigkeit beim Entlüften, die sich in der Praxis nicht vermeiden läßt. Kaum jemand kann größere Flächen luftblasenfrei mit Glasfaser-Kunststoff auftapezieren. Nur bei kleinen Flächen wie bei Lukendeckeln kann eine transparente Beschichtung so sauber ausgeführt sein, daß sie einem neutralen Betrachter nicht auffällt.



Transparente Beschichtungen und ihre Problematik

Abb. 19

Transparente Beschichtungen sind nur da dauerhaft, wo man sie vor der Einwirkung des Sonnenlichts schützen kann. Technisch und optisch bilden sie kein Problem. So fügen sich das naturbeschichtete Schiebeluk im Vordergrund und das ebenso mit zwei 300 g/m^2 -Matten überzogene Vorluk optisch in das Gesamtbild ein. Beide Luken sind jedoch am Liegeplatz ständig mit einer Persenning abgedeckt, um eine Schädigung der obersten Holzschicht durch die UV-Strahlen der Sonne zu vermeiden. Dennoch ist eine leichte Vergilbung des Mahagonis unter dem Glasfaserkunststoff unvermeidlich. Eine transparente Beschichtung größerer Flächen oder gar des gesamten Überwasserschiffs ist deswegen nicht ratsam.

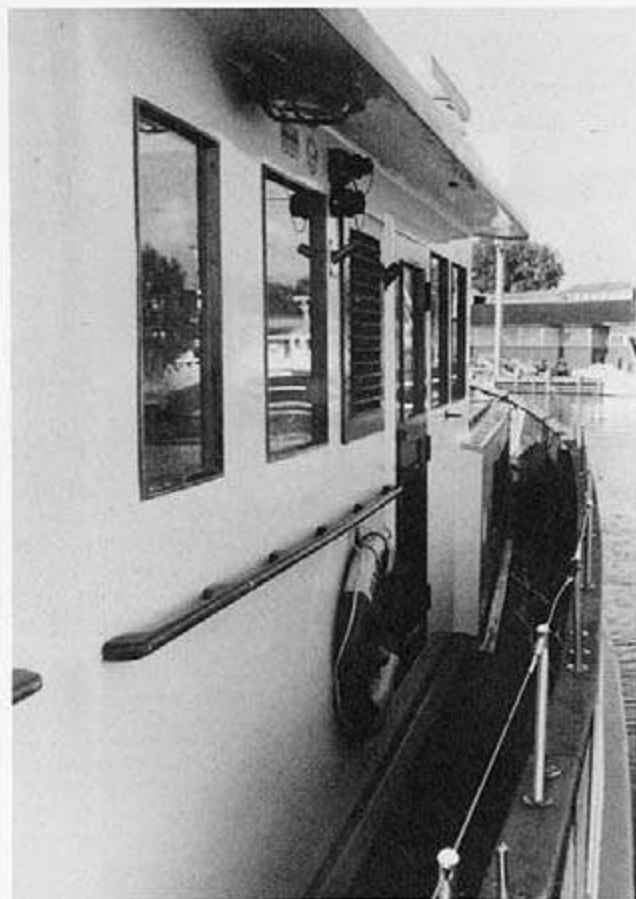
Vorplanung

Weil für die Austrocknung des Bootes ein gewisser Zeitraum zur Verfügung stehen muß und die Beschichtung selbst bei nicht zu niedrigen Temperaturen erfolgen sollte, ist ein Zeitplan für das Beschichtungsvorhaben notwendig.

Zeitlicher Ablauf einer Holzboot-Beschichtung

Für die Zeitplanung wollen wir folgendes voraussetzen:

Es handelt sich um ein Vollholzboot mit ca. 25 mm Plankendicke, das Boot liegt den Winter über im Freien, das Boot muß später auch in ungeheizter Umgebung beschichtet werden, die Beschichtung findet im Klima Mitteleuropas statt, etwa in Deutschland, der Rumpf soll überzogen werden.



Beachtet man einige Regeln, so können auch totale Decksbeschichtungen ansprechend wirken. Die farblich abgesetzten Laufflächen lassen die technisch willkommene Nahtlosigkeit vergessen. Die Tür in Mahagoni vermittelt ebenso wie die Griffleiste am Deckshaus und die Leiste auf dem Schanzkleid soviel Natur, daß hier kein störendes Moment vom Kunststoff ausgeht. Man ahnt bei dieser Wertarbeit freilich den in jeder Hinsicht geübten Beschichter (Foto: Böbswert).

Ansprechende Decksbeschichtung

Abb. 20

Das Boot wird Ende September oder Anfang Oktober aus dem Wasser geholt. Bei Fahrzeugen mit mehr als einem Zoll Plankendicke wie z. B. Kuttern, sollte man die letzte Saison vor der Beschichtung mit dem August enden lassen. Anschließend ist der gesamte Rumpf von Farbe zu befreien und die Kalfaterung zu entfernen, damit die Bepankung schnell austrocknet. Dazu muß auch eine Luftzirkulation im Inneren des Bootes gewährleistet sein! Das Boot wird mit einer Plane überspannt, unter der der Wind hindurchstreichen kann.

Alle Beschläge wie Stevenschienen, Wasserstag, Fittinge, Ruder, Ruderbeschläge, hinteres Schraubwellenlager usw. werden abgebaut, so daß die Beschichtung überall unter diese Anbauteile geführt werden kann.



Zeitplanung beim Beschichten

Abb. 21

Eine Beschichtung zeitlich zu planen, ist nur in Grenzen möglich. Wie bei vielen anderen handwerklichen Tätigkeiten, kann eine intensive Vorbereitung des Bootes die nachfolgende Beschichtung zeitlich und qualitativ positiv beeinflussen. Bei so einem geklinkerten Rumpf liegen die Vorarbeiten und die Beschichtung bei fünf Stunden je Quadratmeter (Foto: Böbswert).

Das Boot wird gründlich auf eine gesunde Außenhaut und intakte Spanten hin inspiziert. Besonders den Bereich um den Ruderkocker unter die Lupe nehmen! Alle Ausbesserungsarbeiten werden schriftlich festgehalten, gegebenenfalls ein Bootsbauer damit beauftragt. Im April sollten die entsprechenden Reparaturen erledigt sein. Im Mai, sobald die Lufttemperatur mittags über 20 °C liegt, kann die Beschichtung in einer Halle oder einem Folienverschlag vorgenommen werden.

Für die Beschichtung können etwa bei glatten Booten vier, bei geklinkerten Fahrzeugen drei Quadratmeter Matten je Mann und Stunde kalkuliert werden. Das Nacharbeiten unter den Pallhölzern wird etwa einen Tag in Anspruch nehmen, das Bekleiden der Kielsohle zwei Tage.

Das Glätten eines karweelbeplankten Rumpfes kann bei einer zeitlichen Investition von 1,5 Stunden mit dem Bandschleifer und 0,5 Stunden mit dem Schwingschleifer zu einer guten Oberfläche führen. Für geklinkerte Boote sollte man 50 bis 100 % mehr Schleifzeit ansetzen.

Es folgen drei bis vier Anstrichtage und eine Nachhärtezeit für den Kunststoffüberzug von drei bis acht Tagen je nach Umgebungstemperaturen. In dieser Zeit kann man sein Schiff wieder wohnlich ausrüsten, denn fortan fällt das Aufgründsetzen flach.

Beschichtung unter freiem Himmel?

Von einer Ummantelung unter freiem Himmel wird dringend abgeraten. Das Wetter in unseren Breiten ist so unbeständig, daß die für die Werkstoffe notwendigen Mindestbedingungen oft weder für die Verarbeitung noch für die Lagerung der Kunststoffe erfüllt sind. Das sind aber wichtige Qualitätsmerkmale.

Als Mindestausrüstung ist ein genügend großer Verschlag aus Holz mit durchsichtiger Baufolie anzusehen. Die Folie läßt genügend Licht zum Arbeiten herein und sorgt mit den ersten Sonnenstrahlen für akzeptable Temperaturen (Treibhauseffekt).

Für die Beschichtung im Frühling ist so ein Zeltbau voll ausreichend. Für die davorliegenden Winterarbeiten wird man den Verschlag besser mit Planen bespannen. Sind die Vorarbeiten umfangreicher, wird man einen Standplatz in einem festen Gebäude wählen. Innerhalb größerer Räume wird die Baustelle mit Folienwänden abgetrennt, um andere Hallenlieger vor Staub usw. zu schützen oder den als Beschichtungswerkstatt hergerichteten Teilbereich zu temperieren.

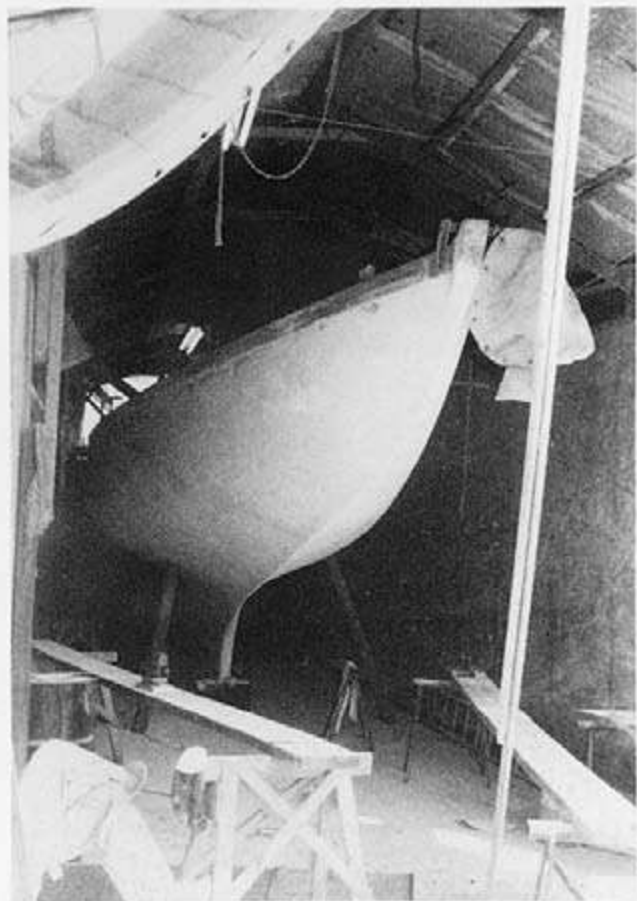
Der Platz für das Beschichtungsvorhaben sollte so bemessen sein, daß rings um das Boot ca. 1,50 m Bewegungsfreiheit bleiben, wenn eine Mattentischfläche von 2 x 1,5 m und ein Podest für das Harzfaß installiert sind.



Ein Folienverschlag – die Minimalforderung

Abb. 22

In unseren Breiten ist das Wetter in der Regel unbeständig, so daß eine Openair-Beschichtung ein zu großes Risiko darstellt. Ohne Verschlag sollte man nicht an eine Beschichtung gehen. Schon während der Vorarbeiten sind Objekt, Werkzeug und Beschichtungscrew unter einem Verschlag mit lichtdurchlässiger Baufolie (0,2 mm dicke Polyäthylfolien) gut aufgehoben, besonders dann, wenn bei Bedarf durch Öffnen einer oder zweier Seiten gelüftet werden kann. Hinzu kommt der Treibhaus-Effekt, der vor allem im Frühjahr sehr zu einer handwerksgerechten Abwicklung der Beschichtung beitragen kann.



Planenbespannte Verschlüsse sind nicht so windanfällig und auch für eine Überwinterung geeignet. Die Lichtdurchlässigkeit der Plane entscheidet, ob man in den kühlen Monaten zwischen warm und dunkel oder kalt und hell wählen muß. Durchsichtige, gewebeverstärkte Planen können diese Problematik lösen (Foto: Fissler).

Verschlag mit Planen als Winterquartier

Abb.23

Die Ausrüstung

Beginnen wir bei der Energie: Ein **Stromanschluß** wird vorhanden sein, um Elektrowerkzeuge und Lampen betreiben zu können. Das ist sowohl bei den Reparaturen als auch für das Schleifen wichtig.

Für die Arbeit mit den Kunststoffen ist ein **Glastisch** zum Abziehen und Zureißen der Mattenbahnen eine gute Hilfe. Die Glasrollen wiegen bis zu 80 kg und sind bis zu 1,30 m breit und 40 cm dick.

Durch das Papprohr in der Mitte der Mattenrolle wird als Achse ein Metallrohr von einem Zoll Durchmesser gesteckt. Damit wird die Rolle in den Rahmen von etwa 1,4 m



Selbstgebauter Glasständer und -tisch

Abb. 24

Die Verstärkungsmittel haben damit einen festen Platz in der »Werkstatt«. Sie bleiben sauber, sind gut zu hantieren, und die Teilstücke sind schnell abgemessen.

lichter Breite am Ende des Tisches eingehängt. Die Glasbahn kann dort einfach abgerollt und auf der 1,5 m breiten, mindestens 2 m langen und etwa 0,75 m hohen Tischplatte abgemessen, abgetrennt und zwischengelagert werden.

Weiter ist ein **Faßbock** wichtig, da die Fässer liegend aus der großen Öffnung (bei Laminierharz) oder über die kleine Öffnung (bei Reinigungsmitteln) entleert werden. Es kann auch ein fahrbarer Faßbock (zugleich Faßtransporter) bezogen werden.

Außer diesen beiden Vorrichtungen sind für die Laminierarbeiten nur handbetriebene Werkzeuge wie **Fell- und Scheibenroller** oder **Pinself** notwendig (siehe auch Kapitel »Werkzeuge«).

Für die Reparaturen ist zumindest eine Handbohrmaschine mit entsprechenden Werkzeugen Bedingung.

Schwing- und Bandschleifer (für Reparaturen evtl. auch die Stichsäge) werden gleich als komplettes Aggregat gekauft! Ein leichter Bandschleifer ist das ideale Werkzeug zum Glätten der Laminatflächen bei Karweel-geplankten Rümpfen.

Diese Werkzeuge werden möglichst zu Beginn der Renovierung angeschafft, da sie schon bei den Holzarbeiten gute Dienste leisten können.



Selbstgebauter Faßbock

Der Bock sollte etwa 50 Zentimeter hoch sein. Dann kann man die Fässer durch Kippen aufliegen, und ein 10-Liter Eimer hat gut unter dem Faßhahn Platz.

Abb. 25

Aufpallen – aber richtig

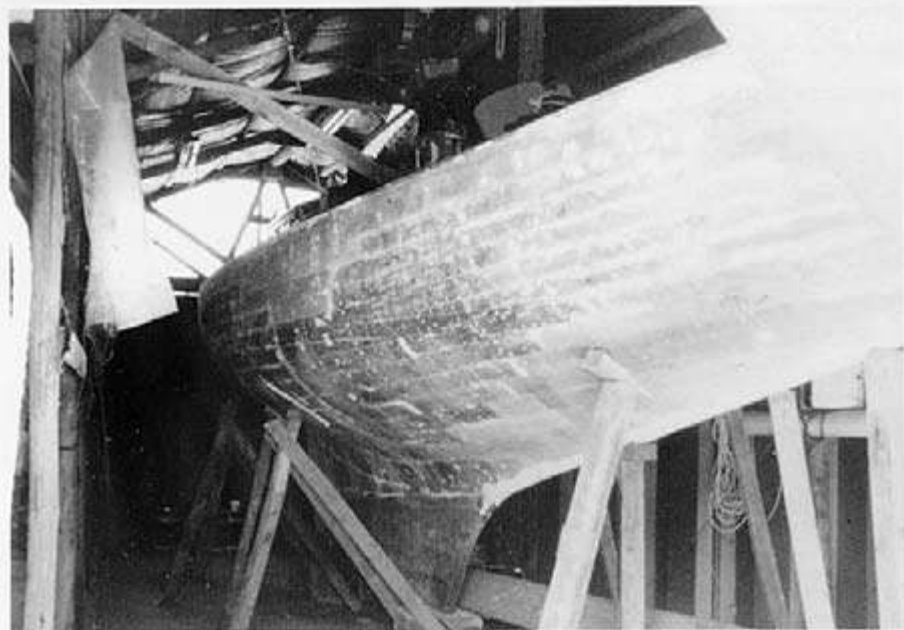
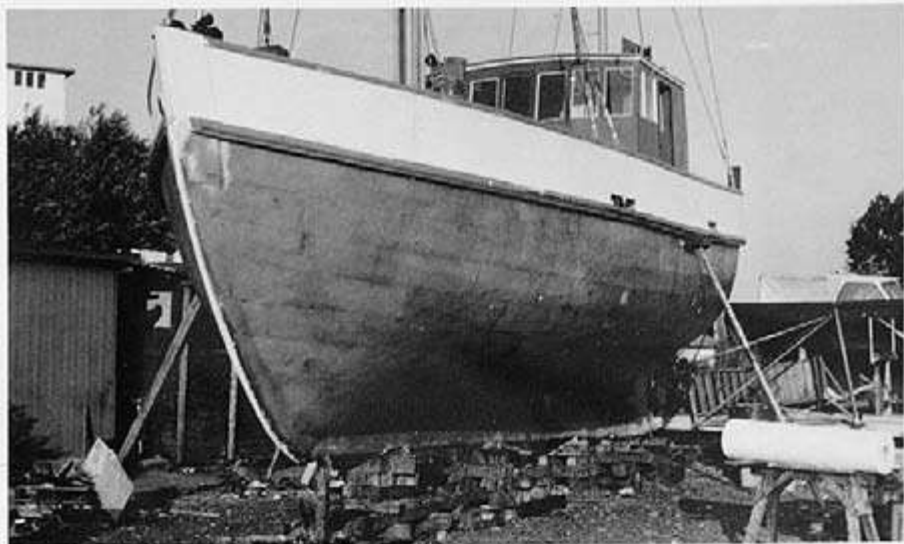
„Auf einem Bein kann man nicht stehen“. An diesen Trinkspruch sollte man denken, wenn das Boot zum letzten Mal unbeschichtet ins Winterlager geht.

Die Pallhölzer werden so angeordnet, daß bei der Beschichtung jedes Holz für sich entfernt werden kann, ohne daß die Standsicherheit des Bootes verloren geht.

Zwischen Kiel und Boden müssen wenigstens 40 cm Luft bleiben. Vier Unterstützungen mit gleichmäßigen Abständen bieten immer die Möglichkeit, eine davon während der Beschichtung herauszunehmen, ohne die Standsicherheit des Bootes in Längsrichtung zu gefährden.

Ein Boot kann auch auf seinem Bootswagen beschichtet werden, wenn der Kiel hoch genug steht und zwischen den seitlichen Stützen und der Außenhaut wenigstens 15 cm Platz vorhanden sind.

In den allermeisten Fällen müssen die Boote aufrecht stehend überzogen werden. Dazu gehört dann notwendigerweise auch das Beschichten über Kopf. Mit Matten ist das ohne Schwierigkeiten möglich. Erst beim Schleifen wird – der größeren Andrückkräfte wegen – das Überkopfarbeiten problematischer. Dabei kommt schnell der Wunsch auf, das Boot (speziell einen schleifaufwendigen Klinkerbau) auf die Seite zu legen.



Aufpallen – aber richtig

Abb. 26 und 27

Die Pallhölzer werden so gesetzt, daß wenigstens je einer (oder ein Paar) während der Beschichtung gefahrlos entfernt werden können. Ein Langkieler benötigt wenigstens vier Unterstützungen, ein Kurzkieler allein zwei unter der Flosse und zusätzliche Abstützungen der Überhänge.



Vierzig Zentimeter Luft sind das Minimum

Abb. 28

Besser läßt man einen halben Meter Platz zwischen Kielsohle und Boden, damit auch an dieser Stelle vorgearbeitet, beschichtet und später geglättet werden kann. Für eine sorgfältige Arbeit ist auch beim Beschichten gute Zugänglichkeit die erste Bedingung.

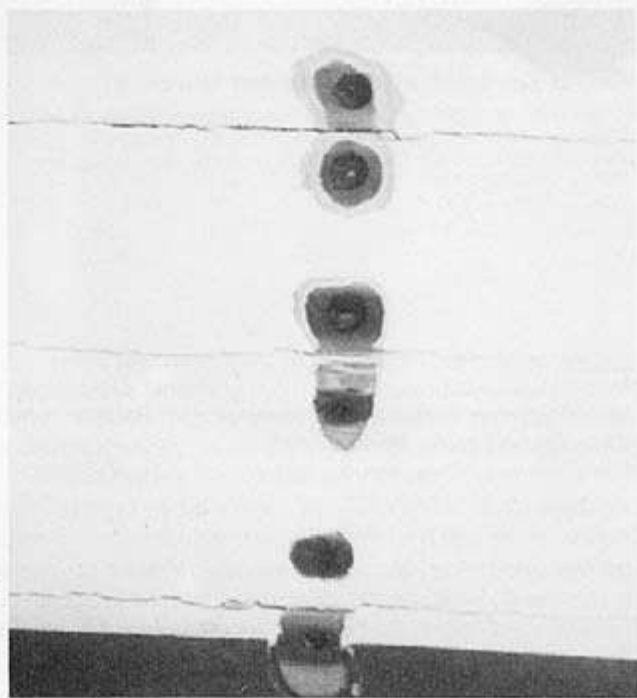
Von der guten Zugänglichkeit bis zum Aufhängen des Bootes ist es nur ein kurzer Weg. Als Hebewerkzeug muß jedoch in jedem Fall ein Krahn fungieren. Denn selbst in einer Stahlhalle darf die Dachkonstruktion nicht als Aufhängepunkt für einen Flaschenzug benutzt werden. Bei Kielyachten können Luftsäcke – zuvor mit Hostaphanfolie abgedeckt – gute Dienste leisten. Sie werden seitlich neben dem Schiff angeordnet, gut abgestützt und nach dem Entfernen der Pallhölzer langsam entleert. Zum Aufrichten werden sie mit einem Kompressor wieder aufgefüllt.

Leichtere Boote können hydraulisch oder mit einer Daumenkraft gelegt werden. Man bespreche sich mit den Nachbarn, damit im Frühjahr auch genug Platz zum Legen vorhanden ist. Kleine Boote wird man umdrehen und dann beziehen.

Gelegte Schiffe, die lang und schmal sind, müssen sehr sorgfältig unterstützt und in Mittelschiffslinie ausgerichtet werden. Sie werden sonst im verwundenen Zustand überzogen und bleiben windschief.

Das Boot wird zur Beschichtung vorbereitet

Diese Arbeitsphase sollte so bald wie irgend möglich nach dem Aufslippen in Angriff genommen werden. Erfahrungsgemäß gestaltet sich die Demontage der Beschläge wie Fittings, Schraubenlager, Ruderaufhängungen, Rüsteisen und der Scheuerleiste besonders bei älteren Booten zu einer mit vielen negativen Überraschungen gespickten Tätigkeit. Sie dauert deshalb in aller Regel länger als geplant. Hinzu kommen noch Änderungen wie Erweiterung des Schwertkastens, Vergrößerung des Ruderkokers usw., die erst eine nahtlose Beschichtung des Rumpfes möglich machen.



Kompositbauten erfordern in den Kontaktbereichen zwischen Stahl und Holz besondere Aufmerksamkeit. Die Hölzer sind um die Nieten herum oft stark geschädigt. Hier können Mischungen aus Epoxidharzen und Holzmehl als Reparaturmassen eingesetzt werden.

Holzsanierung

Abb. 29



Der Spiegel – häufig ein Sorgenkind

Abb. 30

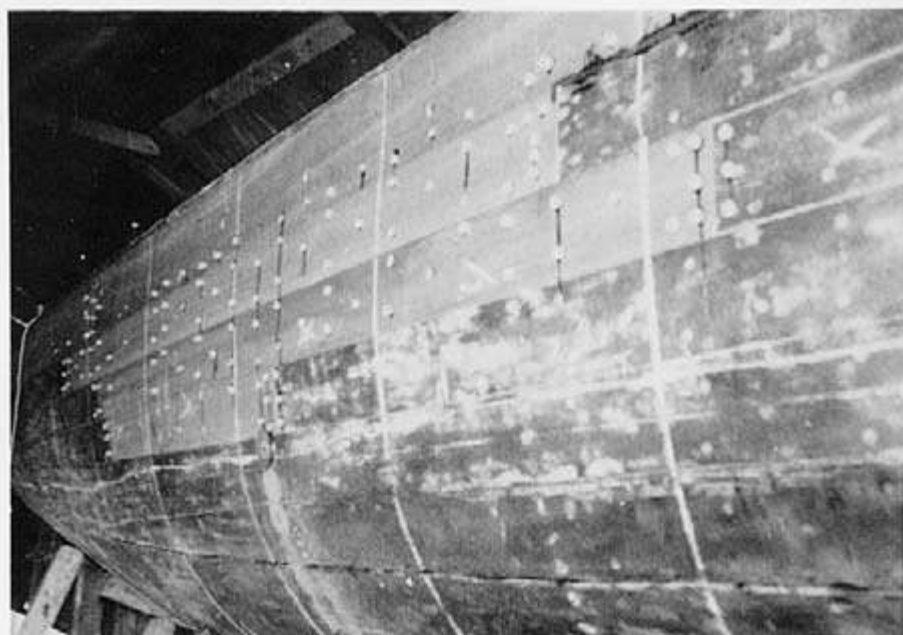
Wegen der schlechten Belüftung sind die Spiegel alter Boote mit Überhängen meistens stark angegriffen. Auch der nationale 75er Seekreuzer »Hanseat« erhielt vor der Beschichtung einen neuen Spiegel aus verleimten Sperrholz.

Die Jacht mit den Maßen 13,00 x 2,75 x 1,65 m wurde 1922 bei W. von Hacht in Hamburg gebaut und im Jahr 1979 einer umfangreichen Restaurierung unterzogen (Foto: H. Fissler).

Neben diesen mit der Beschichtung in direktem Zusammenhang stehenden Vorarbeiten erfolgt eine umfassende Inspektion aller Bauteile, besonders der tragenden wie Kiel-, Stevenhölzer, Spanten, Balkweger, Decksbalken, und aller ihrer Verbindungselemente wie Schrauben, Bolzen, Nieten, Rüsteisen usw.

Alle losen Teile werden wieder vorschriftsmäßig befestigt, gebrochene oder von der Korrosion stark angegriffene Teile ganz oder teilweise ersetzt. Besonders Kompositbauten, also Holzschiffe mit Stahlspanten, können sehr viel Vorarbeiten erfordern. Die Eisennieten, die Spant und Planke verbinden, können im Laufe der Zeit selbst stark an Substanz verloren haben. Meistens haben sie auch den Kontaktbereich in der Holzplanke erheblich geschädigt.

Die Sanierung solcher geschädigten oder der Ersatz kleiner abgebrochener Holzteile kann ebenfalls mit Kunstharzen vorgenommen werden.



Reparaturen an der Beplankung

Abb. 31

Die Mahagoni-Beplankung (auf Eiche) wurde bei der »Hanseat« zu 50 % erneuert. Sie wurde auf Stoß verschraubt und verleimt. Die Kalfaterung wurde durch Auftrennen entfernt und durch Holzleisten ersetzt, die verleimt wurden (Foto: Fissler).

Reparaturen an Holzteilen

Geschädigte Plankenteile, rotte Stellen, z. B. um Eisenteile herum, werden ausgebohrt und mit einer Epoxidharz-Holzmehlmischung so gut saniert, daß sie später wieder als Befestigungsstelle fungieren können.

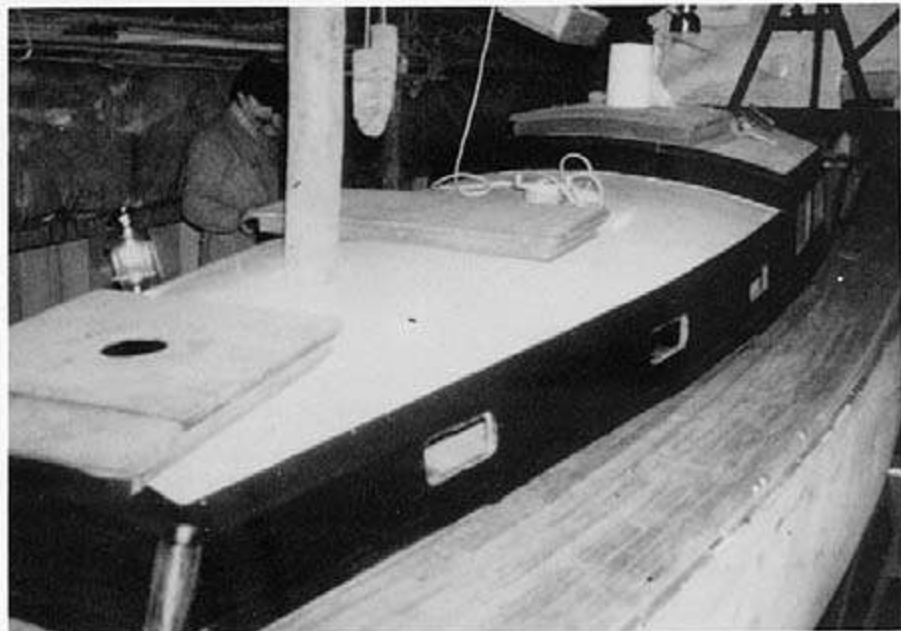
Das schadhafte Holzteil wird bis in den gesunden Bereich hinein abgetragen (z. B. ausgebohrt). Die freigelegte Holzfläche wird mit Epoxidharz, z. B. Speedcoat SC + Härter SC-H, bestrichen und dann wird aus diesem Harz zusammen mit Holzmehl eine spachtelfähige Füllmasse zusammengerührt und als Holzersatz eingefüllt.

Diese Füllmasse kann wie Vollholz bearbeitet werden. Sie besitzt eine ausgezeichnete Haftung auf Holz und eine sehr gute Zähigkeit, ist also als Kraftangriffspunkt in gleicher Weise wie das Plankenmaterial im Urzustand verwendbar.



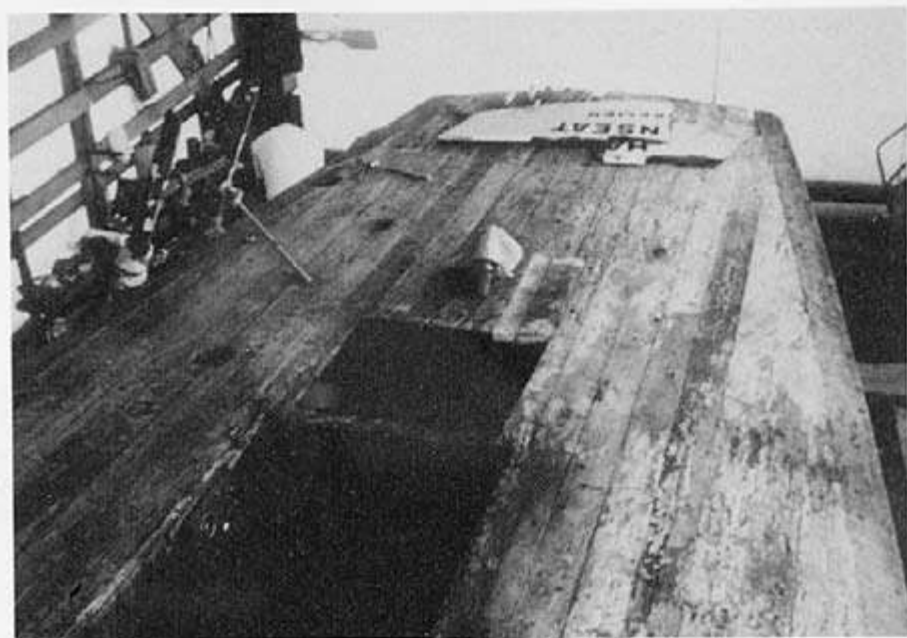
Als dieser nationale 75-m²-Kreuzer 1922 gebaut wurde, gab es noch kein Sperrholz. Es waren eine große Zahl von Planken notwendig, um das Deck herzustellen. Bei der Sanierung einseitig gewölbter Bauteile greift man gern auf das neue Baumaterial zurück.

Das Kajütdach wurde mit Sperrholz zweilagig formverleimt und mit zwei Mattenlagen überzogen (Fotos: Fissler).



Sperrholz vereinfacht manche Reparatur

Abb. 32 und 33



Vorher – nachher

Abb. 34 und 35

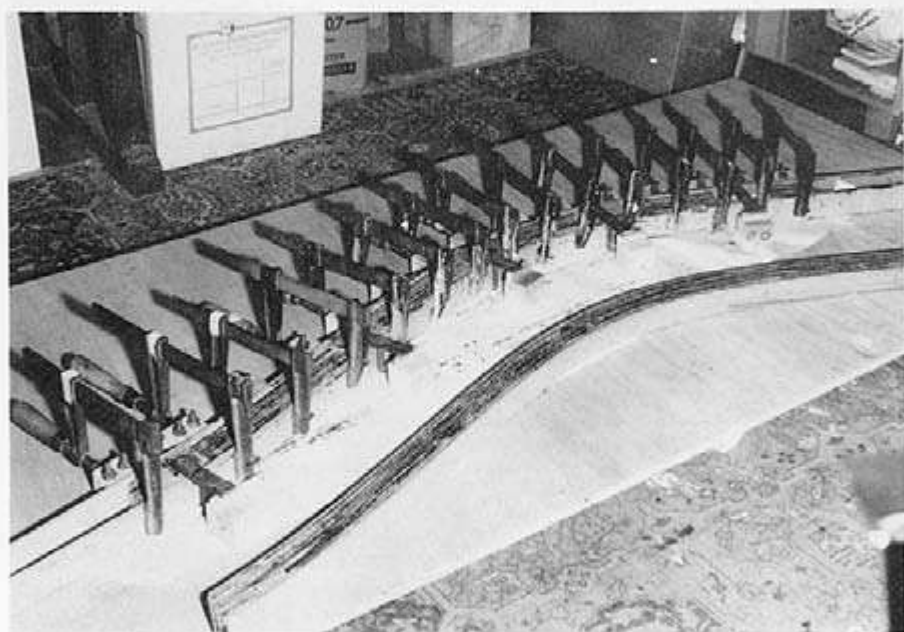
Restaurierungen großen Umfanges sind in allererster Linie eine Sache des Durchhaltevermögens. Wer glaubt, daß der Erfolg so einer Aktion von Geschicklichkeit und Geld abhängt, wird sehr bald merken, daß die Zeit sein größter Widersacher ist. Gut zu sehen, wie sich so ein Deck verändern kann (Fotos: Fissler).

Bau eines Ersatzspants

Als Basisplatte wird eine 20 mm dicke Sperrholz- oder Tischlerplatte gewählt.

Der ausgebaute Spant (oder Teile davon) dienen zum Festlegen der Rohspant-Kontur auf der Tischlerplatte. In 10 mm Abstand zur Kurvenaußenseite hin, wird eine zweite Linie (Klotzlinie) gezogen, weil während der Verleimung hier eine 10 mm dicke Leiste zur Druckverteilung mit eingelegt wird.

Längs der aufgerissenen Klotzlinie wird auf der Kurvenaußenseite eine Klotzreihe im Abstand von ca. 15 cm mit 10 mm Ø Schloßschrauben auf die Basisplatte gesetzt. Dann werden die fünf (bei Spanten mit engen Radien) oder 6 mm dicken (z. B. Mahagoni-) Lamellen auf Länge (= Abwicklungslänge + 30 cm für die genaue Ausrichtung der Enden) geschnitten. Zur Verleimung wird wasserfester Bootsleim beidseitig auf jede Lamelle aufgespritzt.

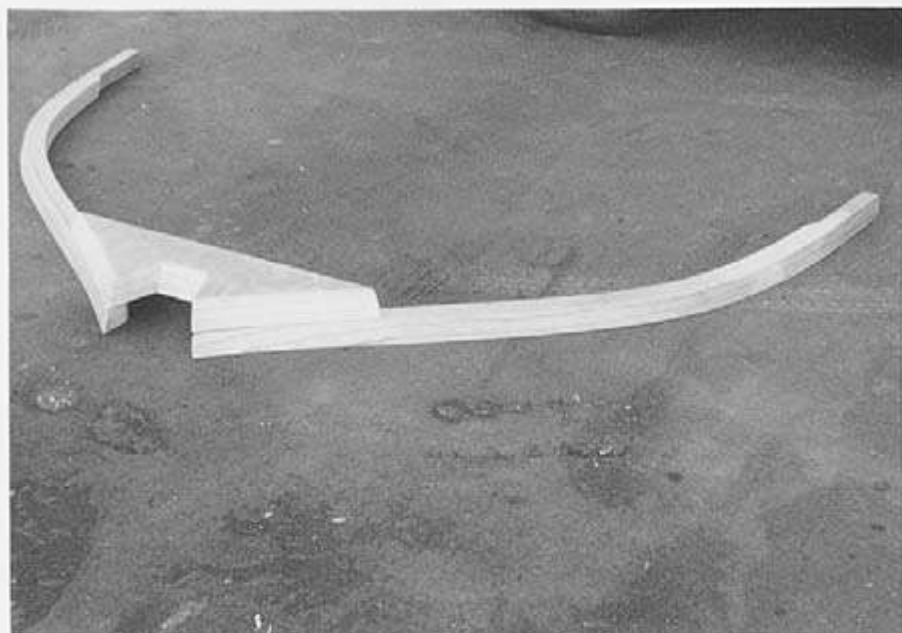


Ein Ersatzspant entsteht

Abb. 36

Als Baumaterial für den lamellierten Ersatzspant werden Mahagonilamellen verwendet. Als Basis dient eine 22 mm dicke Tischlerplatte, auf der im Abstand von ca. 15 cm Klotze (Format Spantbreite x 6 x 6 cm) gemäß der gewünschten Spantkontur durchgeschraubt sind. Für einen gleichmäßigen Anpreßdruck ist das Lamellenpaket um je eine 10 mm dicke Eschenleiste innen und außen ergänzt worden, die »trocken«, ohne Leim, mit eingespannt werden. Es wird Bootsbauleim mit Füllstoffanteil (mit fugenfüllendem Charakter) unter leichtem Wasser-Zusatz verwendet, um ihn zügiger auftragen zu können.

Neben den kräftigen Schraubzwingen werden bei der Spantlänge von 2,80 m fünf Niederhalter mitverwendet, die ein Aufsteigen der Spanten in den Radien verhindern. Der Rohling im Vordergrund ist nach 24 Stunden entformt worden.



Zugepaßter Spant

Abb. 37

Mit den beidseitig gehobelten Spantenrohlingen und der vorgefertigten Bodenwrange aus Bootsbausperholz von 3 x 19 mm geht es in das Boot.

Zuerst werden die oberen Spantenden freigeschnitten, um am Balkweger vorbeizukommen. Sind die Rohteile an der Soll-Position fixiert, werden die Schmiegen angerissen und ausgehobelt bzw. ausgeschliffen.

Passen alle drei Teile, so werden sie (ausgenommen die Leimflächen zwischen unterem Spantende und Wrange) gründlich imprägniert und schließlich einmal -trocken- im Schiff montiert. Paßt alles, wird der neue Spant unter Zugabe von Leim oder fugenfüllenden Massen montiert.

Das Paket wird dann um eine Druckverteilungsleiste auf jeder Seite ergänzt und auf die mit Papier abgedeckte Basisplatte (sonst klebt das Paket dort fest) gelegt und von einem Ende beginnend gegen die Klotzbahn gezwängt. Die Arbeit muß gut geplant werden. Besonders bei kleinen Radien nimmt das Aufspannen des Lamellenpakets sehr viel Zeit in Anspruch.

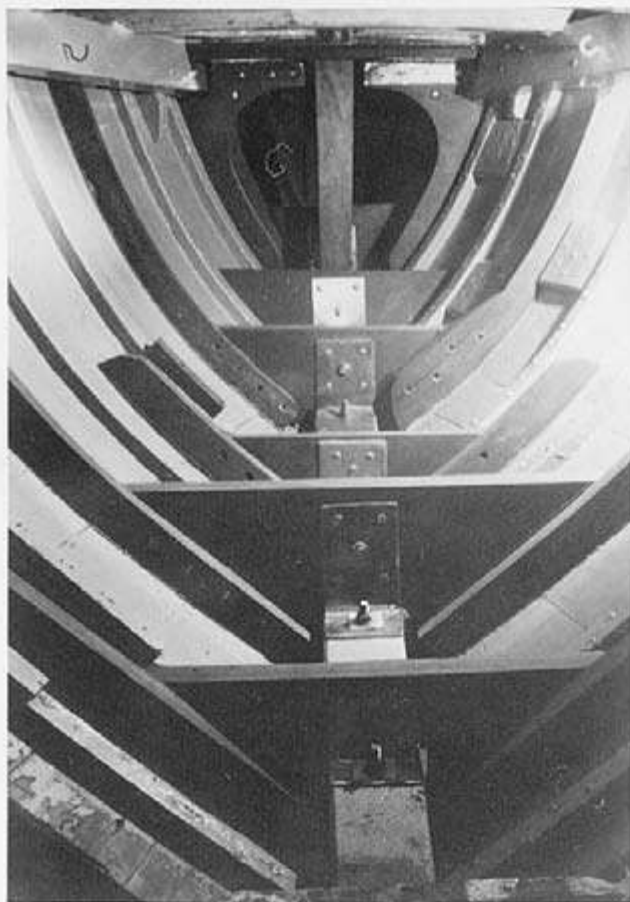
Bei Lamellenlängen über einen Meter muß man das Paket gegen Aufsteigen in den Rundungen zusätzlich durch Niederhalter absichern.

Als Faustformel für die Holzspantdimensionierung kann bei Kompositbauten gelten:

Holzspantbreite = Stahlspantbreite

Holzspanthöhe = Stahlspanthöhe + 10 mm

Das Rohlamellen-Paket wählt man in Höhe und Breite um 10 mm größer als das Fertigmaß. Bei gewachsenen Holzspanten behält man die Dimension bei.



Muß das ganze Schiff neu verspannt werden, beginnt man mit dem Vorschiff. Hier sind die Spanten kurz und wenig gekrümmt.

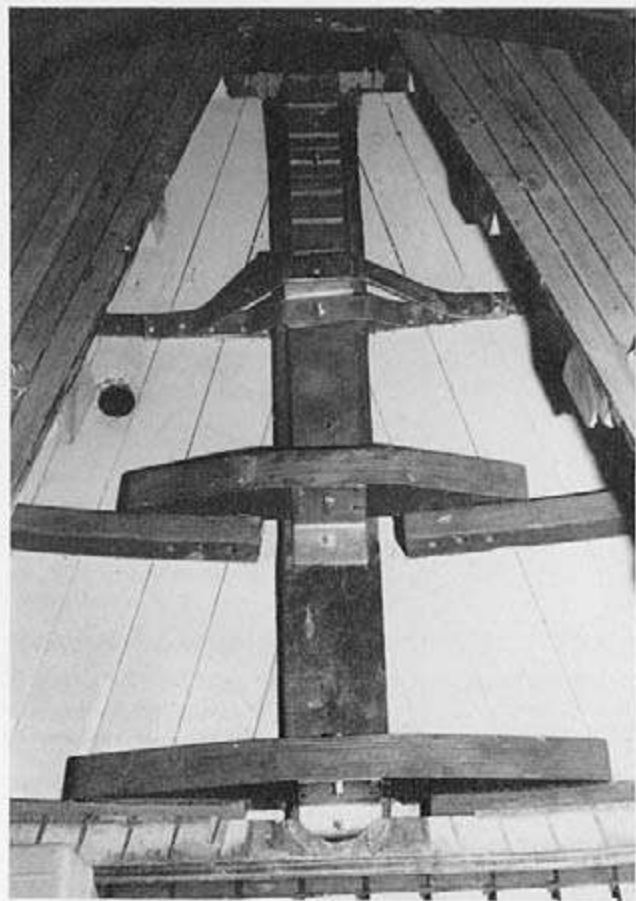
Die Verbindung von der Wrange zum Kiel wird von kräftigen (Niro-) Blechwinkeln übernommen, die mit einer Durchgangsschraube und vier Holzschrauben an dem neuen Bauteil und zum Kiel hin über einen Durchgangsbolzen verschraubt sind. Spant und Wrange sind zusätzlich verleimt. Bei einer Außenhautdicke von 22 mm werden Planken und Spant mit vernickelten Messingschrauben 6 x 50 mm verbunden.

Üben im Vorschiff

Abb. 38

Zum Spannen verwendet man kräftige Schraubzwingen mit mindestens 20 cm Öffnungsweite. Wichtig ist ein großer Handgriff-Durchmesser an der Spindel, damit man hier beim Anziehen die notwendige Kraft entfalten kann. Der Leim muß unter dem Zwingendruck aus den Lamellen herausgedrückt werden. Anderenfalls könnte (besonders in den engen Rundungen) noch eine zu große Spaltbreite herrschen.

Das Einstreichen der Lamellenseiten mit Leim und das Aufzwingen nimmt eine ganze Menge Zeit in Anspruch. Man muß hier sehr zügig arbeiten und sollte Leime mit langen offenen Zeiten wählen.



Neuspanten im Heck

Bei der Neuverspannung eines Jachthecks geht es ohne Öffnen des Decks nicht ab. Im Bereich des Spiegels wurde dabei eine Verstärkung für das dort inzwischen installierte Achterstag eingebaut. Der letzte Spant (später nicht mehr zugänglich) wurde aus Niro-Flachstahl gestaltet. Der für die Großschotführung verstärkte Decksbalken über dem letzten Holzspant erhielt zusätzlich eine direkte Niroverbindung nach unten zum Kiel hin. Dann wurden zwei Luken eingebaut und Mittelfisch und Stäbe neu verlegt. Holzspanten und Wrangen sind verschraubt und verleimt.

Abb. 39

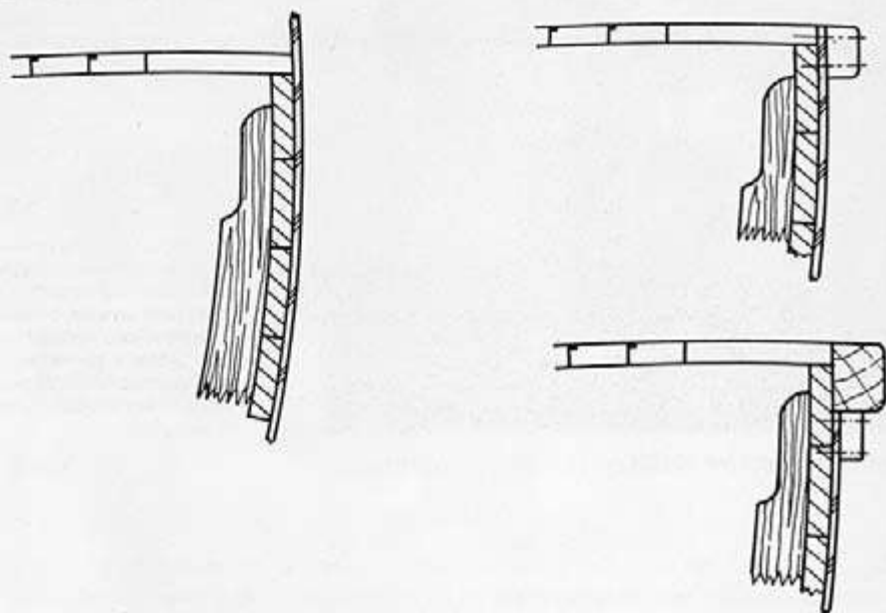
Bei derartig radikalen Eingriffen in das Innenleben einer Jacht, bietet sich Gelegenheit, den inzwischen vorgenommenen Änderungen Rechnung zu tragen. So erhalten ehemals gaffelgetakelte und daher ursprünglich mit Backstagen ausgerüstete Segeljachten einen zusätzlichen Spant für die Oberwanten und Verstärkungen im Segelbereich für das nachträglich installierte Achterstag. Diese Heckverstärkung tut einem klassischen Jachtheck erfahrungsgemäß sehr gut, weil der Konstrukteur das Schiff auf diese Belastung hin nicht ausgelegt hatte.

Die Anbauteile – eine Radikalkur

Am besten werden alle Fittinge, Bolzen, Rüsteisen, Leisten usw. vor dem Abziehen der Planken entfernt. Sie behindern sonst nur die Plankenvorbereitung und bleiben für die spätere Beschichtung Stellen potentieller Undichtigkeit.

Fittinge tragen in der Regel auf der Innenseite die Befestigungsmutter und werden nach außen abgezogen. Das bedingt also zunächst einmal den Abbau z. B. des darauf sitzenden Seeventils. Die Durchbrüche können während der Beschichtung offen bleiben. Das Laminat wird dort später ohnehin entfernt und die Öffnung bleibt auch nach erfolgter Beschichtung sichtbar.

Die **Scheuerleiste** hat für die Beschichtung als Befestigungselement eine wichtige Funktion. Sie hält die Beschichtung längs der Linie fest, wo sie sich bei Überlastung zuerst abschälen möchte.

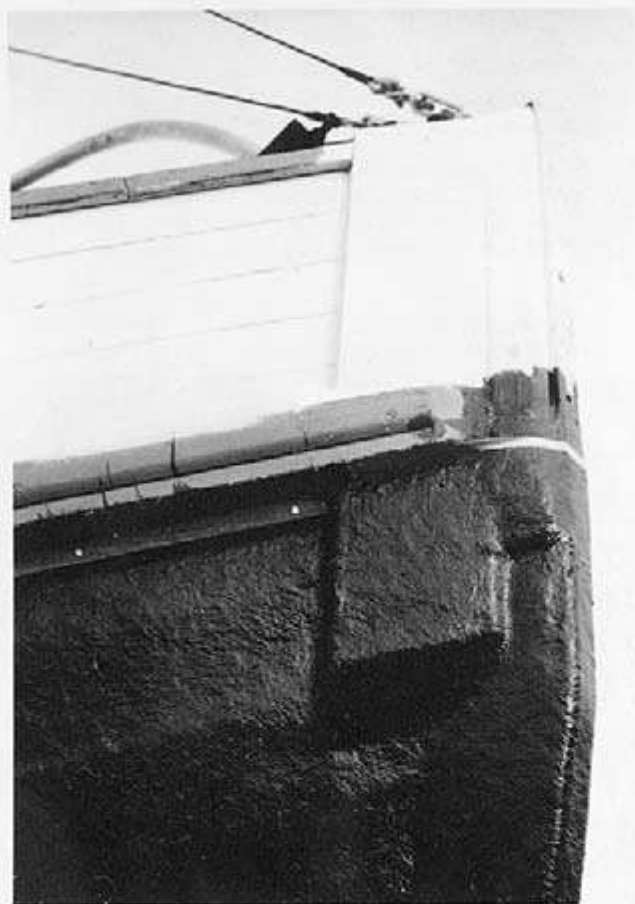


Beschichtungsabschluß im Scheuerleistenbereich

Abb. 40

Die Beschichtung soll an ihrem oberen Rand linienförmig, z. B. durch die Scheuerleiste oder eine Hilfsleiste, fixiert sein.

Die beste Befestigung der Beschichtung im Scheuerleistenbereich wird durch die vor der Beschichtung abgenommene und hinterher wieder aufgesetzte Leiste gebildet (siehe Bild links und oben rechts). Konnte die Scheuerleiste nicht demontiert werden, so läßt man die Glasfaser-Kunststoffsicht unter der Scheuerleiste enden und befestigt sie dort mit einer Hilfsleiste (unten rechts).



Kann die Scheuerleiste zum Befestigen der Kunststoffhaut nicht benutzt werden, so verwendet man eine zusätzliche Hilfsleiste unter der Scheuerleiste.

Hilfsleiste zum Fixieren der Beschichtung

Abb. 41

Das sollte stets eine Notlösung bleiben. Besser ist es, in Höhe des Schandeckels (Deckaußenseite) eine Scheuerleiste so zu setzen, daß jeweils eine Befestigungsschraube im Deck und die nächste in der obersten Planke sitzt. Das Laminat wird dabei bis zur Decksoberkante geführt oder endet kurz unter der dann allerdings gefälzten Scheuerleiste.

Die Schraubenwelle erfordert im Austrittsbereich ebenfalls einen wasserdichten Laminat-Anschluß. Das können zum Beispiel ein mit dauerelastischer Masse aufgesetzten Ring oder der ovale Flansch des hinteren Wellenlagers mit seinen beiden arretierenden Holzschrauben sein, die das gegen die Welle stoßende Laminat ablösesicher festhalten. Da Welle und Schraube stets Schwingungen in das Schiff einleiten, ist der

Ausbildung dieses Anschlusses besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Endet ein Laminat auf einer Rohroberfläche, so kann es dort durch auf den Umfang aufgewickelte Rovingstränge fixiert werden.

Der Echolot-Geber (mit seinen hölzernen Formstück) ist bei Holzbooten stets ein unharmonisches Anhängsel, außerdem eine zusätzliche Öffnung in der Außenhaut.

Beim überzogenen Boot kann er endlich in befriedigender Weise und ohne Öffnung installiert werden. Der Geber samt Formholz wird abgebaut, die jetzt leere Bohrung mit Spachtelmasse zunächst verschlossen. Die Neuanbringung wird im Kapitel »Montage der Anbauteile« besprochen.

Das Ruder muß für die Beschichtung ebenfalls gezogen werden. Bei Booten mit langen achterlichem Überhang sind Ruderblatt und Ruderschaft oft einteilig ausgeführt.



Oft wird im Rahmen gründlicher Erneuerungen auch das Ruder ersetzt. Das Ruderblatt wurde hier aus Sperrholz gebaut und mit drei Matenlagen überzogen. (Die Hundeaugen sind für die Gemütsverfassung der Beschichtungscrew nicht repräsentativ!). (Foto: Fissler)

Ein neues Ruder

Abb. 42

Zum Ziehen müssen die Boote angehoben, evtl. in einen Kran gehängt oder über eine Grube gefahren werden.

Falls gewünscht, kann das Ruderblatt vor dem Überziehen auch in Form und Profil geändert, z. B. auch mit einem größeren Schraubenbrunnen versehen werden. Gerade bei älteren Schiffen besteht hier zuweilen der Wunsch nach Modernisierung.

Der Ruderschaft ist meistens fest mit dem Blatt verbunden und wird bis zum Vierkant hin mit einem Mattenstreifen ebenfalls ummantelt. Auf diese Weise ist auch die Korrosionsmöglichkeit am Schaft ausgeräumt.

Das Ruderblatt wird gemäß der Rumpfbeschichtung eines entsprechenden Vollholz bzw. Sperrholzbootes ummantelt.



Beschichtetes Ruderblatt an einer Kutterjacht

Bei einer Ruderblattbeschichtung werden die Gabelbauteile nicht mitbeschichtet. Nur die Lasse im unteren Bereich ist als festes Bauteil mit eingemantelt.

Abb. 43

Das Totholz vor dem Ruder ist an seiner Hinterkante zuweilen als Nut mit kleinem Radius ausgebildet, so daß sie die vorderste Ruderkernte umschließt. Das Totholz muß in diesem Falle zum positiven Halbkreis mit der Totholzdicke als Durchmesser »um«-geschliffen oder gehobelt werden. Dabei sind die Auftragsdicken, der Rumpf- und Ruderbeschichtung gleich mit zu berücksichtigen.



Das Stevenholz vor dem Ruderblatt ist früher gern als Hohlkehle ausgebildet worden. So eine Hohlkehle ist nicht beschichtbar. Sie muß zur positiven Rundung umgestaltet werden. Ebenso werden die Gabeln auf das beschichtete Holz aufgesetzt und nicht mehr eingelassen.

Veränderungen am Ruderstegen

Abb. 44

Um den Nachteil des nun entstandenen Spaltes zu kompensieren, kann man an beiden Seiten mit Niroblech und Gummistreifen diese neu entstandene »Wirbelbremse« wieder entschärfen.

Die Rudergabeln sind meistens ins Totholz eingelassen. Sie werden abgebaut und die Einlaßstellen bündig mit Polyester-Spachtelmasse verfüllt.

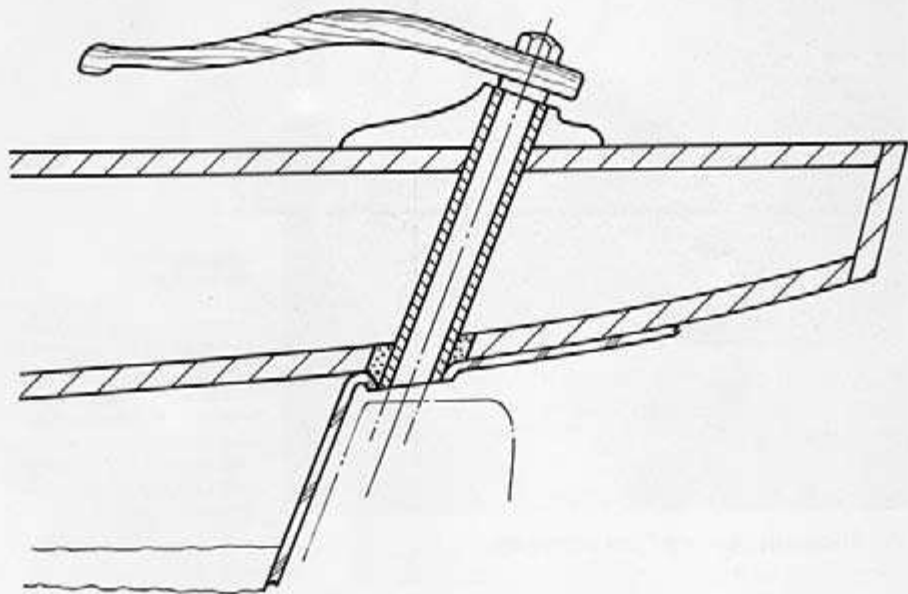
Die neuen Gabeln werden (möglichst aus Niro) so gefertigt, daß sie auf die Beschichtung aufgesetzt und durchgebolzt werden können. Alternativ kann das Totholz im Gabelbereich auch so weit abgearbeitet werden, daß der Beschlag wieder paßt.

Das Rohr für den Ruderschaft

Dieses Bauteil muß vor der Rundumbeschichtung eingesetzt werden. Das vorhandene Eisenrohr ist meistens mit einer Fußplatte auf das innere Stevenholz aufgeschraubt.

Um auch hier dem Wasser den Zutritt in das Holz zu verwehren, sollte das Eisenrohr durch ein Rohr aus Glasfaser-Kunststoff ersetzt werden. Man wählt es so lang, daß es unten aus dem Steven herausragt und dort die Glasfaser-Ummantelung an das gut angeschliffene Rohr anlamiert werden kann.

Da diese käuflichen GFK-Rohre auf ihrer Innenseite keine reine Harzschicht (Topcoat) besitzen, werden die Rohre vor dem Einbau mit LT-Lack + Härter einmal ausgeschleudert. So sind sie gegen Wasserbelastung besser geschützt.



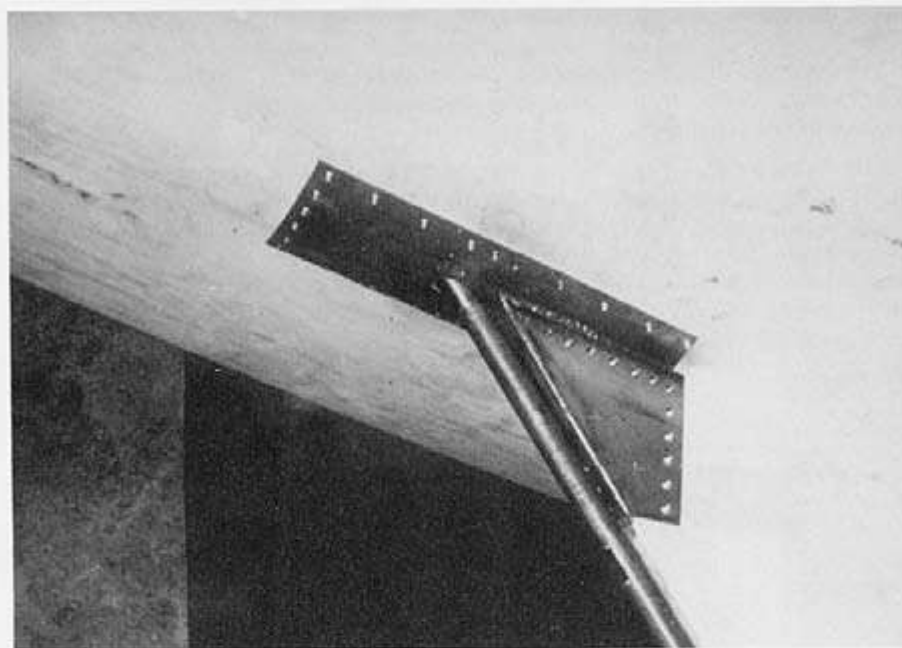
GFK-Rohr für den Ruderschaft

Abb. 45

Statt des üblichen, innen aufgesetzten Metallrohres wird vor der Beschichtung ein Rohr aus Glasfaserkunststoff eingesetzt. Das Rohr ragt unten etwa 2 cm aus dem Rumpf heraus. Daran wird die Rumpfbeschichtung anlamiert. So kann hier keine Undichtigkeit entstehen.

Das Holz um das neue Rohr herum muß entsprechend geweitet werden. Zum Einbau des Rohres muß das Ruder oder ein entsprechender Hilfs-Ruderschaft gesetzt werden, damit das Rohr auch fluchtet.

Der Hohlraum zwischen Holz und GFK-Rohr-Außenseite kann mit einer Mischung aus Polyester-Spachtelmasse + ca. 10 Gew.-Prozent Laminierharz ausgegossen werden. Diese Mischung ist gut fließfähig und füllt den Ringspalt zuverlässig aus. Nach unten hin wird der Spalt während des Verfüllens mit Kreppband verschlossen.



Festlegen der Rumpfbeschichtung im Bereich des Ruderkokers Abb. 46

Auch durch eine aufgesetzte Niro-Platte kann die Beschichtung im Kokerbereich befestigt werden. Diese Platte ist zugleich als Ruderlager ausgebildet.

Gezielt Austrocknen

Schon aus Mangel an Zeit und Gelegenheit wird es selten möglich sein, die Außenhaut eines Vollholzschiiffes durch und durch auf den lufttrockenen Zustand von ca. 15 % Feuchteanteil herunterzutrocknen. Eine zu starke Austrocknung ist – wie sich in der Praxis gezeigt hat – auch nicht erstrebenswert, da sich dann bereits Windrisse im Holz ausbilden können.

Wird nach dem halbjährigen Winterlager überzogen, so hat eine Durchtrocknung bei zölligen Planken auch noch in keinem Falle stattgefunden. Lediglich die Oberfläche ist lufttrocken.

Als Richtwert kann folgendes gelten:

Im Beschichtungszeitpunkt soll die Oberfläche der Planken bis hin zu einer Tiefe von 2 mm einen Feuchtegehalt von 12 bis 18 % aufweisen. In etwa 6 mm Tiefe kann der Feuchtegehalt 25 bis 30 % (Fasersättigung) betragen. Boote, die nach einer Winterlagerung überzogen werden sollen, können den gewünschten Trocknungszustand nur dann erreichen, wenn sie sofort nach dem Aufslippen vom Außenanstrich befreit werden. Wird in diesem Zustand überzogen, so kommt über die Luftfeuchte praktisch keine zusätzliche Belastung aus dem Holzuntergrund in die Beschichtung,

die Haftung des Glasfaser-Kunststoffs ist abgesichert und die Trockenzeit bleibt in Grenzen. Wird ein Boot über mehrere Jahre aufgearbeitet, so wird gegebenenfalls eine gesteuerte Trocknung notwendig. Man wird den alten Außenanstrich bis wenige Wochen vor der Beschichtung auf der Außenhaut lassen, um eine schnelle und starke Trocknung zu verhindern.

Bilden sich dennoch Windrisse, so muß künstlich befeuchtet werden. Das kann sehr erfolgreich und wirkungsvoll durch die Installation eines Raumluftbefeuchters (Leistungsaufnahme ca. 25 W) erfolgen, der etwa einen Liter Wasser pro Tag im Schiffsinnen an die Luft abgibt, also etwa alle drei Tage »gegossen« werden muß. Windrisse sind in jedem Fall ernstzunehmende Grobindikatoren für eine zu starke und zu schnelle Trocknung. Besser ist ein Holzfeuchtemesser, der eine gezielte Überprüfung der Holzfeuchte erlaubt.

Abziehen und Aufrauen der Außenhaut

Es gibt vier Möglichkeiten die alte Farbe vom Holz zu entfernen.

Abbeizen: Es dauert am längsten; kostet wenig Kraft, aber viel Geduld; erspart nicht das gründliche Aufrauen der Holzfläche; ist am teuersten, da die brennbaren (!) Lösungsmittel immer nur eine dünne Schicht anlösen.

Abbrennen: Es geht etwas schneller; kostet etwas mehr Muskelkraft; beseitigt u. U. haftschädliche Stoffe, die im Holz stecken; erfordert aber zusätzlich das gründliche Entfernen der verkohlten Holzteile und das sorgfältige Aufrauen der Holzoberfläche.

Abschleifen: Mit einem Winkelschleifer und einer Scheibe mit der Körnung 24 die schnellste Möglichkeit, da mit der Farbentrennung gleichzeitig die Aufrauhung der Holzoberfläche erledigt ist; sehr staubig (erfordert Staubmaske und Schutzbrille); ist bei Überkopparbeit sehr mühsam und mit der schnelllaufenden Scheibe nicht ungefährlich.

Sandstrahlen: Dies ist die muskelschonendste Methode, erfordert aber ein entsprechendes Gerät und einen Schutz für die Nachbarschiffe; das Aufrauen wird dabei mit erledigt. Es wird Kupferschlacke bis zu einem Millimeter Korngröße bei drei bis vier bar Druck benutzt.

In jedem Fall muß durch Aufrauen (ggf. mit einem Zahnnobel oder einer Raspel) die Holzoberfläche vergrößert werden, so daß der Haftvermittler eindringen und sich dort intensiv verankern kann. Es ist immer wieder erstaunlich, in welchem Maße die Haftung durch eine raue Oberfläche verbessert werden kann.

Der Haftversuch

Da ein Meßinstrument für die Rauigkeit kaum vorhanden sein dürfte, überprüft man die Haftung der GFK-Schicht im praktischen Beschichtungsversuch.

Dazu wird ein Mattestreifen mit dem Laminierharz auf die mit Haftvermittler ausgerüstete Holzoberfläche auftapeziert und nach ca. 2 Tagen abgerissen.

Reißt die Beschichtung in sich oder reißt die Holzoberfläche in sich, so ist das Boot gut vorbereitet.

Der Haftversuch wird folgendermaßen durchgeführt:

1. Neben dem Prüffeld eine Folie (Tragetasche) als Trennmittel aufplastern.
2. Haftvermittler »G4« auf ein Feld von ca. 30 x 10 cm auftragen.
3. Nach 30 Minuten (maximal 3 Stunden) 3 Mattestreifen von 40 x 15 cm mit Laminierharz i 25 B + 3 Gew.-% MEKP-Härter auftapezieren.
4. Mattestreifen mindestens 2 Tage bei 20 °C härten lassen.
5. Prüfstreifen unter der Trennfolie anfassen und Abreißversuch durchführen.



Der Haftversuch

Abb. 48

Die Haftung der Beschichtung muß unbedingt vor der Gesamtbeschichtung untersucht werden. Man hat sein Vorbereitungsziel erreicht, wenn beim Abreißversuch unter viel Kraftaufwand entweder das Holz oder die Kunststoffschicht in sich aufgetrennt werden, bzw. es erfolgt ein Weißbruch im Übergang Holz/Trennfolie wie im Bild gezeigt.

Auswertung:

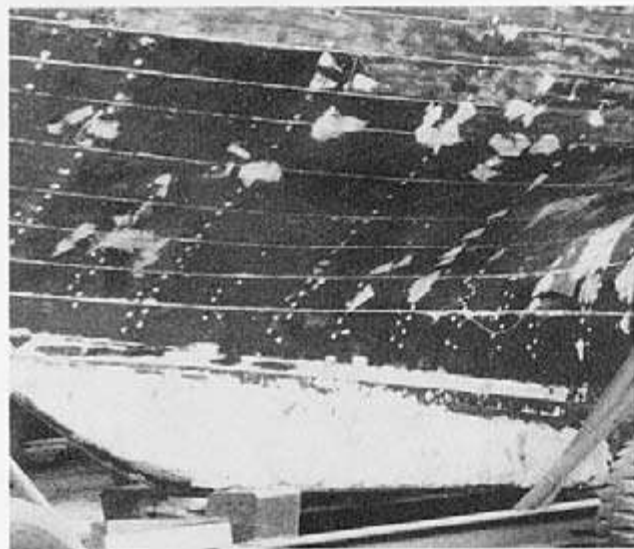
1. Gelingt es nicht, die dreilagige Beschichtung in der G4-Zone abzulösen, reißt vielmehr die Kunststoffschicht in sich (sog. Weißbruch), ist die Haftung optimal. Die Beschichtung kann in Angriff genommen werden.
2. Läßt sich die dreilagige Beschichtung mit etwas Kraftaufwand als ganzes Blatt abtrennen, so konnte der Haftvermittler nicht eindringen, weil
 - a) die Holzoberfläche nicht rau genug war,
 - b) das Holz im Porenbereich mit anderen Stoffen wie öligen Schutzmitteln, Bitumenresten oder Wasser angereichert war.

Im Fall 2a) muß zusätzlich aufgeraut, bei 2b) evtl. die äußere Schicht abgehobelt bzw. das Holz weiter gereinigt oder getrocknet werden.

3. Läßt sich die GFK-Schicht zusammen mit einer bis 1 mm dicken Holzschicht verhältnismäßig leicht abtrennen, so ist die Planke im äußeren Bereich verwittert. Das Holz wurde an der Oberfläche lediglich durch den Haftvermittler zu einer Schwarte verfestigt. Hier muß bis auf das gesunde, tragfähige Holz abgetragen werden, um der Beschichtung haltzugeben.

Den Ballast einpacken oder nicht?

Um die Kunststoffhaut vollflächig auflegen zu können, wird der Ballast stets mitummantelt. Das klappt jedoch nur dann, wenn hier sehr gründlich vorgegangen wird. Schließlich werden die Kielbolzen künftighin unzugänglicher.



Die Bleioberfläche des Ballastes wird gleich nach dem Schleifen oder Strahlen dünn mit Polyester-Spachtelmasse Ferro-elastic-weiß abgezogen und später nur einmal von Hand mit 60iger Papier überschliffen. Dann kann der Kiel mit eingemantelt werden. Bei Eisenballast wird ebenso verfahren.

Vorbereitung des Bleiballastes für die Beschichtung

Abb. 48

Die alten Bolzen werden gezogen, sofern nicht sicher ist, daß in den letzten Jahren regelmäßig wenigstens je ein neuer Kielbolzen installiert wurde oder die Bolzen aus nicht korrosierendem Material bestehen. Bei der Besichtigung der Kielbolzen-Restdurchmesser hat sich schon mancher kühne Schipper voller Grauen abgewendet.

Der frisch befestigte Blei-Ballast wird sauber von Farbe befreit und mit Polyester-Spachtelmasse als Haftbrücke dünn abgezogen. Er wird zur Beschichtung dann nicht mit Haftvermittler behandelt. Auf gesandstrahlten Eisenkielen wird ebenfalls ganz dünn Polyester-Spachtelmasse aufgezogen und einmal grob übergeschliffen.

Öl und Teer auf der Außenhaut

Öl kann z. B. im Motorenbereich die Planken durchsetzt haben, so daß hier die Kunststoffschicht nicht auf dem Holz haftet.

Ein Auswaschen mit Lösemitteln führt meistens nur zum Verdünnen, nicht aber zum Beseitigen des Ölanteils. In einigen Fällen kann die Haftung durch Auswaschen mit Waschbenzin hinreichend verbessert werden.

Wo alle diese Maßnahmen nicht zum Erfolg geführt haben, sind wasserfeste Sperrholzstreifen von 4 mm Dicke aufgenagelt (verzingte Nägel), besser noch mit VA-Krampen angeschossen worden. Aus Gründen der Wasserdampfwanderung scheint es ratsam, diese Streifen auf der Kontaktseite zur Außenhaut mit einer Mischung aus



Die Kutterjacht »Sylvia« wurde für die Kunststoffbeschichtung durch eine Vorbeschichtung mit Streifen aus wasserfestem 4 mm Sperrholz vorbereitet. Das Sperrholz wurde unter Leimzugabe mit Krampen aus Niro »angeschossen«.

Vorbeschichtung mit Sperrholzstreifen

Abb. 49

Haftvermittler und einem Holzmehl, Quarzmehl oder mit Kreide (diese Zutaten verdicken den Kunststoff) vor dem Aufnageln auszurüsten. Diese Füllmasse verhindert eine Ansammlung von Kondenswasser zwischen Planke und Sperrholzstreifen.

Die Stöße zwischen dem Sperrholzstreifen werden mit Polyester-Spachtelmasse oder der eben beschriebenen Füllmasse egalisiert. Sind die haftungsbeeinträchtigten Flächenteile kleiner als 5 dm^2 , so kann auch einfach die erste angehärtete Mattenlage mit VA-Krampen angeschossen werden. Für die Krampen wird sowohl bei der Matten- als auch der Sperrholzbefestigung untereinander ein Abstand von ca. 7 cm gewählt. Die Krampenlänge soll mindestens 15 mm betragen.

Teer wird von Rümpfen mit Zieh- und Stecheisen entfernt. Ein Erweichen der Teerschicht mit einer Lötlampe kann diese Arbeit erleichtern. In jedem Fall muß die von Teer befreite Holzoberfläche mit der 24er Körnung auf der Winkelschleifscheibe genauso aufgeraut werden, wie die übrige Außenhaut nach dem Entfernen der Farbanstriche. Versucht man Teer mit Lösemitteln abzuwaschen, besteht die Gefahr, daß er in gelöster Form noch tiefer in das Holz eindringt.

In jedem Fall verlangen solche Untergründe nach einem Haftversuch, um zu ermitteln, ob man ohne eine Sperrholz-Zwischenlage auskommt oder nicht.

Plankennähte und -stöße

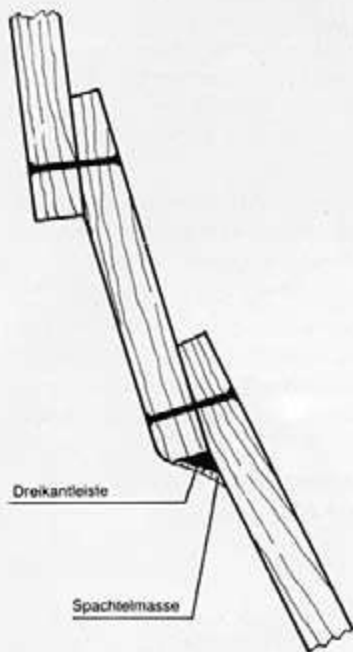
Holzboote sind in der Regel mit Wolle kalfatet worden. Bei der Säuberung der Außenhaut wird diese Wolle teilweise aus den Nähten hängen. Durch das Austrocknen der Planken ist sie in äußerem Bereich meistens leicht zu entfernen.



Nähte gründlich verfüllen

Abb. 50

Speziell bei älteren Booten ist das sorgfältige Verfüllen der Nähte wichtig, soll das Boot nicht weich bleiben. Das Füllen der Nähte ist einem Aufpolsterprozeß vergleichbar. Nur so erhält man wieder einen steifen Rumpf, der auch im Seegang starr bleibt, und auf diese Weise die Grenzfläche von Holz und Kunststoffmantel nicht überlastet.



Der Überstand der oberen Planke wird zusammen mit der eingeleimten und genagelten Dreikantleiste gerundet. Wenn nötig, wird die Hohlkehle zur unteren Planke hin mit Polyester-Spachtelmasse zusätzlich gerundet. Sind die Plankenüberstände kleiner als ca. 10 mm, so wird auf der angerauten Oberfläche mit Polyesterspachtelmasse verfüllt.

Vorbereitung von geklinkerten Planken

Abb. 51

Der Verfüllung der Nähte ist größte Aufmerksamkeit zu schenken. Mit leeren Nähten wird jedes geplankte Boot weich, es hängt. Das sorgfältige, stramme Füllen der Nähte wirkt wie ein Aufpolstern, macht das Boot wieder steif, so daß letztendlich auch die Beschichtung nicht durch starke Eigenbewegungen der Außenhaut in der Kontaktfläche zusätzlich beansprucht wird.

Je mehr das Boot austrocknet, desto weiter springen die im Herbst bereits gesäuberten Plankennähte bei karweelgeplankten Booten auf. Man soll sie erst dann wieder schließen, wenn der empfohlene Trocknungszustand erreicht ist.

Schmale Nähte wird man in klassischer Manier kalfaten. Bis zu 4 mm kann auch Polyester-Spachtelmasse möglichst über die gesamte Fugentiefe eingebracht werden. Breitere Fugen werden mit möglichst konischen Holzleisten aus Kiefernholz verschlossen, die mit wasserfestem Bootsbauleim eingesetzt werden. Die Leistenüberstände werden abgeschliffen (Bandschleifer), die Restnähte verspachtelt. Man verkalkuliere sich nicht mit dem Leistenbedarf. Die Nahllänge einer 8 m Kielyacht liegt bei 200 m!

Bei Klinkerbauten werden die Überstände von Planke zu Planke mit Dreiecksleisten verfüllt, so daß die Matten in diesem Bereich ordnungsgemäß beim Auflaminieren mit Polyesterharz entlüftet werden können.

Behandlung der Planken-Innenflächen

Die Plankeninnenbehandlung muß verschiedenen Anforderungen gerecht werden: Der Wasserdampfdurchlässigkeit, dem Pilzschutz und der Dekoration. Sie soll also flüssiges Wasser abhalten, aber Wasserdampf passieren lassen, vor Pilzbefall schützen und dekorativ aussehen.

Die beschichteten Planken sind von der Außenseite zuverlässig gegen flüssiges Wasser geschützt; auch Wasserdampf kann durch die relativ dicke Kunststoffschicht nur in sehr begrenzten Mengen hindurchtreten (Dampfbremse). Die Gefahr, Wasser aufzunehmen, droht den Planken – so wird man befürchten – eher von der Innenseite her.

Im Bilgenbereich wird man deshalb neben einem fäulnishemmenden einen filmbildenden Anstrich wählen, der Wasser abhält. Das kann eine normale Bilgenfarbe sein, die wenigstens zweimal aufgetragen wurde. Sie erfüllt diese Teilaufgabe.



Die Plankeninnenseite wird in aller Regel mit fäulnishemmenden und (evtl. später) mit Bilgenfarbe, die die unvermeidlichen Alterflecken abdeckt, wieder »schier«.

Die Innenseite der Außenhaut

Abb. 52

Für Seitenwände im Überwasserbereich ist eine Imprägnierung im Grunde ausreichend. Da alte Hölzer jedoch oft fleckig sind, wird man auch hier mit Bilgenfarbe arbeiten, um das Boot auch innen einheitlich zu gestalten.

Es bleibt der Wasserdampf aus der Luftfeuchtigkeit, den eine Bilgenfarbe nicht abhalten kann. Um hier die Befürchtungen zu zerstreuen, ein kurzer Abstecher in die Physik. Wasserdampf wandert von der warmen zur kalten Oberfläche einer Wand. Das bedingt also zunächst einen Temperatur-Unterschied. Im Unterwasserschiff sind die Temperaturdifferenzen (man denke an das bilgenkühle Bier) auch im Sommer so gering, daß hier praktisch keine Wasserdampfwanderung und auch keine Kondensation auftreten kann und im Schnitt keine Feuchtigkeitsanreicherung gegeben ist. Das könnte allenfalls an Herbst- und Frühlingstagen auftreten, reguliert sich aber erfahrungsgemäß. In der Bilge gilt es also nur das flüssige Naß abzuhalten.

Im Überwasserschiff liegen im Sommer auf der Außenseite die Temperaturen über der Kajütentemperatur. Da die GFK-Schicht auf der Außenseite praktisch (ähnlich einer Aluminiumfolie) eine Wasserdampfsperre darstellt, kann keine nennenswerte Dampfmenge in das beschichtete Überwasserschiff von der beschichteten Außenseite her eintreten. Im Gegenteil, Restmengen von Wasserdampf können durch die diffusionsoffeneren Bilgenfarbe hindurch das Holz auf der Innenseite verlassen. Es kann sich also kein Kondensat in der Planke bilden.

An kühlen Frühjahrs- oder Herbsttagen kann das jedoch anders sein. Dennoch überwiegt bei saisonbetriebenen Booten in unseren Breiten ganz klar die Sommersituation mit ihrer trocknenden Wirkung.

Diese Überlegungen decken sich mit den vorliegenden Erfahrungen. Tauwasserbedingte Durchfeuchtungen von Planken über ihre Innenseite sind bei guthaftenden Beschichtungen nicht bekannt. Nasse Planken deuten daher auf Undichtigkeiten in der Kunststoffhaut, auf abgelöste Beschichtungsflächen oder unterwanderte Teilbeschichtungen hin.

In der Praxis tragen eine bakterientötende Imprägnierung und zwei Schläge grauer oder roter Bilgenfarbe für ein einheitliches Bootsinneres den Gegebenheiten am besten Rechnung. Diese Oberflächenausrüstung besitzt auch z. B. im Motorenbereich die notwendige versiegelnde Wirkung gegen ausgelaufene Flüssigkeiten.

Bleibt anzumerken, daß diese Innenverschönerung entweder vor dem Entfernen der äußeren Anstriche oder erst nach dem Schließen der Nähte, bzw. nach erfolgter Beschichtung vorgenommen wird, um die Haftfähigkeit der Planken-Außenseite auch nicht stellenweise zu gefährden.

Schwertkasten

Der Schwertkasten eines Jollenkreuzers als konstruktionsbedingte Öffnung mit hoher mechanischer Belastung ist oft ein undichtes Bauteil.

Da eine Beschichtung auch hier nur als Dichtungshaut und nicht als konstruktives Element wirksam sein soll, muß zunächst für einwandfreie Verbände im Schwertkastenbereich gesorgt werden. Eventuell wird man hier auch zusätzliche seitliche Steifen

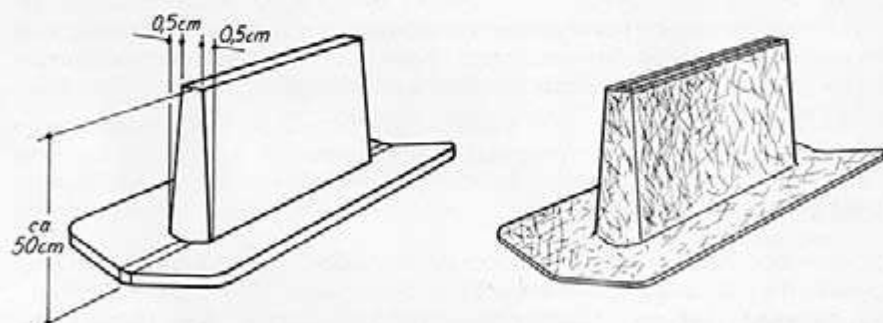
einbringen, um die Kräfte von der Schwertoberkante in den Bootsboden abzuleiten. Falls der Schwertkasten-Schlitz 40 mm oder mehr breit ist, kann die Bodenbeschichtung des Bootes in den Kasten hinein und bis zum oberen Rand geführt werden. Ihr Aufbau wird entsprechend der Bodenbeschichtung gewählt. Als Tränkwerkzeug wird ein Heizkörperroller (Hasenfuß) verwendet.

Bau eines Schwertkasten-Einsatzes

Die Schwertkästen sind in der Regel so eng und hoch, daß sie nicht immer zusammen mit der Außenbeschichtung des Rumpfes ausgeführt werden können. Für diesen Fall muß separat ein GFK-Formteil hergestellt werden, daß dann in den Schwertkasten eingesetzt und mit ihm verklebt wird. Dieser Einsatz wird über einem hölzernen Modell gefertigt, das allseitig um die Beschichtungsdicke kleiner als der vorhandene Schwertkasten bemessen ist.

Hier der Arbeitsablauf für die Herstellung und den Einbau des GFK-Einsatzes:

1. Holzmodell um Beschichtungsdicke kleiner als der lichte Schwertkasten herstellen aus 6 mm Sperrholz oder (besser) Betonschalungsplatte. Das Modell mit einer umlaufend ca. 10 cm breiten Fundamentplatte versehen, deren Pfeilung der Bodenkontur des Bootsbodens entspricht. Dabei die aufsteigenden Wände mit ca. 2 % (1 cm pro Meter) Konizität allseitig nach innen hin versehen. Modell an den Nagelköpfen spachteln und egalisieren.



Schwertkastenformholz (links) und Schwertkastenformteil aus GFK (rechts)

Abb. 53

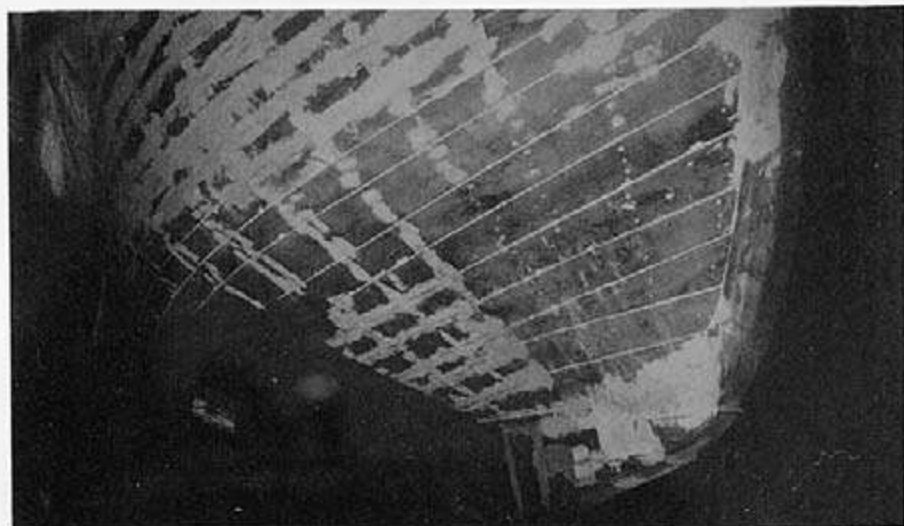
Der Schwertkasteneinsatz aus GFK wird getrennt über einem Modell hergestellt und dann in den vorhandenen hölzernen Schwertkasten eingeklebt.

2. Alle Sperrholz- und Naturholzteile dreimal unter leichtem Zwischenschleifen im Abstand von ca. 6 Stunden mit »G4« lackieren. Die Schalungsplatte bleibt unbehandelt.
3. Nach einer Durchhärtingszeit von ca. 7 Tagen dreimal unter Zwischenpolieren Trennwachs auftragen. Keinen Trennlack aufbringen!
4. Zweimal im Abstand von ca. 2 Stunden Versiegelungsharz N 35 BT + 3 % MEKP-Härter als Deckschicht auftragen.
5. Ca. 2 bis maximal 6 Stunden später eine 300 g/m² Matte Typ EPS mit Laminierharz i 25 B auftapezieren und anhärten lassen.
6. Dann mit 450g/m² Matten gemäß der empfohlenen Bootsbodenbeschichtung aufschichten. Dabei die erste Lage bis ca. 5 cm in den Bodenkragen hineinführen. Die übrigen Lagen treppenförmig breiter werden lassen, so daß nur die letzte Lage die volle Kragenbreite abdeckt.
7. Außenseite mit Versiegelung N 35 BT Härter absiegeln.
8. Formteil möglichst bei erhöhter Temperatur (30 bis 35 °C) nachhärten.
9. Entformen und auf der Kragenunterseite (= spätere Kontaktfläche zur Beschichtung) gründlich anschleifen.
10. Formteil einpassen und Öffnung für den Schwertbolzen bohren. Bohrungsfläche mit Topcoat LT 35 SB + Härter absiegeln.
11. Formteilkragen auf der Oberseite (in Schwimmposition gesehen) mit Epoxiharz BN als Klebeharz versehen. Dieses Harz auch auf die Rumpfaußenseite im Klebebereich geben. Formteil im Kragenbereich vollflächig (also kräftig beschweren bzw. mit Flachkopf-Holzschrauben andrücken) aufkleben.
12. Bolzenbereich gegen Auslaufen des Klebeharzes sichern.
13. Von der Oberseite Epoxiharz EPOVOSS BN zwischen Holzinnenwand und Formteil-Außenseite gießen. Dann Formteilwände möglichst fest nach außen gegen die Schwertkastenwand drücken. Das Harz anhärten lassen. Unterstützungen frühestens 24 Stunden später entfernen.
14. Die Rumpfbeschichtung später getrept in die abgestufte Kragenbeschichtung hinein und bis an den Schlitz heraufführen.

Nichtstrakende Außenhaut

Nichtstrakende Bootskonturen werden bei kleinen, lediglich handflächengroßen Unebenheiten mit Polyesterspachtelmasse Ferro-elastic weiß (FEW) vor der Beschichtung egalisiert. Größere Flächenteile erhalten zunächst den Haftvermittler G4 und darauf im Abstand von einer bis vier Stunden eine oder auch mehrere Mattenlagen, bevor die Gesamtbeschichtung erfolgt.

Bei großen und tiefen Unebenheiten wird eine Holzplatte mit Bootsbauleim aufgeleimt. Soll Spachtelmasse dick werden (z. B. in Übergängen), so zieht man je 0,5 cm Spachteldicke jeweils eine harzgetränkte Mattenlage zwischen. Dann folgt die Gesamtbeschichtung.



Nachstraken der Außenhaut

Abb. 54

Flächenmäßig kleine Unebenheiten von weniger als 5 mm Dicke werden mit Polyesterspachtelmasse aufgefüllt. Der 11,45 x 3,62 x 1,50 m messende, in Eiche auf Eiche gebaute Krabbenkutter »Johanna« wurde 1978 mit sieben Lagen Matte im Unterwasserschiff und fünf Lagen Matte über Wasser beschichtet (Foto: G. Seng).



Übergänge runden

Abb. 55

Um das Laminat später auftragen zu können, werden 90° Winkel, wie sie bei Holzteilen vorkommen können, möglichst gerundet. Dabei sollte der Radius 10 mm nicht unterschreiten.

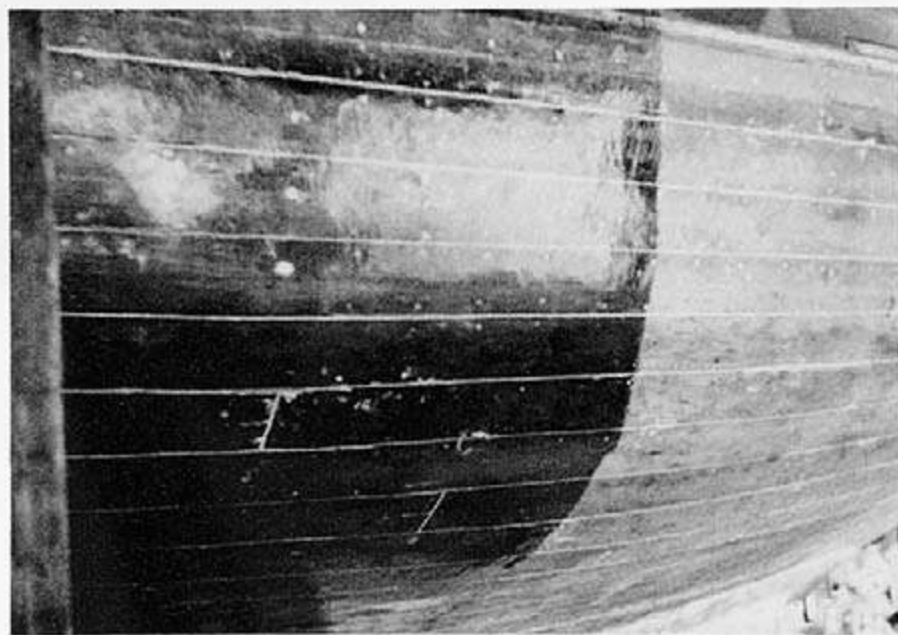
Das Beschichtungsmaterial

Die einzelnen Werkstoffe werden in der Reihenfolge ihres Einsatzes besprochen.

Der Haftvermittler G4

G4 ist eine mit Luftfeuchtigkeit aushärtende Polyurethanlösung mit transparenter, bräunlicher Eigenfarbe. Die Harzlösung zeichnet sich durch ihre sehr gute Haftung auf vielen Werkstoffen sowie durch eine hohe mechanische und chemische Beständigkeit aus. Die annähernd wasserdünne Lösung besitzt ein gutes Eindringvermögen. Als Haftgrund wird G 4 einmal aufgetragen.

Seine beste Haftvermittler-Wirkung entfaltet G 4 eine halbe bis zu vier Stunden nach seinem Auftrag. In dieser Zeitspanne soll der erste Kontakt mit einer Polyesterharz + Härter-Mischung erfolgen.



Haftvermittler G4

Abb. 56

Bei porigen und saugenden Untergründen wie Holz dringt G 4 in das Material ein und verankert sich dort intensiv. Das Eindringen muß allerdings durch ein Öffnen der Oberfläche, also ein gründliches Anrauen unterstützt werden. Die Qualität dieser Vorarbeit verändert das Haftvermögen in weiten Grenzen.

G 4 härtet auch unter schwierigen Bedingungen einwandfrei durch und ergibt eine hochfeste Verbindung zwischen Kunststoffhaut und Holzuntergrund.

Beschichtungs- untergrund	Verbesserung der Haftung durch	Weitere Wartezeit bis zum G4-Auftrag	Weitere Wartezeit bis zur Beschichtung mit
Holz	Aufräumen mit Schleif- papier Körnung 24 oder Zahnhebel Sandstrahlen	keine, da G4 als Haft- vermittler nur einmal aufgetragen wird	GFK 0,5, maximal 4 Stunden G4 nach 2 bis 4 Stunden, sobald der Untergrund klebfrei ist, maximal 12 Stunden
Eisenblech	Aufräumen durch Sandstrahlen oder mit Nadelentrostler (1 mm) Auftragen von Wash-Primer	ohne und mit Wash-Primer keine	GFK 0,5 bis maximal 4 Stunden
Beton	Flammbesen oder Absauern	28 Tage für das Ab- binden des Betons + Trockenzeit für das Wasser zum Aus- waschen der Salze und Säurereste	GFK 0,5, maximal 4 Stunden G4 nach 2 bis 4 Stunden, sobald der Untergrund klebfrei ist, maximal nach 12 Stunden

Zeitliche Beschichtungsfolgen für Arbeiten mit G4

Durch niedrige Temperaturen wird der Härtungsvorgang nicht blockiert, wohl aber verlangsamt. Bei einer Arbeits- und Untergrundtemperatur von beispielsweise + 5 °C härtet das Material noch aus. Höhere Untergrund- und Umgebungstemperaturen beschleunigen die Härtung. Eine hohe Luftfeuchtigkeit begünstigt die Aushärtung des mit Feuchtigkeit vernetzenden Systems ebenfalls.

Auch auf Hölzern mit höherem Feuchtigkeitsgehalt kann G4 daher härten. Enthält der Untergrund jedoch zu viel Wasser, so bilden sich Blasen im G4-Film. Das Holz muß dann nachgetrocknet werden.

Mehrschichtige Aufträge sind bei anderen Anwendungen möglich. Jedoch muß dabei auf die Einhaltung der Abluftzeit geachtet werden, die einerseits notwendig ist, um die Verdunstung des Lösemittels aus dem vorhergehenden Auftrag zu sichern, und zum anderen dafür sorgt, daß der nächste Auftrag sich chemisch mit dem vorausgegangen einwandfrei verbindet.

Wird das Abluft-Intervall überschritten, so muß die G4-Schicht rau an- bzw. abgeschliffen werden.

G4 wird mit der Rolle aufgetragen. Um einen Kontakt mit den Händen zu vermeiden, empfiehlt es sich, bei der Arbeit Schutzhandschuhe zu tragen. Man sollte auch auf eine Schutzbrille nicht verzichten, um Spritzer in die Augen zu verhüten.

Das im G4 enthaltene Lösungsmittel ist brennbar. Bei der Verarbeitung ist daher für intensive Frischluftzufuhr zu sorgen (Fenster und Türen öffnen) und das Rauchen ist zu unterlassen.

Besondere Vorsicht ist beim Spritzen von G4 geboten, da sich hierbei Aerosole bilden, die nicht in die Atemwege gelangen sollen. Aus diesem Grunde werden beim Spritzen in geschlossenen Räumen Frischluftmasken getragen.

Die Vielfalt der Einsatzmöglichkeiten von G4 zeigt folgende Aufstellung:

G4 als

Haftgrundierung auf Holz, Metall, Beton für Beschichtungen aus Polyesterharz und Glasseide

G4 als

Holzbindemittel in Verbindung mit trockenen Sägespänen zum Ausbessern von ausgebrochenen Holzteilen.

G4 als

Klarlack auf Innen- und Außenflächen als hochabriebfester Anstrich. Die leicht gelbliche Eigenfarbe betont dabei besonders die Maserung dunkler Hölzer wirkungsvoll.

Bei einer Grunderneuerung kann G4 nicht mit den üblichen Abbeizern entfernt, es muß vielmehr abgeschliffen werden.

Richtige Lagerung

Die Lagerstabilität des unangebrochenen Gebindes ist unbegrenzt. Das Gebinde soll im Bereich von 5 bis 20 °C gut verschlossen gelagert werden, da G4 mit Luftfeuchtigkeit reagiert. Es kann sonst zu einer vorzeitigen Reaktion kommen. Außerdem steht der Inhalt bei in angebrochenem Zustand gelagertem Gebinde möglicherweise unter leichtem Druck. Beim Öffnen stets das Gesicht abwenden.

Anbrüche neigen über den Feuchteanteil der miteingeschlossenen Luft zur Aushärtung – ggf. in kleineres Gebinde (ohne Luftpolster) umfüllen.

Die Kontaktschicht

Den Erstkontakt zwischen dem Haftvermittler G4 und dem Polyesterharz in einem Zeitraum von rund 3,5 Stunden herzustellen – G4 soll minimal eine halbe, höchstens 4 Stunden vorher aufgetragen sein – ist oft schwierig. Besonders bei großen Booten kann die erste Mattenlage rundum in diesem Zeitraum nicht immer auftapeziert sein. Man schaltet daher eine Kontaktschicht zwischen den Haftvermittler und die erste Glaslage, die einem für die weitere Arbeit nicht so enge zeitliche Fesseln anlegt.

Als Kontaktschicht wird eine Mischung aus Polyester-Laminierharz und zugehörigem Härter verwendet, in der Regel also als

Kontaktharz: VISCOVOSS i 25 B + 3 % MEKP-Härter

bzw. VISCOVOSS T 40 B + 3 % MEKP-Härter

bzw. VISCOVOSS AZUR + 3 % MEKP-Härter

Es können auch die Versiegelungsharze

VISCOVOSS N 35 BT + 3 % MEKP-Härter

bzw. VISCOVOSS T 40 BT + 3 % MEKP-Härter

verwendet werden.



Total-Beschichtung – wer's kann, kann's

Abb. 57

Wenn man weiß, welche Kontraste man bei einer Totalbeschichtung setzen muß, um die dem Kunststoff anhaftende und speziell an Deck störende Uniformität geschickt zu untergliedern, kann man den Pflegeaufwand seines Schiffes drastisch mindern, ohne optische Beeinträchtigung (Foto: Böbswert).

Diese Harz-Härter-Mischung (= katalysiertes Harz) wird innerhalb der vorgeschriebenen Zeitspanne von 3,5 Stunden auf den Haftgrund aufgerollt und gibt dem Verleger notfalls bis zu drei Tagen zur Fortsetzung der Arbeiten Zeit. Er kann jedoch auch auf den harzfeuchten Untergrund gleich die erste Mattenschicht auftapezieren.

Ist die Kontaktschicht älter als drei Tage, so muß sie z. B. mit einer Drahtbürste ange-
raut und danach gründlich von Schleifstaub (z. B. mit einem styrolfeuchten Lappen)
gereinigt werden.

Die tragende Wand aus verstärktem Kunststoff

Verstärkte Kunststoffe bestehen aus einer Verstärkung (Armierung), die in einen Mutterstoff (Marix) eingebettet wird. Als Verstärkungen werden für Bootsbeschichtungen im wesentlichen Glasmatten oder Glasseidengewebe bzw. Rovinggewebe aus E-Glas verwendet. Sie werden auf den Bootsrumph lagenweise aufgeschichtet (lami-
niert) und als Laminat bezeichnet.

Da alle diese Verstärkungsmittel flächige Stoffe sind, können sie auch nur in Längs-
und Querausdehnung des Laminats eine festigkeitsverbessernde Wirkung ausüben.
In der Senkrechten (Schichtungsrichtung) bleibt die Eigenfestigkeit des Harzes prak-
tisch unverändert.

Da man feste Stoffe nicht miteinander verbinden kann, muß die Matrix zum Einbetten der Verstärkung ein zunächst flüssiges Harz sein und erst nach einer festgelegten Spanne, der Topfzeit, die man zum Einbetten der Verstärkungsmittel nutzt, in den festen Zustand übergehen. Als Matrix- oder Laminierharze sind ungesättigte Polyesterharze, gelöst in Styrol für die Bootsbeschichtung üblich.

Einteilung und Eigenschaften der Bootsbauharze

Die in reiner Form festen, sogenannten ungesättigten Polyesterharze (UP-Harze) sind für die Verarbeitung in (nach Leuchtgas riechendem) Styrol, einem ebenfalls ungesättigten und daher reaktionsfähigen Lösungsmittel gelöst und so verflüssigt. Polyesterharze und Styrol verbinden sich beim Festwerden untereinander (sogenannte Mischpolymerisation). Diese Verknüpfung ist nicht nur fadenförmig wie bei den Thermoplasten (z. B. PVC), sondern ist als räumliches Gitterwerk ausgebildet, und damit auch bei höherer Temperatur nicht mehr schmelzbar.

Kleine Harzkunde für die Bootsbeschichtung

Harze können nach sehr verschiedenen Gesichtspunkten unterteilt werden:

Man unterteilt sie

1. nach ihrem Einsatzort innerhalb der GFK-Wandung in:
 - a) **Laminierharze** (Gieß- oder Matrixharze). Sie umschließen die Verstärkungsmittel im tragenden Wandteil. Die der Luft zugekehrte Harzfläche härtet klebrig aus; z. B. VISCOVOSS AZUR, VISCOVOSS i 25 B oder VISCOVOSS T 40 B.
 - b) **Farb-Versiegelungen** als zusätzliche, eingefärbte, reine Harzschicht bei Booten, die auf der wasserbelasteten Seite einen LT-Lack als Deckschicht erhalten. Die der Luft zugekehrte Fläche härtet klebrig aus. Sie sind meistens beschleunigt und thixotropiert; z. B. N 35 BT, T 40 BT.
 - c) **Schlußlacke** (LT-Lack, Topcoat) als Deckschicht auf der Laminat-Rückseite bei beschichteten Booten und für alle nicht in einer Form hergestellten Boote. Die der Luft zugekehrte Fläche härtet klebfrei aus. Dieser Schlußlack wird mit LT (lufttrocknend) vor der Kennzahl bezeichnet, z. B. LT 35 SB, LT 40 SB.
2. nach charakteristischen Harz-Bestandteilen oder dadurch bedingte, spezielle Eigenschaften:
 - a) **Orthophthalsäure-Harze** sind Standardharze, die bis 1973 die Basis aller Bootsbauharze bildeten. Heute werden sie für nicht ständig wasserbelastete Teile wie kleinere Boote eingesetzt, die nicht die ganze Saison über im Wasser liegen, z. B. VISCOVOSS AZUR.
 - b) **Isophthalsäure-Harze** weisen eine gute Wasser- und Chemikalienbeständigkeit auf. Sie sind nach dem heutigen Stand der Technik für Laminierharze bei der Beschichtung mittlerer und größerer Boote unter den Gesichtspunkten Wasserbeständigkeit, Verarbeitbarkeit und Preis als optimal zu betrachten; z. B. i 25 B.

- c) **Terephthalsäure-Harze** besitzen eine sehr gute Lebenserwartung bei Wasser- und leichter Temperaturbeanspruchung. Ihr Einsatz könnte bei im Mittelmeer liegenden Booten gerechtfertigt sein, vor allem dann, wenn sie ständig im Wasser bleiben; z. B. T 40 B, T 40 BT, LT 40 SB.
- d) **Neopentylglycol-Harze** werden zusammen mit Isophthalsäure-Laminierharzen als Versiegelung und Schlußlacke mit verbesserter Wasser- und Temperaturbeständigkeit eingesetzt; z. B. N 35 BT, LT 35 SB.



Dieser »Kriegsfischkutter«, bei Burmester 1942 gebaut, erhielt eine GFK-Haut auf dem Deck aus Oregon Pine. Die Beschichtung hat die in sie gesetzten Erwartungen erfüllt (Foto: Hanseatische Yachtschule Glücksburg).

Schulyacht »Kormoran«

Abb. 58

3. nach der Konfektionierung:

- a) **Beschleunigte Harze** sind vom Hersteller mit Kobaltbeschleuniger ausgerüstet (möglich bei Laminierharzen, Schlußlacken).
Kennzeichnung »B« hinter der Harzbezeichnung, z. B. i 25 B, T 40 B.
VISCOVOSS AZUR ist (auch ohne den Zusatz »B«) stets vorbeschleunigt.
- b) **Unbeschleunigte Harze** werden auf Wunsch angeboten und besitzen eine bessere Lagerstabilität.

4. anhand der **Durchhärtungsgeschwindigkeit:**

- a) **Schwachreaktive Harze** spielen für den Bootsbau keine Rolle.
- b) **Mittelreaktive Harze** haben einen gemäßigten Härungsverlauf. Sie werden gern für den Bau größerer Boote eingesetzt.
- c) **Hochreaktive Harze** haben nach der Topfzeit eine zeitlich kürzere Härungsphase.

5. nach ihrem Fließverhalten:

- a) **Normale Einstellung**, wobei die Harze durch Zugabe von etwas Styrol zusätzlich auf eine optimale Laminierviskosität gebracht werden, z. B. AZUR, i 25 B, T 40 B.
- b) **Thixotrope Einstellung**, solche leicht zähflüssig eingestellten Harze laufen von der Senkrechten nicht ab, sind aber beim Auftragen und Auswalzen fließ- und tränkfreudig.
Kennzeichen »T« hinter der Kennzahl, z. B. N 35 BT, T 40 B

6. nach der **Wärmestandfestigkeit:**

Diese Eigenschaft wird in einem genormten Meßverfahren ermittelt als Martensgrad und in °C gemessen. Unterschieden werden:

- a) **Standardharze** mit einem Martensgrad zwischen 50 und 65 °C. Der Germanische Lloyd schreibt eine Mindest-Wärmeformbeständigkeit der Harze nach Martens von 53 °C für den Bootsbau vor (AZUR: 55 °C nach Martens).
- b) **Harze mit erhöhter Wärmebeständigkeit.** Ihr Martensgrad liegt zwischen 70 und 85 °C. In den meisten Fällen besitzen diese Harze auch eine höhere Chemikalien-Beständigkeit (i 25 B: 80 °C nach Martens).

7. Nach anderen Kriterien wie:

Haupteinsatzgebiete, z. B. Boote, Schwimmbecken

Bruchdehnung, bis 2 % = normal (AZUR)
über 3 % = erhöhte Bruchdehnung (i 25 B: 3,5 %)

Auftragsart, mit Rolle, Pinsel, Spritzpistole

Lichtstabilisation, gegen Vergilbung durch die UV-Strahlen der Sonne, z. B. bei Topcoats; Kennzeichnung »S« hinter der Harzbezeichnung, z. B. LT 35 SB.

Laminierharze

Laminierharze dienen zur Einbettung – als Matrix – für die Verstärkungsmittel. Sie übertragen die äußeren Kräfte in die Verstärkungsfasern von Matten oder Geweben. Dazu ist eine gute Haftung an der Faser notwendig.

Für Laminare, die nicht ständig mit Wasser in Berührung kommen, wie Rumpfe von Trailerbooten, Decks, Einbauteile, kann das Orthophthalsäureharz AZUR eingesetzt werden. Größere Yachten in unseren Breiten sollten mit i 25 B auf Isophthalsäure-Basis oder bei Booten für warme Gewässer mit T 40 B auf Terephthalsäure-Basis ummantelt werden.

Den Laminierharzen werden in der Regel keine Füllstoffe zugesetzt. Sie können jedoch mit Verdickungsmitteln (**Thixotropie-Mitteln**) vom Hersteller versetzt sein wie VISCOVOSS AZUR. In begrenzten Mengen kann der Verarbeiter dem Harz **Styrol** als Benetzungshilfe für die Glasfasern zugeben. Damit erhöht sich jedoch der Volumenschwund (reines Styrol hat 17 % Vol.-Schwund) und die mechanischen Werte, besonders aber die Schlagzähigkeit, können sich verändern. Untersuchungen weisen aus, daß ein Styrolanteil von 40 % im Laminierharz nicht überschritten werden sollte. Durch Zugabe von **Beschleunigern** (Aktivatoren) oder **Verzögerern** (Inhibitoren) werden Topf- und Härtingszeit in Grenzen verändert.

Eine gute Verarbeitungshilfe sind **Farbindikatoren**, wie im Laminierharz VISCOVOSS AZUR. Sie zeigen den Zusatz von Härter an und geben Hinweise auf die Topfzeit. Bei AZUR ändert der Härter die ursprüngliche blaue Farbe des Harzes nach wenigen Minuten in grün, und diese Grünfärbung ist nach einiger Zeit fast ganz verschwunden. Man kann also auf sehr einfache Weise die Härterzugabe und in gewissem Maße die Topfzeit kontrollieren.

Das AZUR-Harz der VOSSCHEMIE ist außerdem durch seine geringe Grundviskosität und seine Thixotropie außerordentlich benetzungsfreudig, ohne aus den Verstärkungen in der Senkrechten abzulaufen.

Laminierharze werden üblicherweise so beschleunigt, daß dem Verarbeiter 30 bis 45 Minuten Topfzeit bei 18 °C zur Verfügung stehen.

Die Harze sollten bei Temperaturen zwischen 16 und 25 °C verarbeitet werden. Sie werden mit der Fellrolle oder einer Zweikomponenten-Spritzmaschine auf die Verstärkungsmittel gebracht und dort verteilt. Alternativ können Harz und Glasfäden mit Hilfe einer Faserspritzmaschine zusammen aufgesprüht werden.

Lichtstabile Harze (z. B. für transparente Lukendeckel) enthalten UV-Absorber gegen frühzeitige Vergilbung (z. B. N 50 S).

Farbversiegelungen zur Verstärkung der LT-Lack-Deckschichten

Die Farb- bzw. Schnellversiegelungen bilden zusammen mit dem LT-Lack die Deckschicht eines Laminates, sofern keine Feinschicht vorliegt. Diese Unterstützung des LT-Lacks ist nur auf der wasserbelasteten Seite des Laminates notwendig. Die zwei Schnellversiegelungen dienen einmal zur Schichtstärken-Vergrößerung (2 x 0,20 mm

Harzbezeichnung	Kennzeichnende Eigenschaften	Andere Eigenschaften	Verarbeitungsverfahren	Hauptverwendungsgebiete	Bemerkungen
Laminierharz VISOVOSS AZUR	beschleunigtes Standardharz	hochreaktiv, thixotrop, mit Farbindikator	Hand- und Faser-Spritzverfahren	kleine offene Boote	Universaltharz mit sehr guten Tränkeigenschaften
Laminierharz i 25 B	verbesserte Wasserbeständigkeit, vorbeschleunigt; Basis: Isophthalsäure	hochreaktiv	Hand- und Faser-Spritzverfahren	mittlere und größere Boote; für Verklebungen	wasserbelastete bei erhöhten Anforderungen (GL-Zeugnis)
Laminierharz T 40 B	stark verbesserte Wasserbeständigkeit, vorbeschleunigt; Basis: Terephthalsäure	hochreaktiv	Hand- und Faser-Spritzverfahren	Ganzjährige Wasserlagerung	wasserbelastete Boote bei stark erhöhten Anforderungen
Schnellversiegelung N 35 BT	verbesserte Wasserbeständigkeit, vorbeschleunigt; Basis: Neopentylglycol	hochreaktiv	(Rolle +) Pinsel oder Spritzpistole	Verstärkung des Topcoats LT 35 SB	gute Beständigkeit
Schnellversiegelung T 40 BT	stark verbesserte Beständigkeit; Basis: Terephthalsäure	vorbeschleunigt auf 20 Minuten Topfzeit	(Rolle +) Pinsel oder Spritzpistole	Verstärkung des Topcoats LT 40 SB	sehr gute Beständigkeit
Schlußlack LT 35 SB	verbesserte Beständigkeit; Basis: Neopentylglycol	vorbeschleunigt, mattglänzend; farblos	(Rolle +) Pinsel	Schlußlack für AZUR- und i 25 B-Lamine	gute Wasser- und Chemikalienbeständigkeit, bis 10 °C verarbeitbar
Schlußlack LT 40 SB	stark verbesserte Wasserbeständigkeit; Basis: Terephthalsäure	vorbeschleunigt; mattglänzend; farblos	(Rolle +) Pinsel	Schlußlack für T 40 B Lamine	sehr gute Wasser- und Chemikalienbeständigkeit

Laminierharze, Versiegelungen und Schlußlacke für die Bootsbeschichtung

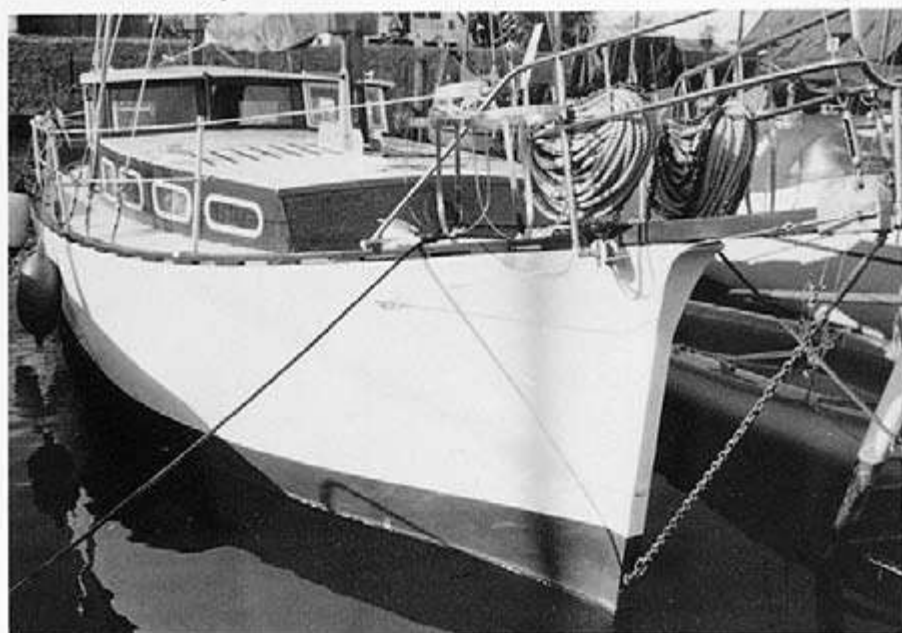
Schnellversiegelungen + 0,20 mm Schlußlack = 0,6 mm Deckschicht) und werden außerdem eingefärbt mit bis zu 10 % Farbpaste. Auf diese Weise wird zusammen mit dem (zur Qualitätserhaltung mit 5 bis 8 % Farbpaste nur schwach) eingefärbten Schlußlack eine deckende Einfärbung erzielt.

Als Versiegelung werden die Fertigprodukte N 35 BT auf Basis Neopentylglykol und T 40 BT auf Basis von Terephthalsäureharz mit 20 Minuten Topfzeit verwendet.

Die Versiegelungen werden mit der Fellrolle aufgetragen und mit einem breiten Feinschichtpinsel verschlichtet. Die Formteilktemperatur sollte 16 bis 25 °C betragen.

Schlußlacke

Der Schlußlack bildet eine klebfreie (voll vernetzte) Laminat-Oberfläche. Er wird deshalb als letzter Anstrich und damit auf die Laminat-Außenseite aufgebracht.



Unterschiedliche Beplankungsarten und Werkstoffe unter einem Überzug

Abb. 59

Dieser in Teak doppelkarweel-beplankte Rettungsboottrumpf der »Impress off Scotland« wurde durch Aufsetzen zweier Längsplanken aus Fichtenholz so aufgestockt, daß eine gesunde Proportion von Aufbauten zum Überwasserschiff entstand. Für einen wirkungsvolleren Lateralplan und den notwendigen Ballast sorgt ein zusätzlicher 30 cm tiefer Kielanhang aus Beton. Heute ist »Old Smoky« ein wohnlicher Motorsegler von 11,50/9,50 x 3,35 x 1,00 m mit ca. 8 t Verdrängung. Die gänzlich überzogenen Decksflächen sind optisch kräftig gegeneinander abgesetzt, die Laufflächen mit eingestreutem Quarz für eine verbesserte Trittfestigkeit versehen.

Die gewünschte klebfreie Fläche kommt jedoch nur unter folgenden Bedingungen zustande:

1. Es muß eine Mindesttopfzeit von 5 Minuten zur Verfügung stehen. Das heißt in der Praxis, daß bei normaler Topfzeit-Einstellung (15 Minuten bei 20 °C) die Untergrund-Temperatur 25 °C nicht überschreiten darf. Zudem verringert eine höhere Temperatur im LT-Lack seine Neigung, das Paraffin an die Oberfläche abzugeben (auszuschwitzen), ggf. die Arbeitsfläche vor direkter Sonneneinwirkung schützen. Den gleichen Effekt wie eine zu kurze Topfzeit kann man auch durch Ausbessern des Lacks (beseitigen von Läufern) kurz vor Topfzeitschluß erzielen. Hier bildet sich kein Wachsfilm mehr, und statt des Läufers hat man dort mit Sicherheit eine klebende Stelle.
2. Die Flüssigphase der LT-Lackschicht darf 20 Minuten nicht überschreiten. Mit anwachsender Topfzeit vergrößert sich auch der Styrolverlust, so daß schließlich nicht mehr genügend Styrol vorhanden ist, um eine voll vernetzte (und damit klebfreie) Oberfläche zu bilden.

Da die LT-Lacke bei 20 °C auf etwa 15 Minuten Topfzeit eingestellt sind, läuft der oben erklärte Mechanismus in der Spanne von 18 bis 25 °C fehlerfrei ab. Zwischen 10 und 18 °C kann man nur LT 35 SB mit Hilfe eines Zusatzbeschleunigers (Diäthylanilin = DAA als Promotor) noch einwandfrei aushärten.

LT-Lack wird mit dem Fellroller aufgetragen und zusätzlich mit einem Feinschichtpinsel quer zur Auftragsrichtung ausgestrichen. Das muß (siehe oben) unmittelbar nach dem Auftragen geschehen. Zeitabstand: 1 Minute.

Die Schlußlacke können für die Außenseite mit 5 bis 8 % oder mit 20 % Farbpaste für die Innenseite eines GFK-Bootes eingefärbt werden. Für den LT-Lack als äußere Deckschicht nimmt man so wenig Farbpaste wie nötig. Die größere Farbpastmenge gibt man in die Schnellversiegelung.

Farbpasten

Polyester-Farbpasten bestehen zu 50 Gewichtsprozenten aus einem geeigneten, anorganischen Pigment, die zweite Hälfte besteht aus Harzen. Grundsätzlich kann eine große Zahl von RAL-Tönen geliefert werden.

Wieviel Farbpaste man den farblosen Harzen beigibt, enthält die folgende Tabelle.

Harzart	Farbpastmenge	Bemerkungen
Beide Farbversiegelungen auf der Bootsaußenseite	5 bis 10 Gew. %	Die im Bootsbau verwendeten Farbpasten sollen mit styrolhaltigen Harzen hergestellt sein.
LT-Lack auf der Bootsaußenseite	5 bis 10 Gew. %	
LT-Lack auf der Bootsinnenseite	20 bis 25 Gew. %	
Laminierharz	evtl. 0 bis 5 Gew. %	

Die Farbpasten sind üblicherweise in styrolhaltigen Laminierharzen angepastet. Diese **styrolhaltigen** Pasten sind jedoch nur etwa ein halbes Jahr lagerfähig. Deshalb gibt es außerdem auch **styrolfreie** Farbpasten in den gleichen Farbtönen. Diese styrolfreie Paste ist zum Einfärben für wasserbelastete Deckschichten **nicht** geeignet.

Farbpastenzusätze

Für Außendeckschichten von Booten werden Schnellversiegelungen und LT-Lacke mit styrolhaltigen Farbpasten empfohlen.

Farbpasten können auf die Topfzeit des Harzes, dem sie beigegeben wurden, einen verkürzenden, verlängernden oder gar keinen Einfluß ausüben. Besonders die Farbpasten hellrot, dunkelbraun, dunkelgrau und schwarz »verzögern«. In diesem Falle muß das Harz mit Kobaltbeschleuniger wieder auf die Soll-Topfzeit (15 Minuten bei 20 °C für den LT-Lack) gebracht werden. Bei den genannten Farbtönen können bis zu 1,5 % Kobaltbeschleuniger (mit 1 % Metallgehalt) notwendig werden. Deshalb: Werden Harze mit Farbpasten versetzt, muß in jedem Fall ein Topfzeit-Test gemacht und eventuell zusätzlich beschleunigt werden.



Die Verwandlung eines Kutters

Abb. 60

Die Tatsache, daß der frischgebackene Eigner bei der Schlepp-Überführung von Büsum nach Uetersen auf dem letzten Teil der Reise nur noch auf den Auftrieb des Holzes allein angewiesen war, ließ den Wunsch nach einer Beschichtung spontan reifen. Die Trockenlegung erfolgte mit 5 Mattlagen im Überwasser- und 7 Mattlagen im Unterwasserbereich. Heute schmücken Intarsien und dem Rokoko entlehnte Verzierungen das Innere der »Biber III«.

Das um 1912 bei E. A. Jensen in Kappeln in Eiche auf Eiche gebaute Schiff von 10,95/9,00m x 3,95 x 1,45 m verdrängt ca. 15 t.

Zeigt der Test eine verkürzte Topfzeit, wird man die Harzmenge je Ansatz entsprechend verringern, so daß man genügend Verarbeitungszeit hat und das Harz-Härter-Gemisch nicht schon im Rührtopf »stirbt«. Der Topfzeit-Test sollte mit 100 g eingefärbtem und mit Beschleuniger und Härter versetztem Harz in einem Pappbecher oder auf der Form selbst durchgeführt werden.

Spachtel- und Füllmassen

Die schnellhärtenden Polyester-Spachtelmassen dienen als Hilfsmittel zum Egalisieren von Unebenheiten, Ausrunden von Hohlkehlen und zur Fixierung von Einbauteilen. Um die kurze Topfzeit von 5 bis 8 Minuten zu erzielen, wird als Beschleuniger Amin und als Härter Benzoylperoxid-Paste verwendet. Die Topfzeit der Spachtelmasse wird durch Ändern der Härtermenge (zwischen 1 und 5 %) variiert. Angesichts der kurzen Topfzeit darf nicht zuviel Masse mit Härter angesetzt werden.

Plaziert man eine hühnereigroße Spachtelmasse-Menge und etwa 2 cm Härterpaste jeweils paarweise auf einem Brett nebeneinander, so wird man diese Menge – nach gründlicher Durchmischung – bequem verarbeiten können. Die Härterpaste kann eingefärbt bezogen werden, so daß man eine optische Mischkontrolle hat.

Bei der Bootsbeschichtung werden in der Regel zwei verschiedene Spachtelmasse-typen eingesetzt:

1. **FERRO-ELASTIC-WEISS (FEW)** Feinspachtelmasse, eine sehr leicht schleifbare Masse mit altweißer Eigenfarbe und guter Wasserbeständigkeit.

Sie wird einmal bei Spachtelarbeiten auf der Holzoberfläche vor dem Beschichten eingesetzt, zum anderen bereitet man damit die äußerste, zunächst noch klebrige, Mattenschicht durch einen dünnen FEW-Film für des Schleifen vor.

Neben der klebfreien Oberfläche erhält man mit der weißen Spachtelmasse einen optischen Tiefenanzeiger für die Mattenstruktur. Hat man nämlich den Spachtelfilm abgeschliffen, so ist auch die Mattenstruktur vollständig eingeebnet.

2. **NAUTOVOSS** ist eine nur für dünne Aufträge (bis ca. 2 mm) und nur auf Glasfaser-kunststoff-Untergrund verwendbare Spachtelmasse mit einer ausgezeichneten Wasserbelastbarkeit. Leider sind damit eine schlechtere Schleifbarkeit und eine langsamere Durchhärtung verbunden.

Die Masse kann auf dem Unterwasserschiff eingesetzt werden. Ihre Farbe ist hell-grau.

Während das spezifische Gewicht von FERRO-ELASTIC-WEISS und NAUTOVOSS ca. $1,8 \text{ kg/dm}^3$ beträgt, wiegt das Produkt **SR 72/2** nur $0,8 \text{ kg/m}^3$.

Diese Füllmasse enthält Epoxidharz als Bindemittel. Das Mischungsverhältnis beträgt 60 Gewichtsteile Komponente A : 40 Gewichtsteile Komponente B. Die Topfzeit liegt bei 60 Minuten.

Die Masse wird z. B. als Füllmittel bei Leichtbauten und als Kernmasse für hoch beanspruchte Sandwichteile wie Ruderblätter aus zwei Halbschalen eingesetzt. Ein entsprechendes Produkt auf Polyesterharz-Basis ist ebenfalls lieferbar.

Härtungssysteme

Die Bootsbauharze werden überwiegend kalt, also ohne jede äußere Wärmezufuhr gehärtet (Kalthärtung). Die Härtung der ungesättigten Polyesterharze wird durch peroxidhaltige **Härter** (Initiatoren oder Katalysatoren) ausgelöst. Die Härter werden bei Raumtemperatur erst durch die Mitwirkung von **Beschleunigern** (Aktivatoren) wirksam, indem sie zerfallen. Dieser Vorgang kann auch durch Temperaturen über 50 °C ausgelöst werden (Heißhärtung).

Da eine größere Beschleunigermenge den Zerfall des Härters beschleunigt, verkürzt sie so die Topfzeit des Harzes. Will man die Topfzeit verlängern, sollte man jedoch eine Beschleunigermenge von 0,2 % und eine Härtermenge von 1 % nicht unterschreiten. Man bedient sich zur Topfzeitverlängerung eines **Inhibitors** (Verzögerers), der bei Zugabemengen von 0,5 bis 1 % bereits die Topfzeit verdoppelt. **Ist nichts anderes vermerkt, beziehen sich die Beschleuniger und Inhibitor-Angaben stets auf 1 %ige, die Härterangaben auf 50 %ige Ware.**

Die nebenstehende Tabelle enthält verschiedene Härtungssysteme. Zur Abgrenzung von amin- und kobaltbeschleunigten Systemen kann angeführt werden:

Beschleuniger	Härter	Einsatzgebiet	Verarbeitungstemperatur	Kennzeichnung
Kobalt (Co)*	Methyläthylketonperoxid (MEKP)	Laminierharz/ Versiegelung LT-Lack	(12 °C oder) 16–25 °C, je nach Harztyp	Standard- Kalthärtungs- System
Dimethylpara- toluidin (DMPT)	Benzoylperoxid (Bp)	Polyester- Spachtelmasse	ab 5 °C	sehr kurze Topfzeit
Diäthylanilin (DAA)		Zusatz- beschleuniger für LT 35 SB	10–18 °C	erweitert den Verarbeitungsbereich von LT 35 SB

Härtesysteme für verschiedene Harze

* Kobaltnaphthenat oder Kobaltoktoat

Aminbeschleunigte Harze sind bei der Härtung temperatur-unempfindlich, ergeben sehr kurze Topfzeiten und springen auch bei niedrigen Temperaturen an, härten jedoch bei 20 °C nicht voll durch. Der Beschleuniger färbt das Harz gelblich. Ihre Wasserbeständigkeit ist oft begrenzt.

Kobaltbeschleunigte Harze ermöglichen lange Topfzeiten, benötigen mindestens Raumtemperatur und härten – besonders bei höheren Temperaturen – so gut nach, daß sie eine gute Wasserbeständigkeit und sogar die Forderungen des Lebensmittelgesetzes nach einem Reststyrolgehalt unter 0,5 % erfüllen können.

Der Reststyrolgehalt ist der Anteil an Styrol, der noch nicht in das Netzwerk des harten Harzes »eingeflochten« ist. Dieser Anteil freien Styrols kann in vielen Fällen als Beurteilungsmaßstab für den Aushärtungsgrad herangezogen werden. Durch eine Temperatur, z. B. Lagerung in warmer Luft, kann der Aushärtungsgrad gesteigert werden.

Verstärkungsmittel für UP-Harze

Zur Verbesserung der Festigkeit von Polyesterharzen sind faserförmige Stoffe mit hoher Festigkeit bei niedrigem spezifischen Gewicht besonders gut geeignet.

Während man bei reinen GFK-Formteilen wie Booten neben der Festigkeit auch eine hohe Steifigkeit (hoher E-Modul) anstrebt, haben sich für Beschichtungen auf nur bedingt starren Formteilen Verstärkungsmittel mit vergleichsweise nicht so großer Steifigkeit sehr gut bewährt. Hochsteife Beschichtungen sind lediglich bei Beschichtungen mit aufpolsterndem Charakter einzusetzen.

Bezieht man zusätzlich die Preisstellung entsprechender Fasern in die Auswahlkriterien mit ein, so bleiben für Beschichtungen Glasfaserstoffe als einzige übrig.

E-Glas als Verstärkungsmittel

Früher nur in der Elektroindustrie verwendet, besteht E-Glas zur Hälfte aus Siliziumoxid; ein weiteres Drittel bilden die Aluminium- und Calciumoxide. Der Gehalt an vom Wasser angreifbaren Alkalioxiden liegt unter einem Prozent; man bezeichnet es daher als alkalifreies **Elektro-Glas** (E-Glas).

Aus einer flüssigen Schmelze werden über Düsen 204 Filamente mit einem Durchmesser von 9/1000 bis 13/1000 mm abgezogen und zu einem Spinnfaden zusammengefaßt. Die Feinheit dieses Fadens wird in Gramm je 1000 m Fadenlänge (tex) gemessen. So wiegen 204 Filamente mit 10/1000 mm Durchmesser 40 g/1000 m, also 40 tex. Man nennt einen solchen Faden **nicht spinngeteilt**. Besteht der Spinnfaden nur aus 102 Filamenten, nennt man ihn **spinngeteilt** (20 tex), oder **doppelt spinngeteilt**, wenn nur 51 Filamente einen Faden bilden (10 tex). Wird die flüssige Glassubstanz durch die Düsen geblasen, spricht man von Stapelfasern.

Um die Filamente zu einem Faden zu verkleben und den Faden weiter verarbeiten zu können, werden die Filamente mit einer **Schlichte** besprüht. Diese Schlichte enthält zusätzlich Bestandteile auf Chrom- oder Silanbasis, die die eigentliche Haftbrücke zwischen Glas und Harz bilden. Das **Haftmittel** muß auf den Harztyp abgestimmt sein.

Silanbehandeltes Glas ist schmiegsamer, chrombehandelte Qualitäten lassen sich besser schneiden (z. B. Faserspritz-Roving). Während die Bedeutung der Haftbrücken-Substanz seit langen Jahren bekannt und untersucht ist, hat man seit kurzer Zeit das Augenmerk auch auf die filmbildende Schlichte-Substanz selbst gerichtet. Die Schlichte besteht aus der haftvermittelnden Substanz und dem Filmbildner. So wird behauptet, daß polyvinylacetathaltige **Filmbildner** bei wasserbelasteten Laminaten über osmotische Vorgänge eher zum Versagen führen als epoxid- oder polyesterharz-enthaltende Filmbildner. Leichte Glasgewebe werden zum Teil entschlichtet und mit einem Finish auf der Glasoberfläche versehen.

Für wasserbelastete Laminata werden folgerichtig nur noch Glassorten empfohlen, die Epoxide oder nur geringe Anteile von Polyvinylacetat als Filmbildner und Vinylsilane als Haftmittel besitzen (z. B. die Glasmatte 300 g/m², Typ EPS). Desgleichen sind Art und Menge des Bindemittels z. B. bei Glasmatte von Einfluß auf die Wasserfestigkeit eines damit gefertigten Laminats (siehe auch Kapitel Glasmatte).

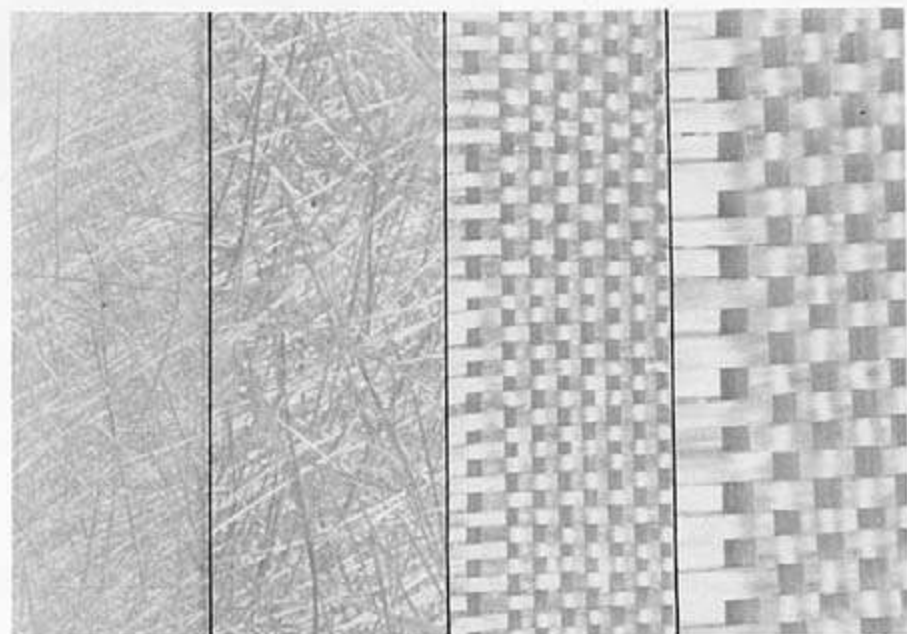
Alle Glas-Erzeugnisse sind vor Feuchtigkeit geschützt in geschlossenen Räumen zu lagern. Um die Schwitzwasseranlagerung zu vermeiden, ist die Glasverstärkung 24 Stunden vor Laminierbeginn in den Werkstattraum zu bringen, damit sie die Raumtemperatur annehmen kann.

Als Verstärkungsmittel wird E-Glas in verschiedenen Produktformen angeboten, von denen nachstehend einige vorgestellt werden.

Glasmatten

Glasmatten sind flächenhafte Verstärkungsmittel, die aus lauter einzelnen, richtungsmäßig völlig willkürlich angeordneten Fadenabschnitten bestehen. Bei ihrer Entstehung werden 52 bzw. 26 mm lange Fadenabschnitte auf ein Transportband gesaugt.

Die Einzelfäden werden chemisch durch eine wässrige Emulsion oder einen Pulverbinder zu einem flächigen Gebilde, der emulsionsgebundenen bzw. pulvergebundenen Matte, zusammengeklebt (chemische Bindung).



Verstärkungsmittel aus E-Glas

Abb. 61

Das Bild zeigt den Aufbau verschiedener Glasverstärkungen. Von links nach rechts: Doppeltspinngeteilte 300 g/m^2 -Matte Typ EPS, nichtspinngeteilte 450 g/m^2 -Matte, 400 g/m^2 -Rovinggewebe aus 30fädigem Strang, 900 g/m^2 -Rovinggewebe aus 60fädigem Strang.

Im Bootsbau werden die Harze nur mit pulvergebundenen Matten verstärkt. Emulsionsgebundene Matten können mit die Ursache für Blasen in der Feinschicht sein.

Entsprechend der Fadenherstellung verwendet man Matten aus Fäden mit

204 Filamenten (40 tex): nicht spinngeteilt

102 Filamenten (20 tex): spinngeteilt

51 Filamenten (10 tex): doppelt spinngeteilt.

Nicht spinngeteilte Matten sind am leichtesten mit Harz tränkbar. Spinngeteilte und doppelt spinngeteilte Matten ergeben eine ruhigere Fertigteil-Oberfläche. Sie sind jedoch teilweise schwieriger mit Harz zu tränken. Die Matten unterscheiden sich ferner in den Quadratmetergewichten. Folgende Qualitäten werden bei Bootsbeschichtungen eingesetzt:

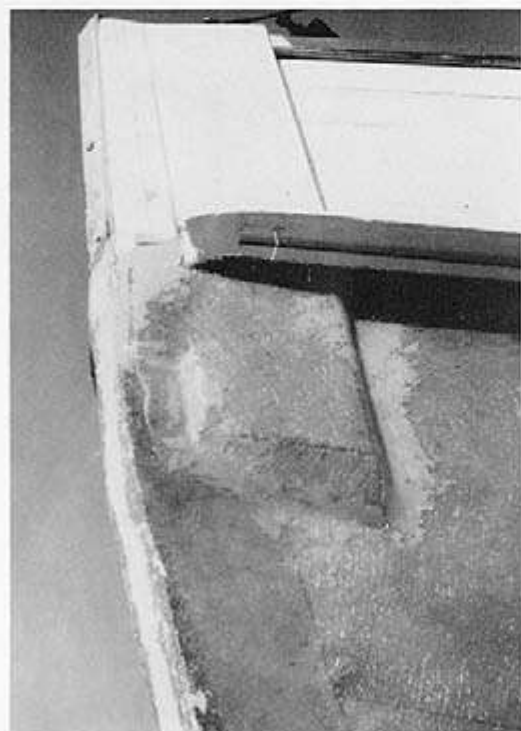
300 g/m² – Matte Typ EPS für die letzten beiden Lagen, also unter der Deckschicht,

450 g/m² – Standardmatte, in mehreren Lagen direkt auf der Holzfläche.

Folgende Breiten sind bei der Beschichtung üblich:

1,05 m, 1,15 m, 1,27 m (Standardmaß), 1,30 m

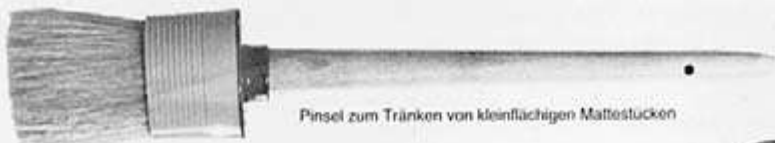
Die Matten werden in Rollen auf einem Pappkern mit Gewichten bis zu 80 kg geliefert.



Glasmatten sind anpassungsfähig

Im Gegensatz zu Geweben sind Glasmatten mit ihren 5,2 cm langen Fäden nach Auflösung des Binders im Harzbett frei verschiebbar. Man kann sie dann faltenfrei über stark verwinkelte Flächenteile tapezieren und auch einem sphärisch gekrümmten Untergrund anpassen. Diese Verformbarkeit der Matte bringt auf einem stufenförmigen Unterbau wie z. B. einem geklinkerten Rumpf verständlicherweise eine erhebliche Arbeitserleichterung.

Abb. 62



Pinzel zum Tränken von kleinflächigen Mattestücken



Flexibler Metallroller zum Entlüften des Laminates in positiven und negativen Rundungen



Fellroller, bei großen Booten mit langem Verlängerungsstiel und mit echtem Lammfell als Bespannung



Rollenroller zum Entlüften ebener Laminato



Feinschichtpinzel



Dosierhilfe für MEKP-Härter



Faßrührer mit Klappflügeln zum Aufmischen von Harz im Faß



Die wichtigsten Werkzeuge für die Bootsbeschichtung

Für die Kunststoff-Verarbeitung sind nur wenige Preiswerte Werkzeuge notwendig. Abb. 63

Glasgewebe

Gewebe bestehen aus rechtwinklig miteinander verwebten Kett- und Schußfäden. Besitzt das Gewebe z. B. 4 Fäden je cm Breite in Kett- und ebenso viele Fäden je cm in Schußrichtung, spricht man von einem symmetrischen Gewebe.

Bei ungleichen Fadenzahlen in den beiden Richtungen nennt man ein Gewebe unsymmetrisch. Solche Gewebe werden im Bootsbau seltener eingesetzt. Als Webart ist die Leinwandbindung am bekanntesten. Dabei verläuft der Schußfaden (er liegt quer zur Rollenrichtung) abwechselnd über und unter dem nächsten Kettfaden.

Gebräuchlich ist auch die Körperbindung, bei der der Schußfaden z. B. über zwei Kettfäden hinwegläuft, dann unter einem Kettfaden durch und wieder über zwei Kettfäden hinweg, usw. (sog. Kreuzkörper). Je weniger Kreuzungspunkte ein Gewebe aufweist, desto schmiegsamer ist es.

Glasgewebe werden in Rollen auf Papprollen mit bis zu 80 kg Gewicht und meistens 1 m Breite gehandelt. Es sind auch wenige Zentimeter breite Bänder für örtliche Verstärkungen lieferbar.

Für den Bootsbau sind Rovinggewebe von 400 g/m² bis zu 900 g/m² üblich.

Werkzeuge und Reinigungsmittel für die Beschichtung

Für eine Beschichtung sind neben der bereits beschriebenen Ausrüstung (siehe Kapitel »Ausrüstung«) nur wenige Werkzeuge notwendig:

Fellroller dienen als Harztransportmittel vom Harzgefäß zur Glasmatte auf der Bootshaut. Bei kleineren Booten werden Fellroller mit Kunststofffell von ca. 20 cm Breite mit kurzem Stiel benutzt.

Bei großen Booten werden ca. 30 cm breite Fellroller mit echtem Lammfell eingesetzt. Ihr Harzaufnahmevermögen ist erheblich größer, so daß die angerührte Harzmenge schneller auf die Glasmatten transportiert werden kann.

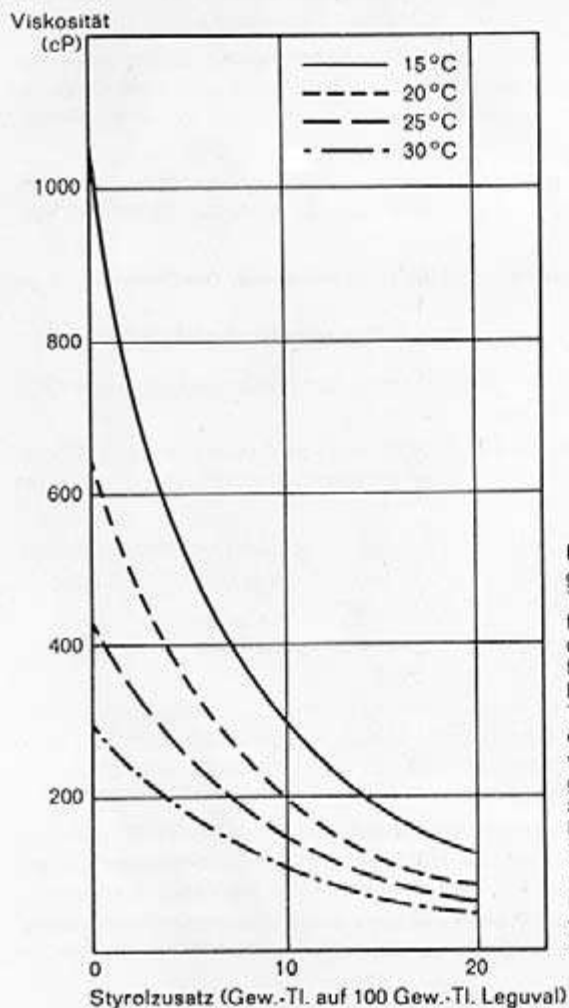
Die Fellrollen werden mit einem Verlängerungsstiel ausgerüstet, so daß man ohne Stellage auch noch in gut 2 m Höhe arbeiten kann.

Plastic-Schüsseln mit ca. 50 cm Durchmesser aus dem Haushaltsbereich erleichtern das Befeuchten – vor allem der breiten Fellrollen. Ausgehärtete Harzreste kann man aus diesen Schüsseln einfach heraus schlagen. Dann ist die Schüssel ohne weiteren Reinigungsvorgang wieder einsetzbar.

Die **Scheibenrolle** ist ein Werkzeug zum Entlüften des Laminats. Beim Tränken der Glasverstärkungen mit Harz werden unvermeidlich Luftblasen mit eingeschlossen, die sorgfältig entfernt werden müssen. Der Scheibenroller preßt das Glasgewebe oder die Glasmatte zusammen, dabei fließt das Harz an den Faserbüscheln entlang. Die Luftbläschen geraten in Bewegung, und ihr natürlicher Auftrieb läßt sie aufsteigen und platzen.

Der **Feinschichtpinsel** ist mit seiner Breite von 10 cm ein ideales Werkzeug, um die Farbversiegelungen und den Schlußlack kurz nach dem Auftragen (mit der Fellrolle) zu verschlichten, also zu glätten.

Thermometer oder **Thermostreifen** zur Überwachung von Raum- und Oberflächentemperatur sind unerläßliche Kontrollmittel. Eine zu niedrige Temperatur be- oder verhindert die Härtung und erschwert die Verarbeitung wesentlich, wie die untere Abbildung deutlich macht.



Die Graphik verdeutlicht das Ansteigen der Harzviskosität mit fallender Temperatur. 5 Grad Temperaturabfall führen bei N 50 fast zu einer Verdoppelung der Zähflüssigkeit. Da fließwilliges Harz die Glasfaser auch leichter benetzt, ist die Werkstatt-Temperatur für die Arbeitsgeschwindigkeit und die Laminat-Qualität wichtig. Das Temperaturverhalten gilt natürlich auch für die Deck-schichtharze. Außerdem zeigt das Bild den Einfluß von Styrol auf die Harzviskosität.

Harze und Verstärkungsmittel sind 12 Stunden lang vor Arbeitsbeginn in der temperierten Werkstatt zu lagern, damit sie sich akklimatisieren.

Viskosität von N 50 in Abhängigkeit von Styrolzusatz und Temperatur

Abb. 64

Das **Härterdosiergerät** besteht aus einer durchsichtigen Flasche mit aufgesetztem Meßzylinder. Drückt man auf die Flasche, steigt Härter durch einen Überlauf in den mit einer Kubikzentimeter-Einteilung versehenen Meßzylinder. Das Gerät schützt außerdem vor Härter-Spritzern.

Zur **Reinigung** von Werkzeugen werden drei Eimer zum Vorspülen, Nachspülen und Klarspülen verwendet. Erst dann werden die Werkzeuge in einem Behälter zur Aufbewahrung gestellt. Als Reinigungsmittel sind möglich:

Aceton: Es ist nicht giftig, aber feuergefährlich, so daß es aus Sicherheitsgründen in geschlossenen Räumen (Werkstatt) nicht verwendet werden sollte. Es ist leichter als Wasser (spez. Gewicht 0,98 kg/l) und besitzt sehr gutes Lösevermögen. Es wird auch zum Reinigen der Hände benutzt, wenn keine Handwaschlösung vorhanden ist.

Methylenchlorid: Es ist unbrennbar und wird daher von gewerblichen Verarbeitern und Selbstbauern bevorzugt für die Reinigung der Werkzeuge verwendet. Da es schwerer als Wasser ist (spez. Gewicht 1,4 kg/l), kann Wasser als flüssiger Deckel gegen Verdunsten aufgegossen werden. Seine Dämpfe sind jedoch schwach giftig und es brennt auf der Haut.

Trichloräthan: Dieses Lösungsmittel ist ebenfalls unbrennbar. Die Dämpfe und der Hautkontakt sind relativ ungefährlich. Dieses Mittel ist gewerblichen Verarbeitern, die ständig mit Reinigungsmitteln in Kontakt kommen, zu empfehlen.

Zur **Reinigung der Hände** werden Handwaschlösungen empfohlen (Stockhausen, Krefeld). Anschließend mit warmem Wasser und Seife gründlich nachwaschen.

Wasser als Spülmittel ist auf jeden Fall mit bereitzustellen für den Fall, daß Harz- oder gar Härterspritzer in die Augen geraten sind. Besser ist ein Wasserhahn in der Nähe. Am besten ist eine Augenwaschflasche mit einer Lösung aus 10 %iger Ascorbinsäure in Wasser oder mit 2 %iger, wäßrigen Natriumbicarbonat-Lösung.

Ein **Feuchtmesser** (Hygrometer), für die Laminierarbeiten in der Werkstatt aufgehängt, sollte unter 65 % (kurzzeitig 75 %) relativer Feuchte anzeigen, wenn das Harz mit dem Verstärkungsmitteln einen optimalen Verbund eingehen sollen.

Ein **Wecker**, der 10 Minuten vor Topfzeitende »Laut gibt«, zeigt stets an, wieviel Zeit man noch zur Verarbeitung des laufenden Ansatzes hat.

Waage oder **Meßbecher** (unempfindlicher) sind weit besser als jedes Augenmaß, wenn es um die Harzmenge für ein Teilstück geht.

Handschuhe sollte jeder Laminierer tragen, zumindest aber die Hände eincremen.

Desgleichen eine **Schutzbrille**, zumindest, wenn der Härter mit Mischflügel und drehzahlsteuerbarer Bohrmaschine unter das Harz gemischt wird. Langsames Rühren vermeidet das Einschlagen von Luft (wichtig bei Deckschichtharzen).

Damit man nicht festklebt, werden der Werkstattboden im Laminierbereich, die Fläche unter den Harzgebänden, die Waage usw. mit Pappe abgedeckt und die hin und wieder erneuert wird.

Ein **Feuerlöscher** mit CO₂ oder Halon sollte in jedem Fall bereitgehalten werden, speziell, wenn mit Aceton als Lösungsmittel für die Werkzeuge gearbeitet wird. Aber auch das flüssige Polyesterharz ist brennbar.

Was bestimmt die Eigenschaften von GFK-Beschichtungen?

Die Eigenschaften der Glasfaserkunststoff-Beschichtung werden festgelegt durch:

1. Das gewählte Harzsystem, das für die chemische, thermische und mechanische Festigkeit maßgebend ist;
2. Die Auswahl der Glasverstärkungen nach Art (Matten, Gewebe), Menge und Fadenrichtung (bei Geweben);
3. Den Verarbeiter, der mit Sorgfalt und bei geeigneter Temperatur die Teilstoffe auf der Außenhaut vereinigt und anhärtet läßt und schließlich einer Nachhärtung (Temperung) unterwirft.

Nur bei Beachtung aller drei Punkte wird eine einwandfreie Beschichtung entstehen. Während Harze und Verstärkungen durch umfangreiche Kontrollen in ihrem Einfluß auf den Erfolg bekannt sind, bleibt die Handhabung dieser Stoffe durch den Verleger für eine Beschichtung die Entstehungskomponente mit dem größten Einfluß.



**Prüfplatte zum Vergleich verschiedener Harze
bei Wasserbelastung**

Abb. 65

Bei einer künstlichen Alterung durch 60 °C warmes, destilliertes Wasser, können verschiedene Harzsysteme auf ihre Eignung für Boote miteinander verglichen werden.

Einfluß der Harze

Bis zum Jahre 1973 entstanden alle Boote mit Feinschichten, Laminierharzen und Schlußlacken auf Orthophthalsäure-Basis (klassisches Harzsystem). In den Jahren 1972 und 1973 fand man heraus, daß sich mit Isophthalsäure- und Neopentylglykolharzen weit höhere Wasserbeständigkeiten erreichen lassen. Dieser Tatsache wurde im Hinblick auf die inzwischen zu traurigem Ruhm gelangte Blasen-Krankheit zu Recht große Beachtung geschenkt.

Es sei an dieser Stelle noch eingefügt, daß Boote aus klassischen Harzen nicht notwendig frühzeitig versagen müssen. Der Bootsbau hatte sich ja 20 Jahre lang mit so großem Erfolg der klassischen Harze bedient, daß der Kunststoff die herkömmlichen Baustoffe weit überflügeln konnte.

Daß sich Versagensfälle häufen, steht sicherlich zu einem Teil mit der erhöhten Verschmutzung der Gewässer im Zusammenhang. Zum zweiten kann das Auftauchen dieser Fehler sehr wohl durch Verarbeitungsmängel unterstützt werden. So wird niemand bestreiten, daß die Schäden, die nach nur vier Monaten Wasserlagerung in der Elbe auftreten, nicht allein den Werkstoffen anzulasten sind.

Harzabhängige Chemikalien-Beständigkeit von Laminaten

Um sich über die chemische Eignung von Harzen für den Bootsbau Aufschluß zu verschaffen, unterzieht man Musterplatten einer künstlichen Alterung. Dazu lagert man Prüfplatten aus Feinschicht, zwei Lagen pulvergebundener 450 g/m^2 -Matte mit Laminierharz und einem Schlußlack auf der zweiten Seite in einem 60°C warmen Bad mit destilliertem Wasser. Der Schlußlack besitzt eine ähnliche Harzbasis wie die Feinschicht.

Ein Orthophthalsäure-Laminat aus Feinschicht, zwei Lagen 450 g/m^2 -Matte + Laminierharz und Schlußlack erreicht eine Prüfzeit von etwa 170 Stunden bis zur ersten Blasenbildung an der Oberfläche.

Ersetzt man jetzt die Deckschichten durch die Isophthal- oder Neopentylglycolsäureharze oder aber (unter Beibehaltung der Standardharz-Deckschichten) nur das Laminierharz durch das Isophthalsäure-Harz I 25 B, so steigt die Prüfzeit in beiden Fällen auf mindestens 360 bzw. 455 Stunden an. Durch eine dieser beiden Maßnahmen verdoppelt man die Prüfzeit bereits. Man erkennt aus diesem Versuch deutlich auch den Einfluß des Laminierharzes der ersten Glasschicht hinter der Deckschicht auf die Lebenserwartung des Laminates.

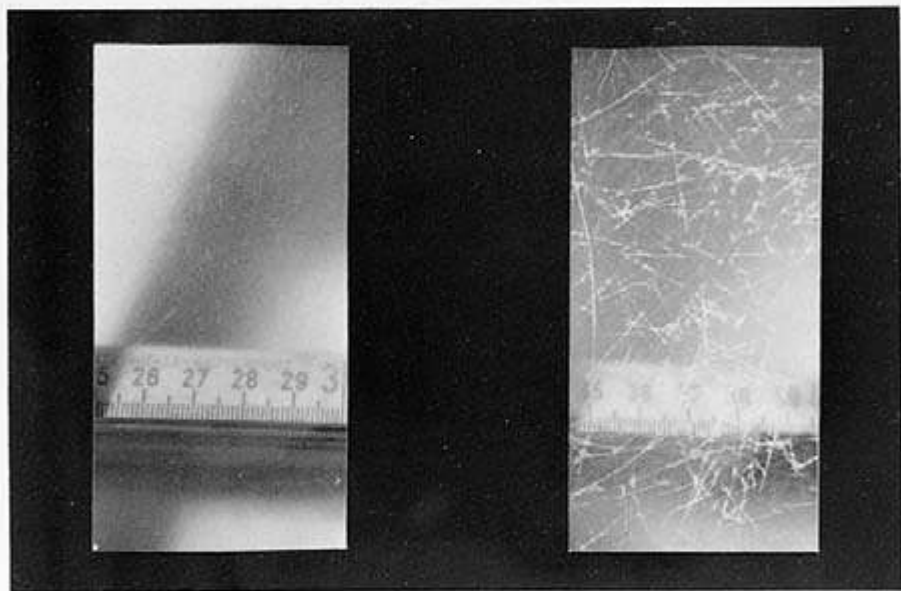
Ein Laminat nur aus Isophthalsäure-Harzen erbringt dann mit mindestens 840 Stunden noch einmal eine reichhaltige Verdoppelung. Ein Isophthalsäure-System erreicht damit etwa die fünffache Prüfzeit des klassischen Orthophthalsäure-Systems. Ein Prüflaminat aus Terephthalsäureharzen erbringt eine Prüfzeit von bis zu 1500 Stunden und erscheint daher für extreme chemische Belastungen wie sie in warmen Gewässern herrschen (Mittelmeer) empfehlenswert.

Die Folgerung, die sich aus diesen Prüfergebnissen für die Wandung eines Bootes ergibt, sind in dem Kapitel »Wandungssysteme für Boote« ausgewertet.

Glasbedingte Chemikalienbeständigkeit von Laminaten

Ebenso wie die Harze haben auch die Verstärkungsmittel Einfluß auf die Chemikalienbeständigkeit und damit auch auf die Wasserbeständigkeit des Laminats. Insbesondere die chemischen Binder und deren Menge bei Glasmatten sind auf die Lebenserwartung unter Chemikalienbelastung von Bedeutung. Zunächst einmal sollte den Matten mit Pulverbindung für die einzelnen Fadenabschnitte vor den emulsionsgebundenen Matten der Vorzug gegeben werden.

Außerdem gibt es Unterschiede in der Fadenausrüstung. Sie besteht aus einer für die Herstellung notwendigen Schlichte (Filmbildner), die mit einem Haftvermittler für den besseren Kontakt zum Harz angereichert ist. Filmbildner auf Epoxidbasis ergeben eine bessere Standfestigkeit als solche auf Basis von Polyvinylacetat. Zumindest in den beiden äußeren Glaslagen sollte man deswegen eine doppelt spinngeteilte, also dünnfädige Matte mit Epoxidschlichte und Silan als Haftmittel einsetzen wie die 300 g/m²-Matte EPS.



Tränkbilder verschiedener Verstärkungsmittel mit Isophthalsäure-Harz

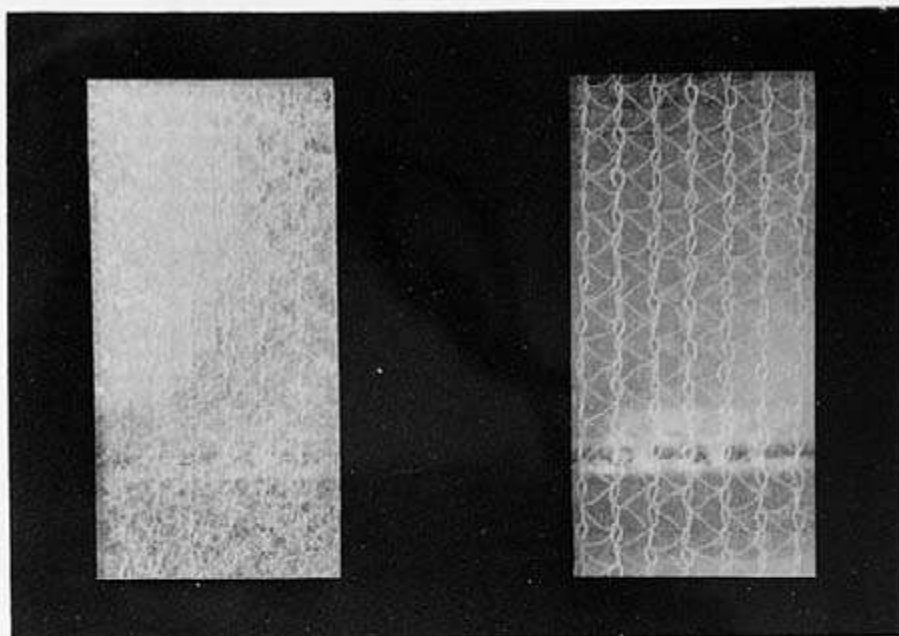
Abb. 66

Tränkbilder gelten nach heutiger Auffassung als Qualitätsmerkmal. Für Boote geeignete Verstärkungsmittel müssen sich danach so gut in das Harz einbetten, daß sich ihre Faden-Grenzflächen im Laminat möglichst wenig abzeichnen.

Links: Geeignete pulvergebundene Matte (Typ EPS);

rechts: Nicht geeignete, emulsionsgebundene Matte. Ein ähnliches Bild ergibt sich auch bei mit einem ungeeigneten Pulverbinder ausgerüsteten Matte.

Bei den meisten GFK-Booten, die Blasen haben, findet man unter der Feinschicht ein deutlich sichtbares Fadenbild.



Für den Bootsbau geeignete Verstärkungsmittel aus Glas

Abb. 67

Ob eine Glasverstärkung für den Bootsbau geeignet ist, offenbart ein Tränkversuch mit einem Isophthalsäureharz (links). Das Tränken mit einem Standardharz (Orthophthalsäure-Basis) gibt keinen Aufschluß (rechts), wie dieser Versuch – durchgeführt an einer Matte-Gewebekombination – zeigt. Der Webfaden aus Diolen bleibt in beiden Fällen sichtbar. Die Prüfung, ob die Glasmatte für eine Wasserbelastung geeignet ist, kann also mit einfachen Mitteln durchgeführt werden.

Das oben nebenstehende Foto zeigt deutlich, daß das Harz sich an die mit Emulsionsbinder benetzten Glasfäden nicht vollständig anlagern kann. Die Glasfäden bleiben durch die unterschiedliche Lichtbrechung verstärkt sichtbar.

Bei der 300 g/m²-Matte Typ EPS zeichnet sich die Faser nicht ab. Sie ist gut im i 25 B Matrixharz verankert. Diesen Versuch kann man selbst zur Kontrolle der Mattenqualität durchführen. Bei einem Standardharz mit Orthophthalsäure-Basis wird dieser Unterschied optisch jedoch nicht offenbar. Er ist erst mit Hilfe des Isophthalsäure-Harzes darstellbar.

Welche Bedeutung die Oberflächenausüstung der Glasfaserverstärkung hat, ist erst anhand der Blasenkrankheit (Osmose) in der Feinschicht offenbar geworden. Durch die Wahl eines geeigneten Verstärkungsmittels kann man hier also gezielt vorbeugen, zumal die Überprüfung mit einfachen Mitteln möglich ist.

Besondere Bedeutung kommt verständlicherweise den (äußeren) Lagen unter der Deckschicht zu. Hier darf man in Bezug auf die Qualität keinen Kompromiß eingehen.

Harz-Eigenschaft	Mindestwert nach GL	VISCOVOSS AZUR	VISCOVOSS i25 B	VISCOVOSS T 40 B
1 Zugfestigkeit (Bruch) des reinen Harzes DIN 53455	40 N/mm ² (400 Kp/cm ²)	58 N/mm ² (580 Kp/cm ²)	85 N/mm ² (850 Kp/cm ²)	50 N/mm ² (500 Kp/cm ²)
2 wie 1, jedoch mit 30 Gew.-% Glasmatte, DIN 53455	85 N/mm ² (850 Kp/cm ²)	87 N/mm ² (870 Kp/cm ²)	120 N/mm ² (1 200 Kp/cm ²)	90 N/mm ² (900 Kp/cm ²)
3 E-Modul (Zug) des reinen Harzes DIN 53457	3 500 N/mm ² (35 000 Kp/cm ²)	3 500 N/mm ² (35 000 Kp/cm ²)	3 500 N/mm ² (35 000 Kp/cm ²)	4 000 N/mm ² (40 000 Kp/cm ²)
4 E-Modul (Zug) wie 3, jedoch mit 30 Gew.-% Glasmatten	6 350 N/mm ² (63 500 Kp/cm ²)	7 000 N/mm ² (70 000 Kp/cm ²)	8 000 N/mm ² (80 000 Kp/cm ²)	9 000 N/mm ² (90 000 Kp/cm ²)
5 Biegefestigkeit des reinen Harzes DIN 53452	80 N/mm ² (800 Kp/cm ²)	108 N/mm ² (1 080 Kp/cm ²)	140 N/mm ² (1 400 Kp/cm ²)	90 N/mm ² (900 Kp/cm ²)
6 wie 5, jedoch mit 30 Gew.-% Glasmatten, DIN 53452	152 N/mm ² (1 520 Kp/cm ²)	158 N/mm ² (1 580 Kp/cm ²)	230 N/mm ² (2 300 Kp/cm ²)	160 N/mm ² (1 600 Kp/cm ²)
7 E-Modul (Biegung) des reinen Harzes DIN 53457	3 500 N/mm ² (35 000 Kp/cm ²)	3 500 N/mm ² (35 000 Kp/cm ²)	3 500 N/mm ² (35 000 Kp/cm ²)	4 000 N/mm ² (40 000 Kp/cm ²)
8 Druckfestigkeit (Bruch) des Harzes mit 30 Gew.-% Glasmatten DIN 53454	117 N/mm ² (1 170 Kp/cm ²)	140 N/mm ² (1 400 Kp/cm ²)	250 N/mm ² (2 500 Kp/cm ²)	180 N/mm ² (1 800 Kp/cm ²)
9 Interlaminäre Scherfestigkeit	17,25 N/mm ² (172,50 Kp/cm ²)	–	–	–
10 Bruchdehnung des reinen Harzes (Zug) DIN 53455	2 %	2 %	3,5 %	2,3 %
11 Wärmeformbeständigkeit des reinen Harzes DIN 53458	53 °C	55 °C	80 °C	115 °C
12 Wasseraufnahme DIN 53495 nach 7 Tagen	60 mg	–	–	–

Vergleich von Harz- und Laminat-Festigkeiten verschiedener Harze mit den Richtlinien des Germanischen Lloyd von 1972 und 1982

Mechanische Eigenschaften der Harze und Lamine

Obwohl die Festigkeit der Verstärkungsmittel etwa 20mal so groß ist wie die Festigkeit des reinen Harzes, kann die Harzfestigkeit im Verbund und die Fähigkeit des Harzes, die Kräfte in die Verstärkungsfasern einzuleiten, nicht vernachlässigt werden. So ergeben sich bei Festigkeitsmessungen nach den DIN-Normen für z. B. AZUR-Harz in reiner und in verstärkter Form gegenüber i 25 B mit und ohne entsprechende Verstärkungen zum Teil wesentliche Unterschiede (siehe Tabelle).

Verwendet man i 25 B als Laminierharz, so verschafft man sich zusätzlich über die verbesserte Chemikalienbeständigkeit hinaus mechanische Sicherheiten, die für Jachten auf großer Fahrt sehr willkommen sind (siehe Tabelle).

Einfluß der Temperung

Eine Temperung (Nachhärtung bei erhöhter Temperatur) hat das Ziel, den Anteil noch ungebundenen Styrols in das Netzwerk des polymerisierten Harzes mit einzubauen, um im Laminat eine optimale Chemikalien-Beständigkeit und verbesserte mechanische Eigenschaften zu erreichen. Nur vollständig ausgehärtete Harze besitzen auch die vom Hersteller genannten Eigenschaften, zu denen die Wasser- und die Chemikalien-Beständigkeit ebenso gehören wie die verschiedenen Festigkeiten. Die Temperung ist deshalb ein wichtiges Qualitätsmerkmal.

Die Temperung selbst ist durchaus auch ohne großen Aufwand zu bewerkstelligen. Sie soll möglichst unmittelbar im Anschluß an den letzten Arbeitsgang, also den Auftrag der beiden Versiegelungen und des LT-Lacks durchgeführt werden.

Je später man tempert, desto geringer ist die Wirkung dieser Maßnahme. Dennoch ist auch noch nach vier Wochen Wartezeit ein deutlicher, positiver Einfluß auf die Laminat-Eigenschaften nachweisbar.

Wie lange und bei welcher Temperatur nachhärten?

Aus physikalischer Sicht ist festzustellen, daß die Zug- und Biegefestigkeit etwa zwischen 0 und 3 % Reststyrolgehalt die größten Werte aufweisen, das Maximum liegt bei 2 %. Die Chemikalienbeständigkeit ist dagegen beim Reststyrolgehalt 0 % am besten.

Da zur chemischen Beständigkeit auch die gegenüber (verschmutztem) Wasser zu zählen ist, wird man also einen möglichst niedrigen Reststyrolgehalt anstreben. Dabei ist auf einige Dinge zu achten:

1. Die Fertigungstemperatur hat Einfluß auf den kleinsten, auch bei intensiver Temperung je erreichbaren Reststyrolgehalt. Zu kühle Temperaturen bei der Fertigung können nie wieder ganz „wettgemacht“ werden. Die Mindesttemperatur bei der Beschichtung sollte daher 16 °C betragen.
2. Je eher man nach der Formteilherstellung tempert, desto williger härtet das Laminat nach. Temperaturen und Nachhärtezeiten stehen beim Tempern in Zusammenhang (siehe Tabelle).

Harztyp	Bei 15 °C gefertigt, gelagert und nicht getempert	Temperung nach 28 Tagen, um weniger als 3,0 % Reststyrol- gehalt zu erzielen
i 25 B, T 40 B, N 35 BT, LT 35 B, LT 36 B T 40 BT, LT 40 SB	5,5 % Reststyrol nach 28 Tagen	12 Std. bei 50 °C
VISCOVOSS AZUR	5,5 % Reststyrol nach 28 Tagen	3 Std. bei 50 °C

Temperung verschiedener Harze

Die Proben wurden bei 15 °C hergestellt und gehärtet und dann nach 28 Tagen getempert. Här-
tungssystem: 0,5 % Kobalt + 1,5 % MEKP.

3. Die Wärmeformbeständigkeit des reinen Harzes ist eine Anzeige für die Tempera-
turforderungen an das Harz. Höher wärmebeständige Harze können stärker er-
wärmt werden, um den gewünschten geringen Reststyrolgehalt zu erzielen. Tem-
peraturtemperaturen über 60 °C im Laminat sind zu vermeiden.

Als Härtungssystem wählt man grundsätzlich Kobalt-MEKP wegen des willigen Nach-
härtungsverhaltens.

Im ungünstigsten Fall sind die Beschichtungen 30 Tage lang bei 20 °C nachzuhärten,
ehe sie der Witterung ausgesetzt werden. Ein Reststyrolgehalt von weniger als 3 % ist
mindestens erforderlich.

Man ersieht daraus, wie wichtig und wie erfolgreich auch nach 28 Tagen Lagerung bei
15 °C die Temperung für eine gute Aushärtung ist. Lamine, die bei weniger als 20 °C
gefertigt wurden, sollten also stets getempert werden.

Harze	Temperung für das Boot
i 25 B, T 40 B T 40 BT, N 35 BT LT 35 SB, LT 40 SB	15 Std. bei 50 °C oder 24 Std. bei 40 °C
AZUR	9 Std. bei 50 °C 15 Std. bei 40 °C 32 Std. bei 30 °C

Temperungs-Vorschläge für Bootsbeschichtungen

Die Temperkammer

Erste Regel: Man macht die Temperkammer möglichst klein. Da ohnehin nur die Rumpfbeschichtung auf diese Weise nachgehärtet wird, hängt man das Boot z.B. von der Scheuerleiste bis zum Werkstattboden mit Folien ab.

Zweite Regel: Die Kammer soll möglichst wärmedicht sein. Dazu legt man wo möglich den Boden mit Schaumstoff oder Holzplatten aus. Verwendet man zum Abhängen zwei Folien, so hat man eine gute Wärmedämmung, vor allem dann, wenn man zwischen beiden Folien Schaumstoffplatten installiert.

Als Wärmequelle können bei guter Dämmung Heizlüfter verwendet werden. Sie sind oft mit Thermostaten versehen, die bei ca. 30 °C ausschalten. Ein Lüfter von 2000 Watt für etwa 2 m Bootslänge in gleichmäßigem Abstand und so postiert, daß ein Lüfter dem anderen in den Rücken pustet, heizen so eine Kammer schon tüchtig auf.

Je ein Lüfter steht dabei am Bug und am Heck und wälzt die Luft rund um das Boot.

Die Heizlüfter dürfen nicht etwa über Mehrfach-Kupplungen alle von einer Steckdose genährt werden. Man muß verschiedene Steckdosen dafür anzapfen und die Zuleitungen auf Erwärmung kontrollieren. Werden Kabeltrommeln als Zuleitung verwendet, so muß das Kabel gänzlich abgewickelt sein, um eine zu starke Erwärmung über den Spuleneffekt zu vermeiden.

Wandungssysteme richtig wählen

Unter Wandungssystem wird eine für das Boot geeignete Kombination aus den verschiedenen Deckschicht- und Laminierharzen in Verbindung mit geeigneten Verstärkungsmitteln verstanden. Die Erkenntnisse, die man über die Wasserbeständigkeit der Harze und Verstärkungsmittel gesammelt hat, sind in die Vorschläge eingearbeitet.

Je nach Betriebsart und Dauer wird man eine geeignete Kombination der Baustoffe für ein Boot auswählen. Hier sind verschiedene Vorschläge:

1. Boote, die nur am Wochenende und während des Urlaubs im Wasser liegen, können gänzlich aus Orthophtalsäure-Laminierharzen in Kombination mit einer besonders wasserbeständigen Deckschicht hergestellt werden. Man verwendet als
 - a.1. Verstärkungsmittel mehrere Lagen 450 g/m²-Matte mit Pulverbindung und zum Abschluß 2 Lagen 300 g/m²-Matte Typ EPS.
 - a.2. Laminierharz:
das werkseitig bereits kobaltbeschleunigte VISCOVOSS AZUR, Härtungssystem: Kobalt (bereits im Harz enthalten) + 2 % MEKP.
 - b. Deckschicht:
eine Kombination aus zwei Versiegelungsanstrichen N 35 BT + 10 % Farbpaste und einem Schlußanstrich LT 35 SB + 5 % Farbpaste, Härtungssystem: Kobalt (bereits in den Harzen enthalten) + 3 % MEKP.



Den Holzschiff-Charakter wahren

Abb. 68

Das war auch die Devise bei der Wiederherstellung dieses Nationalen 75er Kreuzers – wahrscheinlich 1922 bei W. von Hacht in Hamburg in Mahagoni auf Eiche gebaut. Das 13,00/8,80x2,75x1,65 m messende und 6 t verdrängende Schiff wurde im Bereich der Außenhaut und des Decks in wesentlichen Teilen aufgearbeitet. Die Kalfaterung wurde entfernt und durch eingeleimte Holzleisten ersetzt, ehe der Rumpf im Überwasserbereich mit 5 und im Unterwasserbereich mit 7 Mattenlagen überzogen wurde. Durch die zweilagige Kajütdach-Beschichtung in weiß, wird der klassische Holzboot-Eindruck eindrucksvoll unterstrichen (Foto: Fissler).

2. Boote, die – wie in Deutschland üblich – im Sommer ständig schwimmen, im Winter aber »trocken« gelagert werden, wählt man als
 - a.1. Verstärkungsmittel – wie unter 1.a.1.
 - a.2. Laminierharz:
das Isophthalsäure-Laminierharz i 25 B, das ebenfalls Kobalt-vorbeschleunigt ist, Härtung: mit 2 % MEKP.
 - b. Deckschicht:
die unter 1.b. beschriebene Kombination
3. Boote, die im Mittelmeer, also ganzjährig und in Wasser mit höherem Temperatur-Niveau schwimmen und für Boote in stark verschmutzten Gewässern.
 - a.1. Verstärkungsmittel wie unter 1.a.1.
 - a.2. Laminierharz:
das Terephthalsäureharz T 40 B, das bereits Kobaltvorbeschleunigt ist, Härtung: mit 2 % MEKP.
 - b. Deckschicht:
eine Kombination aus zwei Versiegelungs-Anstrichen T 40 BT + 10 % Farbpaste und Schlußanstrich LT 40 SB + 5 % Farbpaste, Härtung: mit 3 % MEKP.

Mit der unter Position 2 aufgeführten Kombination sind bisher sehr gute Erfahrungen in nord- und mitteleuropäischen Gewässern gemacht worden. Verglichen mit dem Vorschlag 1 sind die Mehrkosten für die zweite Lösung so gering, daß sie bevorzugt werden sollte. Lösung 3 stellt aus chemischer Sicht eine Verbesserung von Nr. 2 dar.

Wanddicken der Beschichtung und Materialbedarf

Die folgenden Wanddickenvorschläge basieren auf nunmehr zwanzigjährigen Erfahrungen. Bedingt durch die neueren Erkenntnisse auf dem Glas- und Harzsektor enden alle Beschichtungen mit zwei 300-g/m²-Matten Typ EPS. Wir gehen davon aus, daß beim Schleifen der Außenhaut 100 bis 150 g der äußeren Glaslage verlorengehen. Dann wird rechnerisch aus zwei 300-g/m²-Matten eine Matte mit 450 g/m² an Gewicht.

Die Plazierung der 300-g/m²-Matte Typ EPS auf der Bootsaußenseite zielt ab auf die Verwendung des empfohlenen Bootsbauharzes i 25 B. Zusätzlich erhält man durch die dünneren Faserbündel dieser Matte eine glattere und porenlose Oberfläche, im Gegensatz zur grobfädigeren 450-g/m²-Standardmatte.

Welche Beschichtung für welches Boot?

Der vorgeschlagene Wandungsaufbau gilt für Gebrauchtboote. Der Vorsteven und der Kiel an seiner Unterseite werden für den „Kollisionsfall“ zusätzlich mit Mattestreifen versehen. Decks werden jeweils mit einer Lage weniger oder einer leichteren Glasverstärkung überzogen.

Ist ein Boot aus sehr starken Planken gebaut, wählt man den Beschichtungsaufbau der nächstgrößeren Längenrubrik. Als Richtwert können ca. 450 g/m^2 an Matte für sechs bis sieben Millimeter Vollholz-Plankendicke gerechnet werden.

Lukendeckel erhalten bei Naturbeschichtungen drei 300-g/m^2 -Matten, wenn sie nachher sauber egalisiert werden sollen. Bei eingefärbten Überzügen werden zwei 300-g/m^2 -Matten verwendet.

Im einzelnen sind für Holzboot-Rümpfe mit folgenden Beschichtungsdicken gute Erfahrungen gemacht worden:



Dimensionierung der Ruderblattbeschichtung

Abb. 69

Das Ruderblatt erhält die gleiche Beschichtung wie das Überwasserschiff. Der vergrößerte Querschnitt erfordert eine entsprechende Veränderung der Gabelbreiten.

1. Ruderboote

- | | |
|------------------------------|-------------------------------------|
| a) bis 3 m Länge über Alles: | 1 Lage 300-g/m ² -Matte |
| b) bis 5 m Länge über Alles: | 2 Lagen 300-g/m ² -Matte |

2. Verdränger-Sportboote

A. aus Sperrholz

- | | |
|-----------------------------------|--|
| a) bis 5 m Länge über Alles: | 2 Lagen 300-g/m ² -Matte |
| b) 5 m bis 8 m Länge über Alles: | 3 Lagen 300-g/m ² -Matte |
| c) 8 m bis 10 m Länge über Alles: | 1 Lage 450-g/m ² -Matte
+ 2 Lagen 300-g/m ² -Matte |
| d) über 10 m Länge über Alles: | 2 Lagen 450-g/m ² -Matte
+ 2 Lagen 300-g/m ² -Matte |

Zusätzlich längs Kimm und Kiel als erstes ein ca. 20 cm breiter Mattenstreifen.

B. aus Vollholz

- | | |
|---|---|
| a) 5 m bis 8 m Länge über Alles: | 1 Lage 450-g/m ² -Matte
+ 2 Lagen 300-g/m ² -Matte |
| b) 8 m bis 10 m Länge über Alles: | 2 Lagen 450-g/m ² -Matte
+ 2 Lagen 300-g/m ² -Matte |
| c) 10 m bis 12 m Länge über Alles: | 3 Lagen 450-g/m ² -Matte
+ 2 Lagen 300-g/m ² -Matte |
| d) 12 m und mehr über Alles,
Kutter ab 10 m Länge: | über Wasser: 3 Lagen 450-g/m ² -Matte
+ 2 Lagen 300-g/m ² -Matte
unter Wasser: 5 Lagen 450-g/m ² -Matte
+ 2 Lagen 300-g/m ² -Matte |

3. Gleitboote

Bei Gleitern wird der Bootsboden bis zur Wasserlinie hinauf stärker beschichtet als die übrige Außenhaut. Diese Zusatzlage wird als erste Schicht aufgebracht.

A. aus Sperrholz

- | | |
|----------------------------------|--|
| a) bis 5 m Länge über Alles: | Boden ... 1 Lage 450-g/m ² -Matte
Total ... 2 Lagen 300-g/m ² -Matte |
| b) 5 m bis 8 m Länge über Alles: | Boden ... 1 Lage 450-g/m ² -Matte
Total ... 1 Lage 450-g/m ² -Matte
+ 2 Lagen 300-g/m ² -Matte |
| c) 8 m bis 10 m über Alles: | Boden ... 1 Lage 450-g/m ² -Matte
Total ... 2 Lagen 450-g/m ² -Matte
+ 2 Lagen 300-g/m ² -Matte |
| d) über 10 m Länge über Alles: | Boden ... 1 Lage 450-g/m ² -Matte
Total ... 3 Lagen 450-g/m ² -Matte
+ 2 Lagen 300-g/m ² -Matte |

B. aus Vollholz

- | | |
|-----------------------------------|--|
| a) 5 m bis 8 m Länge über Alles: | Boden ... 1 Lage 450-g/m ² -Matte
Total ... 1 Lage 450-g/m ² -Matte
+ 2 Lagen 300-g/m ² -Matte |
| b) 8 m bis 10 m Länge über Alles: | Boden ... 1 Lage 450-g/m ² -Matte
Total ... 2 Lagen 450-g/m ² -Matte
+ 2 Lagen 300-g/m ² -Matte |

Beschichtungsvorschläge für Holzboote

Ermitteln des Materialbedarfs

Zur Massenbestimmung ist es zunächst notwendig, die zu beschichtende Oberfläche ggf. getrennt nach Über- und Unterwasserschiff zu bestimmen.

Am genauesten geschieht das durch das Ausmessen aller Teilflächen mit einem Zollstock am Boot. Mit guter Näherung kann man sich ersatzweise der folgenden Formeln bedienen:

Fläche des Unterwasserschiffes bei Motorjachten, Kieljachten mit langem Kiel, Jollen und Jollenkreuzern sowie vollbauchigen Fahrzeugen:

$$F_{\text{unt.}} = \text{Länge Wasserlinie} \times (\text{Breite} + \text{Tiefgang})$$

bei Kielschwertern und Kieljachten mit kurzem Kiel:

$$F_{\text{unt.}} = \text{Länge Wasserlinie} \times (\text{Breite} + \text{Tiefgang}) \times 0,75$$

Fläche des Oberwasserrumpfes:

$$F_{\text{üb.}} = 2 \times (\text{Länge über Alles} + \text{Breite}) \times \text{durchschnittliches Freibord}$$

Decksfläche:

$$F_{\text{Dk.}} = \text{Länge über Alles} \times \text{Breite} \times 0,75$$

(abzüglich der Flächen von Cockpit, Kajütenaufbau, Luken u. ä.)

Fläche des Mastes und der Spieren:

$$F_{\text{M.}} = \text{Länge} \times \text{durchschnittlicher Umfang}$$

Dabei werden alle Maße in Metern eingesetzt, so daß man Quadratmeter erhält.

Tabelle des Werkzeugbedarfs (Richtwerte)

m ² Boots- oberfläche	Reinigungs- mittel B	Fellroller	Ersatz- walze	Scheibenroller
bis 15	5l	2 x Nr. 11 L* 1 x Nr. 11	–	2 x Nr. 2
bis 25	10l	2 x Nr. 16 L* 1 x Nr. 11	1	3 x Nr. 2
bis 35	15l	3 x Nr. 16 L*	2	3 x Nr. 2
bis 50	20l	2 x Nr. 11 3 x Nr. 16 L*	3	3 x Nr. 2
bis 70	30l	4 x Nr. 16 L*	4	3 x Nr. 2
bis 100	40l	4 x Nr. 16 L*	5	3 x Nr. 2
bis 150	50l	4 x Nr. 16 L*	6	4 x Nr. 2
bis 200	60l	4 x Nr. 16 L*	10	4 x Nr. 2

L* = Langer Stiel (2 m)

Rumpf:				
Bodenfläche				m ²
<u>Seitenfläche x 2</u>				<u>m²</u>
Rumpffläche gesamt				m ²
Deck:				
Laufflächen				m ²
Dächer				m ²
<u>Cockpitfläche</u>				<u>m²</u>
Decksfläche gesamt				m ²
Kielsohle				m ²
Steven				m ²
Ruderblatt				m ²
Davon zu beschichten mit:	Boden	Seite	Deck	
1 x 300-g/m ² -Matte				m ²
2 x 300-g/m ² -Matte				m ²
3 x 300-g/m ² -Matte				m ²
1 x 450-g/m ² -Matte				m ²
2 x 450-g/m ² -Matte				m ²
3 x 450-g/m ² -Matte				m ²
4 x 450-g/m ² -Matte				m ²
5 x 450-g/m ² -Matte				m ²

Zusammenstellung der Teilflächen und des Mattenbedarfs

Die angegebenen Mengen reichen erfahrungsgemäß aus. Wenn die Arbeit sehr häufig unterbrochen wird, sollte zumindest mehr Reinigungsmittel gewählt werden.

Die Preise für das Material entnehmen Sie bitte der beigegeführten Preisliste und dem Werkzeugprospekt.

Die Artikel in der Preisliste sind mengengestaffelt. Infolgedessen kann es bei Mengen kurz unter der nächsten Staffलगrenze vorkommen, daß eine größere Abnahme trotzdem einen Preisvorteil mit sich bringt.

Bitte verändern Sie Ihren Bedarf entsprechend.

1. Haftvermittler G4	= $F_{\text{ges.}} \times 0,250 \text{ ml/m}^2$	=	l
2. Harz für Kontaktschicht	= $F_{\text{ges.}} \times 0,2 \text{ kg/m}^2$	=	kg
3. 300 g/m ²	= $F_{300} \times \text{LGZ} \times 1,05 \text{ m/m}^2$	=	m ²
4. Laminierharz für 300-g/m ² -Matten	= $F_{300} \times \text{LGZ} \times 300 \text{ g} \times 0,900 \text{ kg/m}^2$	=	kg
5. 450-g/m ² -Matten	= $F_{450} \times \text{LGZ} \times 1,05 \text{ m/m}^2$	=	m ²
6. Laminierharz für 450-g/m ² -Matten	= $F_{450} \times \text{LGZ} \times 450 \text{ g} \times 1,200 \text{ kg/m}^2$	=	kg
7. Zwei Versiegelungen	= $2 \times F_{\text{ges.}} \times 0,15 \text{ kg/m}^2$	=	kg
Schlußanstriche	= $F_{\text{ges.}} \times 0,200 \text{ kg/m}^2$	=	kg
9. Farbpasten für Versiegelung + Schlußanstrich	= $F_{\text{ges.}} \times 0,050 \text{ kg/m}^2$	=	kg
10. MEKP-Härter	= $G_{\text{Laminierharz}} \times 0,02 + (G_{\text{Kontaktharz}} + G_{\text{Versiegelung}} + G_{\text{Schlußlack}} + G_{\text{Farbpaste}}) \times 0,03$	=	kg
11. Hochglanzanstrich mit 2 Komponenten DD-Lack für Überwasserschicht	= $F_{\text{Überwasser}} \times 0,2 \text{ l/m}^2$	=	l

Zusammenstellung des notwendigen Beschichtungsmaterials

- F = Flächenanteil in m²
 F_{ges.} = Gesamte Beschichtungsfläche
 LGZ = Lagenzahl
 G = Gewicht in kg

Der Beschichtungsablauf – praktischer Teil

Für die Arbeit mit Glas und Harz wird man alte Kleidung oder Arbeitszeug anziehen, denen ein paar Flecken mehr nichts tun. Das gleiche gilt für die Schuhe, die man bei dieser Arbeit trägt.

Bei der Arbeit mit Kunststoffen und Lösungsmitteln ist darauf zu achten, daß einige von ihnen (Aceton, Styrol im Polyesterharz u. a.) brennbar sind. Rauchen und offenes Feuer sind also streng zu unterlassen. Einige Lösungsmittel sind außerdem giftig (Methylenchlorid). Zu hohe Konzentration in der Atemluft sind zu vermeiden.

Die Augen sind beim Anmischen vor Spritzern zu schützen (Brille). Besonders gilt das für den Umgang mit Peroxiden (MEKP- und Bp-Härtern).

Vorsicht beim Umgang mit MEKP-Härter

Der flüssige Härter ist augenätzend. Darum darf verschütteter Härter nicht mit dem Taschentuch abgewischt werden. Spritzer auf der Haut sind schnell und sorgfältig mit Wasser und Seife oder 5 %iger Sodaaflösung abzuwaschen.

Sollte durch unglückliche Umstände Härter **ins Auge** gekommen sein, so muß sofort das Auge unter der Wasserleitung mit fließendem Wasser ausgespült werden und anschließend, nach Möglichkeit in der nächsten Minute, eine Augenspülung mit einer Lösung von 10 %iger Ascorbinsäure in Wasser oder mit vorrätig zu haltender 2 %iger, wäßriger Natriumcarbonat-Lösung durchgeführt werden. Der Härter enthält Peroxid, das durch die Ascorbinsäure neutralisiert wird.

Bei einer Augenverletzung ist auf jeden Fall nach der sehr gründlichen Augenspülung ein Arzt aufzusuchen. Keine öligen Lösungen oder Emulsionen verwenden, sie verstärken die Wirkung des Peroxides.

Hat jemand Peroxid **getrunken**, so soll möglichst schnell Erbrechen herbeigeführt und eine reichliche Menge Natriumascorbat-Lösung getrunken werden. Danach ist unverzüglich ein Arzt aufzusuchen (Härterflasche mitnehmen!).

Härter sind bereits phlegmatisiert, daher in bezug auf das Brandverhalten und die Lagerung (bei 20 °C und getrennt von anderen brennbaren Stoffen und dem Beschleuniger) relativ ungefährlich. Trotzdem möchten wir auf die Sicherheitsvorschriften hinweisen (Merkblatt anfordern).

MEKP-Härter und Kobalt-Beschleuniger dürfen nie direkt miteinander vermischt werden!

Härter darf unter keinen Umständen in reiner Form mit Beschleuniger zusammenkommen. Die Folge könnte eine Explosion sein, wenn zufällig die Temperatur und kritische Mischung erreicht werden.

Beim Zugeben zum Polyesterharz muß entweder zuerst der Beschleuniger und dann – nach dem Umrühren – der Härter zugegeben werden oder auch umgekehrt. Eine Reihenfolge ist also nicht einzuhalten. MEKP-Härter kann auch durch Metallpulver wie z. B. Rost zum schnelleren Zersetzen gebracht werden, so daß eine Wärmereaktion mit einer Verpuffung auftreten kann. Nicht verbrauchter Härter soll **nicht** in das Originalgebinde zurückgeschüttet werden (Anreicherung von Schmutzstoffen).

Teamwork

Das Beschichten eines Bootes kann von einem Mann alleine vorgenommen werden. Besser ist ein Team von drei Mann:

Ein Mann als Zupfleger, der Harz und Härter ansetzt und die Mattenstücke anreicht, ein zweiter Mann, der die Matten mit Harz tränkt und ein dritter Mann, der mit dem Scheibenroller entlüftet.

Hat man es sehr eilig mit dem Beschichten und genügend Helfer, so arbeitet man im Siebenerteam:



Teamwork erleichtert die Beschichtung

Abb. 70

Bei entsprechender Vorbereitung ist eine Beschichtung alleine möglich. Schneller kann man zu dritt oder mit zwei Dreiergruppen und einem »Zupfleger« vorankommen.

Auch hier wieder ein Mann, der für die beiden Gruppen à drei Personen die Harzsätze mischt.

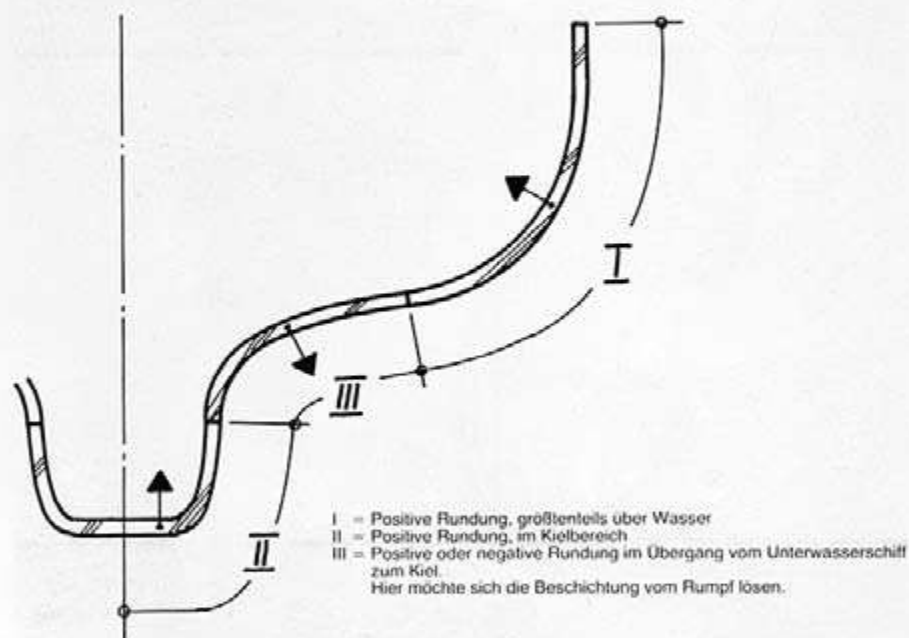
Der erste Mann jeder Gruppe bringt Harz und Glas an die Beschichtungsstelle. Die beiden anderen legen die Mattenstück zusammen auf und imprägnieren und entlüften.

So eine Siebenergruppe kann in 6 Zeitstunden vier Mattenlagen mit je 40 m², als 160 m² Matte auftapezieren. 40 m² Oberfläche besitzt eine Segelyacht von etwa 9,5 m Länge.

Verlegetechnik

Handelt es sich um eine Mattenbeschichtung, so werden die einzelnen Teilstücke von oben nach unten, bei der Scheuerleiste beginnend, verlegt.

Man beginnt meistens am Bug und verlegt zunächst die erste obere Mattenlage im Bereich z. B. I bis zum Heck hin. Dann folgt die erste Lage im Bereich III und das eben-

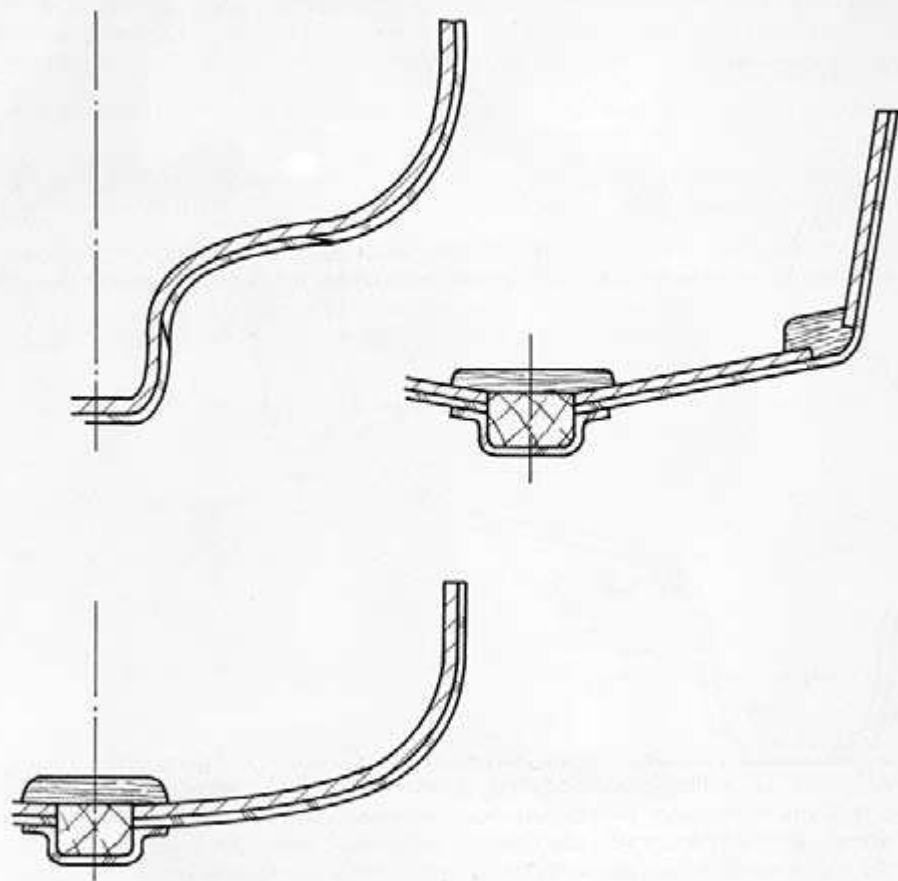


Die Schrumpfspannungen und ihre Folgen

Abb. 71

Bei ordnungsgemäßer Arbeit ist die Kraft des Haftvermittlers so groß, daß keine Ablösungen auftreten. Das schließt jedoch innere Spannungen, die die Haftzone zusätzlich belasten nicht aus. Die Zeichnung verdeutlicht diesen inneren Spannungszustand und seine möglichen Folgen. Während die Schrumpfspannung das Laminat auf eine positive Rundung aufpreßt, versucht sie die Beschichtung im hohlen Bereich abziehen. Man wird also bei der Verlegung nicht über positive und negative Rundungen in einem Zuge hinweg beschichten, sondern entsprechend unterteilen.

falls vorn beginnend bis zum Heck hin. Als letzte folgt dann die Mattenbahn im Bereich II. Ist man allein oder hat man nur ein Dreimann-Team, so folgt der ersten Lage auf der einen Bootsseite die erste Lage auf der zweiten Bootsseite. Dann folgt die zweite Lage auf der ersten Bootsseite wieder gegliedert nach den einzelnen Teilbereichen.



Verstärkungen richtig verlegen

Abb 72.

Will man sichergehen, daß die aus dem Polyesterharz herrührenden Schrumpfspannungen das Haftvermögen der Beschichtung nicht zusätzlich belasten, verlegt man zunächst die Verstärkungsmittel in den positiv gewölbten oder geraden Teilflächen (I und II) und fügt mit einem späteren Harzansatz die Verstärkungsmittel in den Bereich III ein. Muß man Kanten und Hohlkehlen beschichten, so tapeziert man etwa 5 cm in die zweite Teilfläche hinein und unterbricht dort das Verstärkungsmittel.

Beim »Weinglasspant« einer Kieljacht wird die Länge dieser oberen Mattenstücke so bemessen, daß sie bis zum Auslauf der oberen positiven Rundung reicht (Bereich I). Als zweites Teilstück wird der Querschnitt unter der Kielsohle hindurch im Teilbereich II beschichtet. Sind diese Teilstücke angehärtet, wird der Bereich III als letztes Teilstück auftapeziert, und zwar mit einem neuen Harzansatz, der also auch erst später anhärtet.

Besitzt der Rundspanter nur eine positive Rundung (wie bei Jollenkreuzern oder im Bug- und Heckbereich der Kieljachten) wird die Matte über I und III geführt. Sind alle Bahnen in diesem Bereich verlegt und angehärtet, dann wird das Totholz im Bereich II mit einem neuen Harzansatz beschichtet. Werden die Bahnen zu lang, so unterbricht man und arbeitet mit einer Überlappung der einzelnen Teilstücke von mindestens 25 mm weiter.

Bei Knickspantern wird sinngemäß wie bei den Rundspantern mit rein positiver Rundung verfahren. Soll zwischen Bereich I und III unterbrochen werden, so werden die oberen Bahnen mindestens 6 cm unter die Kimm gezogen.

Die spezielle Behandlung der hohlen Rundung liegt in der Tatsache begründet, daß ein Mattenlaminat, ist es frei beweglich, in der Länge um ca. 0,1 % (das entspricht 1 mm je m Länge) schrumpft. Da das Beschichtungslaminat auf dem annähernd starren Untergrund an dieser Schrumpfbewegung gehindert wird, stellt sich im Laminat eine Schrumpfspannung ein.

Sie wächst bei falscher Verlegung, besonders beim Auflegen einer doppelten Mattenlage, mit einem Harzansatz (naß-in-naß-Verlegung) an und kann dann in hohlen Rundungen zu Ablösungen führen (siehe Skizze).

Bei der Beschichtung mit Matten und Geweben müssen die Gewebe als ganze Bahn (z. B. diagonal beim »Aufpolstern«) verlegt werden. Wegen ihres geringeren Harzbedarfs treten bei diesen Verstärkungen auch kleinere Schrumpfraten bzw. Schrumpfspannungen bei der Beschichtung auf.

Arbeitsvorbereitung

Je weniger Hilfskräfte und je weniger Zeit zur Verfügung stehen, desto wichtiger wird die Vorbereitung der Beschichtungsarbeit. Aber auch wenn genügend Unterstützung vorhanden ist, sollten grundsätzlich die **Mattenstücke auf Länge** gerissen und an den Rändern mit einer Drahtbürste oder per Hand ausgedünnt sein. Diese Arbeit nimmt viel Zeit in Anspruch, lohnt aber in jedem Fall, denn: Der ausgedünnte Rand läßt später auf dem Boot die Stöße kaum noch sichtbar werden. Die einzelnen Mattenstücke werden nach Anwendungsgebiet getrennt als einzelne Stapel aufgeschichtet.

Für jedes Drei-Mann-Team werden **drei Plastic-Schüsseln** bereitgehalten, die im Vorversuch mit einem Eichstrich für die Befüllung mit ca. 5 kg. Laminierharz ausgerüstet sind. Passend dazu wird ein **Meßbecher** (besser das Härterdosiergerät) mit 100 cm³ als zugehöriger Härtermenge bereitgestellt. Solche selbst geeichten Gefäße sind einer Waage entschieden vorzuziehen, weil man mit ihnen einfacher und schneller arbeiten kann.



Die Arbeitsvorbereitung schließt neben der Vorbereitung der Beschichtungsmittel auch das Bereitstellen von Werkzeugen, Reinigungsmitteln, Spül- und Waschmitteln, Gefäßen für den Abfall und eines Feuerlöschers mit ein.

Je kleiner das Team, desto wichtiger die Arbeitsvorbereitung Abb. 73

Ebenso müssen die **Reinigungsmittel** für Werkzeuge, Hände und das Spülmittel für die Augen (sehr wichtig) in Reichweite sein. Zumindest der Harzmischer muß eine **Schutzbrille** tragen. Alle Laminierer sollten die Hände mit Handschuhen oder (vorher) mit einer guten Fettcreme schützen.

Zu Anfang ist auch ein **Wecker** für die Topfzeit manchmal eine gute Hilfe.

Soll die Tränkarbeit nicht zu schwierig werden, so sollten Harz und Bootsrumph **mindestens 16 °C** haben. Das wird mit einem Thermometer kontrolliert.

Der **Feuerlöscher** wird postiert und auf das **Rauchverbot** hingewiesen.

Spachteln des Untergrundes

Während Unebenheiten mit mehr als 20 cm² Grundfläche mit Mattenlagen durch Laminieren aufgefüllt werden, bügelt man kleine Unebenheiten mit Polyesterpachtelmasse KK-Plast oder Ferro-elastic-weiß (FEW) aus. Dabei sollte eine halbe Stunde vorher die Kontaktfläche mit Haftvermittler G4 vorbehandelt sein. Schichtdicken bis zu einem halben Zentimeter werden in einem Arbeitsgang aufgezogen.

Ist die Unebenheit tiefer, so wird nach jeder 0,5 cm dicken Spachtelschicht eine Glasmatte auf laminiert, um der Spachtelmasse auch bei Schwingungsbelastung genügend Festigkeit zu geben. Zweikomponenten-Polyester-Spachtelmasse haben nur 5 Minuten offene (sog. Topf-) Zeit. Man sollte also nur kleine Mengen ansetzen.

Man nehme also eine glatte Holzplatte, 50 cm hoch, 20 cm breit. Entlang der linken langen Kante werden hühnereigroße Mengen Stammmasse, rechts etwa 2 cm Härter aus der Tube aufgetragen. Dann wird bei Bedarf immer ein Stamm-Massen-Härterpaar vermischt. Diese Menge kann in 5 Minuten bequem verarbeitet werden.

Bei Härterpasten, die (rot) eingefärbt sind, läßt sich die Qualität der Vermischung einfach kontrollieren. Sobald der farbige Härter keine Schlieren mehr bildet, die katalysierte (= mit Härter versetzte) Spachtelmasse also z. B. einen gleichmäßigen Rosaton besitzt, ist eine einheitliche Mischung vorhanden. Etwa eine Viertelstunde nach dem Ansetzen ist die Spachtelmasse mit einem groben (60iger) Schleifpapier schleifbar.

Die Oberfläche muß vor der Beschichtung mit großer Sorgfalt von Schleifstaub gereinigt werden (styrol-; aceton- oder wasserfeuchter Lappen), da alle losen Teilchen die Wirkung von Trennmitteln haben. Die Feuchtigkeit muß vor der Beschichtung gründlich abgetrocknet sein.

Auftragen des Haftvermittlers

G4 ist im Anlieferungszustand gebrauchsfertig. Es wird mit einer Fellrolle aufgetragen. Die Fellrolle langsam hin- und herbewegen. Nach diesem Arbeitsgang die Fellrolle in Lösungsmittel A, B, oder C gründlich auswaschen.

Der Verbrauch je m² beträgt ca. 250 ml. Der Zeitaufwand liegt bei 2 Minuten je m².

Bei der Arbeit mit G4 soll man mit Handschuhen oder eingecremten Händen arbeiten. Kommt G4 auf die Haut, ist es mit Lösungsmittel sofort abzuwaschen, bevor es in die Hautporen eindringt oder härtet.

Die Kanne muß gut verschlossen gehalten werden, sonst bildet sich zunächst an der Oberfläche eine Haut, und es folgt eine allmähliche Eindickung des Materials.

Im Zeitraum von einer halben Stunde bis zu 4 Stunden nach dem G4-Auftrag soll der erste Kontakt mit Polyesterharz erfolgen. Wird diese Zeitspanne eingehalten, so kommt es zu einem ausgezeichneten Verbund zwischen Unterbau und Beschichtung.

Wird diese Zeitspanne überschritten, so schleift man die Haftschrift an und tapeziert darauf die erste Glaslage. Dabei entfällt dann also die Kontaktschicht. Diese Lösung ist jedoch, wenn irgend möglich, zu vermeiden, da sie stets die schlechtere ist.

Aufbringen der Kontaktschicht

Um in dem geforderten engen Zeitraum von dreieinhalb Stunden die Verbindung vom Haftvermittler zum Polyesterharz vollziehen zu können, wird mit Härter versetztes (katalysiertes) Laminierharz wie AZUR, i 25 B oder T 40 B aufgebracht.

Die Topfzeit des Ansatzes beträgt ca. 40 Minuten bei 20 °C. Soll die Topfzeit verkürzt werden, so kann man dem Harz 0,3 % Kobalt-Beschleuniger zusätzlich oder die Versiegelungen wählen, Rezept:



Die Glasmatten (oder Glasgewebe) werden in Rollenform angeliefert. Damit am Beschichtungstag alles möglichst reibungslos vonstatten geht, werden die Verstärkungen schon vorher auf Länge gebracht und als Teilstücke am Ende des Schneidestisches aufgeschichtet. Dabei werden die Mattestücke nicht abgeschnitten, sondern abgerissen. Das ergibt einen weich auslaufenden Rand, der sich nicht als Stoß abbildet. Ebenso zupft man die Mattenränder aus, um auch hier die Nacharbeit zu reduzieren.



Zumessen und Vorbereiten der Verstärkungsmittel

Abb. 74 und 75

Ansatzrezept für 2000 g AZUR, i 25 B oder T 40 B
die Kontaktschicht: + 60 g MEKP-Härter

2060 g Katalysiertes Harz für 10 m² Untergrund

Aufgetragen wird mit der Fellrolle. Der Zeitbedarf liegt ebenfalls bei 2 Minuten je m². Wird anschließend nicht gleich die erste Mattenlage in Angriff genommen, so säubert man die Rolle anschließend in Lösungsmittel A, B oder C.

Der zeitliche Abstand zwischen dem Aufbringen der Kontaktschicht und dem Auftapezieren der ersten Lage soll innerhalb von drei Tagen erfolgen.

Ist dieser Zeitraum überschritten, so muß die Kontaktschicht mit Drahtbürsten aufgeraut und anschließend mit einem styrolfeuchten Lappen (Handschuhe tragen) gesäubert werden. Sandpapier kann hier nicht verwendet werden, da die Harzoberfläche klebrig ist und das Papier festhält und zusetzt.

Auftapezieren von Matte (Gewebe) mit Laminierharz

Die tragende Wand besteht aus Verstärkungen (z. B. Matten) und Laminierharz.

Für die Arbeitsbeschreibung wird das bereits mit 0,2 % Kobalt vorbeschleunigte Harz i 25 B gewählt. Für AZUR und T 40 B gelten die gleichen Daten.

Die Konsistenz dieser Laminierharze ist so eingestellt, daß sich die Glasmatten und Gewebe schnell damit tränken lassen. Der Verarbeiter muß also, um eines dieser Harze zur Aushärtung zu bringen, nur noch 2 oder 3 % MEKP-Härter in das Harz eingeben. Das sind z. B. 20 g = 20 cm³ MEKP-Härter auf 1 kg i 25 B.

Das Tränkvermögen von Laminierharzen kann vom Lieferaten beeinflusst werden. Die Harze i 25 B, VISCOVOSS AZUR und T 40 B sind auf ein gutes Imprägniervermögen für die Glasverstärkungen hin modifiziert. Außerdem sind sie bereits vorbeschleunigt, so daß durch den Verwender nur der MEKP-Härter hinzugefügt werden muß.

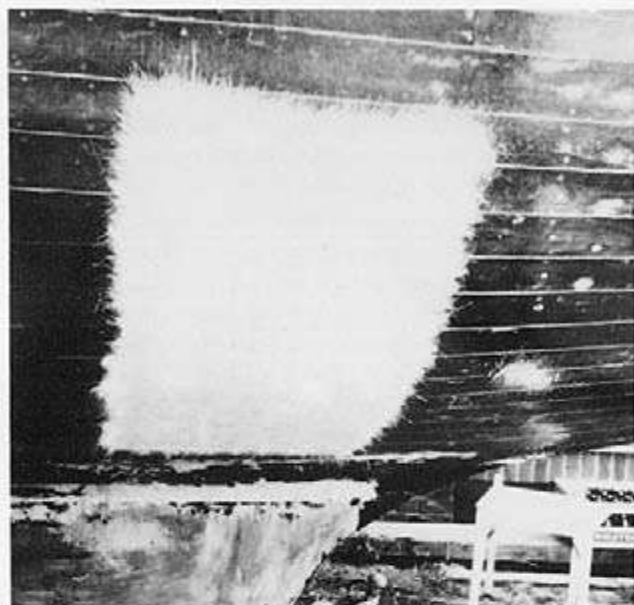
Temperatur und Topfzeit von Laminierharzen

Die folgende Tabelle zeigt das Anwachsen der Topfzeiten bei fallender Temperatur für beschleunigte Laminierharze und dazu in der zweiten Spalte die verkürzten Topf-

Temperatur auf der Bootshaut	Topfzeit von AZUR, i 25 B und T 40 B im Lieferzustand, ca.	Topfzeit mit 0,2 % Kobalt-Bescheuniger zusätzlich, ca.
25 °C	30 min	15 min
20 °C	45 min	20 min
18 °C	60 min	30 min
17 °C	100 min	40 min
16 °C	150 min	60 min

Topfzeiten von vorbeschleunigten Laminierharzen bei verschiedenen Temperaturen und geändertem Kobalt-Anteil

AZUR-Harz kann sowohl durch zusätzlichen Kobalt-Bescheuniger als auch durch unterschiedliche Härtermengen in der Topfzeit variiert werden.



Laminieren über Kopf – kein Problem

Hier ist die mit Abstand häufigste Frage rund um das Beschichten optisch beantwortet: Die Glasverstärkungen haften auf dem harzfeuchten Untergrund. Erst bei Geweben mit Gewichten über 700 g/m^2 kann es schwierig werden. Bei Matten mit ihrer recht offenen Fadenverteilung können auch zwei 450-g/m^2 -Matten noch »naß-in-naß«, also mit einem Harzansatz, auftapeziert werden. Hier eine 450-g/m^2 -Matte mit der Hand an den harzfeuchten Untergrund angestrichen.

Abb. 76



Imprägnieren der Verstärkungen von der Rückseite

Der satt angefeuchtete Beschichtungsuntergrund hält nicht nur die folgende Glaslage wirkungsvoll fest, er verhilft auch zu einer schnellen und einfachen Durchtränkung der Verstärkung von der Rückseite der Verstärkung her. Die Aufnahme verdeutlicht, daß Durchtränken und Entlüften einer Verstärkung nur zwei verschiedene Beschreibungsförmern für das vollständige Benetzen der Verstärkungsläden sind.

Der dunkle Streifen in der Mitte des Mattenstückes wurde durch Andrücken mit dem Fellroller geschaffen.

Abb. 77

zeiten, wenn vom Verarbeiter noch einmal etwa 0,2 % Kobalt-Beschleuniger zusätzlich eingerührt werden.

Alle Harze sollten nicht unter 16 °C verarbeitet werden, damit die Glasmatte luftblasenfrei getränkt und bei einer nachträglichen Temperung noch eine gute Durchhärtung erreicht werden kann.

Temperatur in der Form	Härterzugabe	Zusätzlicher Kobalt-Beschleuniger	Topfzeit ca.
25 °C	2 %	–	20 min
20 °C	2 %	–	30 min
20 °C	3 %	–	20 min
16 °C	2 %	0,2 %	30 min

Topfzeiten von AZUR-Harz bei verschiedenen Temperaturen, verschiedenen Härtermengen und unterschiedlichen Beschleunigergehalten

Bei 20 °C liegen die Topfzeiten von i 25 B und T 40 B also bei 45 Minuten, während AZUR-Harz mit 2 % MEKP-Härter 30 Minuten Topfzeit aufweist. Die Harze sind in ihrer Viskosität auf den Temperaturbereich von 15 bis 25 °C eingestellt. Sollte es wärmer sein, so kann man das Harz gegebenenfalls eindicken (thixotropieren), damit es nicht aus Matten und Geweben abläuft (Luftblasenbildung). Zur Thixotropierung wird zweckmäßig leicht einrührbare Thixotropie-Paste verwendet. Sie enthält 7 % Pulver. 6 Teile Harz und 1 Teil Thixotropie-Paste (7%ig) ergeben eine Zugabe von 1 % Pulver. Die Polyesterharze werden beim Handauflegeverfahren auf die Glasmatten mit Hilfe der (evtl. langstieligen) Lammfellrolle aufgetragen.

Bevor das Harz angesetzt wird, werden auf dem Mattentisch genügend Mattenstücke für einen Arbeitsgang zugerissen. Geschnittene Mattenränder werden sorgfältig ausgezupft, so daß am Bauteil keine Kanten und Ränder sichtbar werden. Ausgezupft wird der Rand mit der Hand, mit einer Bürste, mit einem Metallkamm oder einem Nagelbrett. Die so verbreiteten Mattenstücke werden fein säuberlich aufeinander gestapelt (entsprechend werden auch Gewebeklebebahnen vorbereitet).

Imprägnieren der Glasverstärkungen

Beim Tränken der Glasfaserverstärkung mit einem der drei Laminierharze geht man etappenweise vor. Ein Drei-Mann-Team wählt bei 20 °C Teilflächen von etwa 4 m² (z. B. bei Booten ohne Sicken). Dazu wird folgender Harzansatz gemacht:

5 000 g beschleunigtes Harz
100 g MEKP-Härter (= 2%)

Diese Harzmenge wird zum Tränken von 4 m² Standardmatte (450 g/m²) bzw. für 5 m² 300-g/M²-Matte benötigt. Dieses Teilstück ist in einer halben Stunde fertiggestellt. Den ersten Ansatz wählt man sicherheitshalber nur halb so groß, damit man ein wenig »üben« kann. Es sei angemerkt, daß sich die Temperaturen im Freien sehr schnell ändern können. Damit wachsen oder verkürzen sich die Topfzeiten. Also nach der Zigarettenpause hin und wieder das Thermometer kontrollieren.



Der Fellroller – Transport- und Imprägnier-Werkzeug

Abb. 78

Der Fellroller dient bei der Handauflege-Methode – wie sie bei der Beschichtung praktiziert wird – einmal zum Harztransport aus dem Anrührgefäß an den Beschichtungsort und zum zweiten dort als Verteilungsmittel für das Laminierharz auf dem Verstärkungsmittel. Beim Auftapezieren wird bei größeren Booten mit Verlängerungsstielen auf dem Fellrollerbügel oder von Stellagen aus gearbeitet.

Das Harz wird in Polyäthylen-(Plastik)Eimern angesetzt. An ihrer Oberfläche haftet Polyester nicht, so daß die ausgehärteten Reste später einfach herausgeschlagen werden können. Der breite Fellroller kann in diese Gefäße gut eingetaucht werden.

Der Härter wird etwa eine Minute lang mit einem Holzstab in das Harz eingerührt oder mit der drehzahlgesteuerten Bohrmaschine und einem Mischpropeller langsam etwa 20 Sekunden lang gemischt. Von nun an bleiben bei 20 °C etwa 40 Minuten Zeit für die Harzverarbeitung. Die Fläche, die mit der Glasmatte beschichtet werden soll, wird zunächst mit Harz + Härter abgerollt. Auf diese Weise wird die Matte auch von der Unterseite her befeuchtet und läßt sich daher zügig durchtränken. Außerdem haftet die Matte an dieser Harzschicht auch in Überkopf-Position. Sie kann »angehängt« werden.

Die in trockenem Zustand weiße Matte wird beim Tränken mit Harz nach kurzer Zeit dunkel und durchsichtig. Nur an harzarmen Stellen bleibt sie hell. Dort muß Harz nachgetragen werden.

Entlüften mit der Scheibenrolle

Gibt man das Harz auf die Matte, so schließt man verständlicherweise Luft in die Matte mit ein. Sie lagert zwischen Glasfäden und Tränkeharz und ist als weiße Stelle gut erkennbar. Um eine vollständige, das heißt luftlose Ummantelung der Glasfaser zu erreichen, muß das frisch hergestellte Laminat sozusagen »massiert« werden. Das geschieht mit dem petersilienschneider-ähnlichen Instrument, der Scheibenrolle.



Sind außer den Glasfäden auch noch Luftblasen im Harzbett eingeschlossen, so ist das Laminat noch nicht »entlüftet«. Das wirksamste Werkzeug für diese Arbeit, die wesentlich über die endgültige Qualität des Laminats entscheidet, ist der Scheibenroller. Mit seiner Hilfe werden die weiß erscheinenden Lufteinschlüsse an die Oberfläche gedrückt, wo sie zerplatzen.

Vollständige Entlüftung = 100%ige Tränkung

Abb. 79



Ein vorschriftsmäßig entlüftetes Laminat ist gleichmäßig dunkel und durchsichtig. Es enthält weder weiße, also luftbeladene Inseln noch sind Einzeläden sichtbar. Auch die Scheibenrolle kann mit einem langen Stiel versehen werden.

Entlüftetes Laminat ist durchsichtig

Abb. 80



Die Arbeit mit eingefärbtem Harz erschwert das Entlüften

Abb. 81

Färbt man das Laminierharz ein, so erschwert das die Qualitätskontrolle des Tränkzustandes. Das gilt besonders bei weißer Einfärbung, weil sich dann die Lufteinschlüsse farblich nicht abheben. Es gilt also: Transparente Harze (und ein dunkler Untergrund) erleichtern die Qualitätskontrolle bei der Laminatherstellung.

Die Fäden der Glasmatte sind mit einem schwachen Bindemittel zusammengehalten, damit man die Matte überhaupt herstellen, wickeln und transportieren kann. Der hierzu verwendete Binder ist so eingestellt, daß er beim Durchtränken von dem im Polyesterharz enthaltenen Styrol vollständig aufgelöst wird, so daß die Glasfäden im flüssigen Polyesterharz schwimmen. Das ist etwa nach zwei Minuten Harz-Einwirkzeit der Fall.

Dann werden die Luftblasen durch Rollen mit dem Scheibenroller ausgequetscht. Dabei wird die Scheibenrolle langsam hin- und herbewegt.

Speziell die äußeren Glaslagen unter der Deckschicht müssen sehr sorgfältig entlüftet werden. Schlecht entlüftete Lamine haben besonders bei wasserbelasteten Teilen eine verkürzte Lebenserwartung. Über die wasserdampfdurchlässige Deckschicht können sie sich mit Wasser füllen, Blasen bilden und zu einem langsamen Abfall der Festigkeit führen.

Behandlung von Falten und Stößen

Bei Mattenlaminaten (nicht bei Geweben) können nach Auflösen des Binders Falten und Stöße mit der Scheibenrolle (bei kleinen Flächen kann man dazu auch einen Rundpinsel benutzen) durch Verschieben der Glasfäden glattgewalzt werden. Ist eine Falte sehr groß und hartnäckig, so wird sie aufgerissen, und die beiden Ränder werden übereinandergelagt und ausgewalzt.

Gewebe müssen stets faltenfrei verlegt werden. Es ist auch darauf zu achten, daß die Fäden keine Schlangenlinie bilden. Geradlinig verlegte Fäden werden ihrer Aufgabe als Zugelement besser gerecht.

Bei geschickter Verlegung wächst die Schichtdicke an der Überlappungsstellen kaum an. Sind trotzdem störende Unebenheiten vorhanden, lassen sie sich nachträglich durch Schleifen und Spachteln beseitigen. Stöße in den verschiedenen Lagen sollen untereinander etwa zehn Zentimeter Abstand haben.

Unterbrechen der Laminierarbeit

Polyesterharz härtet an der Fläche, die der Luft zugekehrt ist, nicht vollkommen aus. Diese Eigenschaft bringt den Vorteil, daß sich selbst nach drei Tagen Pause die nächste Schicht Polyesterharz durch chemische Vernetzung mit der alten Schicht verbindet. Wird die Arbeit innerhalb der verstärkten Schichten unterbrochen, so soll stets am nächsten Tag mit einer Glasmatte begonnen werden (nicht mit Gewebe).

Man achte vor Unterbrechungen unbedingt darauf, daß alle auftapezierten Glasstücke vollständig getränkt und entlüftet sind. Halbgetränktes Glasmaterial »steht auf« und muß abgeschliffen werden.

Grundsätzlich soll ein zügiges Fertigstellen der Laminierarbeiten vom Haftvermittler bis zur Deckschicht hin angestrebt werden. Das ergibt die kürzeste Laminierzeit, da Anschleifarbeiten gänzlich entfallen.

Während vom Haftvermittler zur Kontaktschicht hin das strenge Zeitreglement von dreieinhalb Stunden für den optimalen Verbund gilt, kann man bei den reinen und den

mit Glas angereicherten Laminierharzschichten Unterbrechungen bis zu drei Tagen zulassen, ohne daß zusätzliche Anschleifarbeiten notwendig werden.

Da während dieser Wartezeiten ständig aus dem noch unvollständig vernetzten Harz die für das vollständige Netzwerk vorgesehenen, aber noch nicht eingebundenen Styrolbestandteile durch Abdampfen verlorengehen, kann sich insbesondere die Chemikalienbeständigkeit des Laminats mit wachsenden Pausenzeiten nur verschlechtern.



Die fertige Glasharzschicht

Abb. 82

Die Glaslagen sind luftblasenfrei auftapeziert. Dieses gut entlüftete Laminat wird beim Schleifen stets eine fehlerfreie Oberfläche behalten und nicht nach der Glättung lauter Löcher aufweisen, wie das bei mangelhafter Entlüftung unausweichlich ist. Man sieht die feine Fadenstruktur der 300-m/g²-Matte Typ EPS mit ihrem doppelt spinngeteilten Faden, die die Schleifzeit gegenüber einer nicht spinngeteilten, also großfädigen 450-g/m²-Matte wirksam verkürzt.

Setzt man die Arbeit mit Glas und Harz erst am vierten Tag oder noch später fort, so muß die untervernetzte äußere Harzschicht entfernt werden.

Diese unvollständig vernetzte Fläche klebt und setzt sofort jedes auch noch so grobkörnige Sandpapier zu. Man kann hier nur mit handgeführten oder rotierenden Drahtbürsten abtragen und anschleifen. Ebenso wichtig ist die anschließende gründliche Reinigung der Fläche von Schleifstaub mit einem styrolfeuchten Lappen.

Aus den genannten Gründen kann die Deckschicht, also die Schicht, die später mit Wasser direkt in Berührung kommt, nur dann optimale Qualität erreichen, wenn sie zügig – das heißt unter Einhaltung der minimalen Wartezeit von zwei Stunden – aufgebaut wird.

»Naß-in-naß«-Auftapezieren

Diese Arbeitsweise erspart beim Auftapezieren der Glaslagen Harz und erhöht damit den Glasgehalt. Dabei wird Lage 2 auf die frischgetränkte, d. h. noch »nasse« Lage 1 auftapeziert. Daher die Bezeichnung.

An der Senkrechten ist das flüssige Harz nicht fähig, mehr als eine 450-g/m^2 -Matte oder zwei 300-g/m^2 -Matten auf dem Untergrund festzuhalten. Tapeziert man naß-in-naß mehr Lagen auf, gerät die Haut ins Rutschen oder fällt ab. Auf senkrechten und auf Überkopfflächen muß daher der Unterbau erst anhärtet, ehe man die nächste Schicht auflegt.

Beherrigt man die Regel »Überkopf eine, in der Senkrechten zwei, auf ebenem Untergrund drei Lagen mit einem Harzansatz«, wird das frische Laminat weder rutschen noch durch zu große Reaktionswärme innerlich erhitzen.

Beseitigen von Unebenheiten und Luftblasen

Ist die Glaslage angehärtet, so wird sie optisch und (vorsichtig) durch Fühlen auf aufrechtstehende Glashaare kontrolliert. Solche Fehlstellen werden mit einem Schleifklotz und grobkörnigem Papier überarbeitet. Dabei brechen die aufrechten Glashaare ab.

Größere Unebenheiten in der Oberfläche werden mechanisch mit grobem Schleifpapier (Körnung 60) oder mit dem Stemmeisen entfernt. Findet man solche Fehlstellen schon nach der ersten oder zweiten Glaslage, so werden sie gleich entfernt. Sie würden mit der nächsten Lage nur größer.

Luftblasen bis zu $0,5\text{ mm } \varnothing$ schleichen sich beim Handauflegeverfahren leicht ein, sind jedoch in den unteren Lagen keine Gefahr, solange sie vereinzelt auftauchen. Häufungen feiner Luftblasen verursachen dagegen eine mangelhaft durchgehärtete Zone mit verminderter Chemikalienbeständigkeit. Das muß durch sorgfältiges Entlüften mit der Scheibenrolle vermieden werden. Größere Luftblasen werden aufgestochen und mit Spachtelmasse Ferro-elastic-weiß verfüllt.

Die beiden letzten 300-g/m^2 -Mattenlagen Typ EPS müssen absolut fehlerfrei hergestellt werden, wenn man nicht vorsätzlich Brutstätten für die Blasenkrankheit produzieren will.

Wann und womit die Ränder besäumen?

Diese Arbeit wird zum Beispiel am Schandeckel in Höhe der Scheuerleiste notwendig. Die Wahl des geeigneten Werkzeuges hängt allein davon ab, wann dieser Arbeitsgang durchgeführt wird. Bei einer Topfzeit von 40 Minuten kann etwa eine halbe Stunde nach dem Gelieren der Glasharzrand einfach mit einem Messer besäumt werden. Das Laminat hat dann noch lederartigen Charakter. Schneidet man früher, so löst sich die Matte noch aus dem Harz, die Stelle wird weiß. Man muß noch warten.

Aus dieser Zeitabhängigkeit geht hervor, daß die Glaslagen, die mit ein- und demselben Harzansatz getränkt sind, auch für sich besäumt werden müssen, da ja die Harzansätze zu verschiedenen Zeiten gelieren.

Ist die lederartige Phase überschritten, müssen Holzwerkzeuge (werden schnell stumpf) oder Hartmetallwerkzeuge (Widia) bzw. diamantbesetzte Trennscheiben verwendet werden.



In der lederartigen Phase, die das Laminat etwa eine halbe bis eine Stunde nach Ablauf der Topfzeit hat, kann ein scharfes Küchenmesser zum Besäumen verwendet werden. Ist die Glas-Harz-Wand weiter durchgehärtet, werden Stechbeitel oder Stichsäge eingesetzt.

Besäumen des Laminats

Abb. 85

Nacharbeiten unter den Pallhölzern

Da man das Schiff schon wegen der Harzklebrigkeit und aus zeitlichen Gründen während der Laminierarbeiten nicht umpallen kann, bleiben die Unterstützungsflächen notwendigerweise zunächst unbeschichtet. Nach dem Umpallen muß hier also gemäß dem übrigen Beschichtungsaufbau mit dem Haftvermittler beginnend nachgeschichtet werden.

Man bemüht sich dabei, die einzelnen Lagenstöße zu versetzen, damit sich nicht alle Doppelungen an einer Stelle summieren.

Glätten der Glasharzfläche

Der bereits vorgeschlagene Beschichtungsaufbau weist auf der Außenseite der Beschichtung jeweils zwei Lagen EPS-Matte mit 300 g/m² Flächengewicht auf.

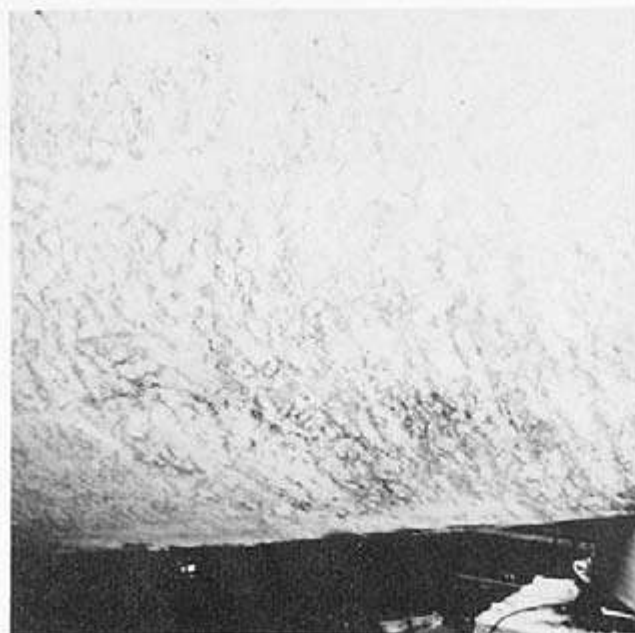
EPS-Matte ist besonders feinfädig (doppelt spinngeteilt). Ihre Fäden haben nur 51 Filamente im Gegensatz zu den 204 Filamenten im Faden der 450-g/m²-Standardmatte. Dieser Umstand führt zu einer Oberfläche mit deutlich verminderter Rauigkeit und reduziert auf diese Weise die Schleifzeit.

Erst spachteln, dann schleifen

Da die Harzaußenfläche aus bekannten Gründen klebrig und damit praktisch nicht schleifbar ist, muß man sie zunächst klebfrei machen.

Verwendet man dazu Polyester-Spachtelmasse Ferro-elastic-weiß, so hat man vier Vorteile:

1. Die Harzfläche wird klebfrei;
2. 20 Minuten nach dem Spachtelmassenansatz kann mit den Schleifarbeiten begonnen werden, und
3. diese Spachtelmasse ist besonders leicht schleifbar;



Die klebrige Harzoberfläche wird zum Schleifen durch einen sparsamen Auftrag von Feinspachtelmasse Ferro-elastic-weiß vorbereitet. Die Spachtelmasse produziert in kurzer Zeit eine trockene und damit überhaupt schleifbare Oberfläche. Durch ihre Eigenfarbe fungiert sie aber zugleich als Tiefenanzeige beim Ausschleifen der Mattenstruktur. Ist die Masse abgetragen, so ist auch die Mattenstruktur ausgeschliffen.

Spachtelmasse als Schleifhilfe auf der Außenhaut

Abb. 84

4. die weiße Spachtelmasse hebt sich vom Laminatuntergrund deutlich ab. So hat man eine optische Kontrolle darüber, wann man bis auf den Grund der Mattenstruktur abgeschliffen hat. Die Beschichtung hat dann wieder die Farbe des Untergrundes.

Trägt man die Spachtelmasse mager auf (was völlig ausreicht), so liegt der Verbrauch der Spachtelmasse bei 200 bis 300 g (= 100 bis 150 ml) je Quadratmeter.

Will man die Mattenstruktur vollständig mit Spachtelmasse abdecken, so wird eine Unterteilung empfohlen.

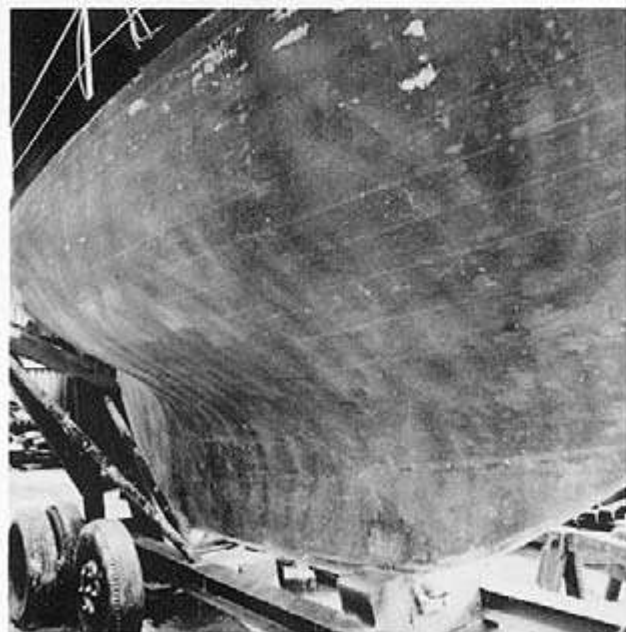
Für das Überwasserschiff: Ferro-elastic-weiß

für das Unterwasserschiff: NAUTOVOSS

Während Ferro-elastic-weiß eine gute Wasserbeständigkeit besitzt, die für das Überwasserschiff vollkommen ausreicht, ist man im ständig wasserbelasteten Unterwasserschiff mit der hochwasserbeständigen NAUTOVOSS-Spachtelmasse am besten bedient.

Leider ist diese Spezialmasse jedoch erheblich schwerer schleifbar und muß auch länger (ca. 12 Stunden) durchhärten, ehe sie bearbeitet werden kann.

Während Ferro-elastic-weiß mit Bp-Härter eine Topfzeit von ca. sechs Minuten besitzt, kann NAUTOVOSS mit Bp-Härter zwölf bis fünfzehn Minuten lang und mit CHP-



Das Laminat ist geschliffen

Mit der 40er Körnung auf dem Bandschleifer ist die Mattenstruktur abgetragen. Es folgt ein Nachgang mit dem Schwing schleifer, der mit 60er Papier bestückt ist. Die als Schleifhilfe benutzte Feinspachtelmasse Ferro-elastic-weiß ist gänzlich abgetragen.

Sollten sich jetzt Lufteinschlüsse als Lunker nach dem Schleifen auftun, so werden sie mit der Spezialspachtelmasse NAUTOVOSS unter Wasser oder mit Ferro-elastic-weiß im Überwasserbereich aufgefüllt.

Unter der transparenten Beschichtung sieht man die ebenfalls mit Polyester-Spachtelmasse aufgefüllten Nähte und Schraubenlöcher.

Abb. 85

Härter sogar ca. 45 Minuten lang aufgetragen werden. Das ist ein Vorteil bei großflächiger Abspachtelung. NAUTOVOSS haftet jedoch nur auf Polyester-Glas-Laminat und darf auch nur in dünnen Schichten von etwa einem Millimeter aufgezogen werden.

Der Verbrauch an Spachtelmasse bei einer mittleren Auftragsdicke von einem Millimeter beträgt ca. 2 kg/m² Außenhaut.

Im gewerblichen Bereich, wo der Lohnfaktor eine sehr wichtige Rolle spielt, haben sich für die Oberflächenglättung auch andere Verfahren bewährt.

Speziell bei Booten mit schlecht strakender Außenhaut muß ein teilweise sehr dicker Spachtelmassenauftrag vorgenommen werden. Nur so hat man die notwendige Substanz für die Strakarbeit.

Womit schleifen?

Beim Schleifen trägt man stets eine Staubmaske, die Mund und Nase abdeckt, und eine Schutzbrille, auch wenn sie des öfteren von Staub gereinigt werden muß.



Geschliffene Klinkerbeplankung

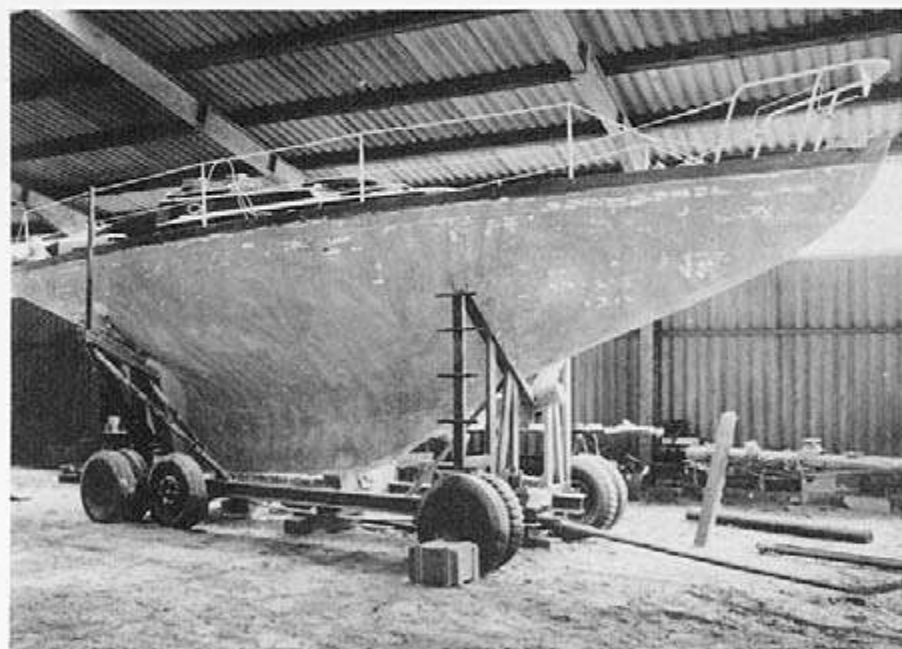
Abb. 86

Wegen des durch die Flächenform bedingten größeren Schleifaufwandes wird bei Klinkerbooten gern mit Polyester-Spachtelmassen zur Glättung gearbeitet. Im Überwasserbereich werden dabei die Feinspachtelmasse Ferro-elastic-weiß, im Unterwasserbereich die Spezialmasse NAUTOVOSS verwendet.

Während einige kleine Flächen mit engen Radien sicherlich per Hand mit einem 60er Trockenschleifpapier geglättet werden, bedient man sich bei den großen Flächen elektrischer Werkzeuge.

Bei den positiv gerundeten Schiffskonturen hat sich ein leichter Bandschleifer aus dem Heimwerkerprogramm mit etwa 75 Millimeter Bandbreite am besten bewährt. Man kann ihn (ggf. von einer Stellage aus) an den lang herabhängenden Armen (und das ermüdet am wenigsten) bedienen. Der Staub kann entweder abgesaugt oder dem Schleifwilligen über den querbelüfteten Motor auf die Füße gepustet werden. Bestückt wird die ca. vier Kilogramm wiegende Maschine mit einer 40er Körnung. Etwa zwei Bänder werden für einen Quadratmeter Außenhaut benötigt. Ihre Standzeit beträgt etwa eine Dreiviertelstunde.

Zu den 1½ Stunden mit dem Bandschleifer für die Grobarbeit kommt noch etwa eine halbe Stunde Nacharbeit mit dem (konventionellen) Schwingschleifer mit 60er Papier. Hier kauft man am besten Rollenware und benutzt einen Profi-Rutscher. Alternativ können Maschinen für Exzenter- und Rotationsschleif mit Absaugung benutzt werden. Für die negativen Rundungen der Außenhaut, namentlich der Rumpf-Kiel-Verbindung beim Weinglasspant, gibt es genau genommen kein geeignetes Werkzeug.



Eine Karweel-Beschichtung, fertig für den Deckschichtauftrag Abb. 87

Bei karweelbepflankten Booten ist die Spachtelmasse praktisch vollständig abgetragen, wenn die Glasharzschicht für das Aufbringen der Deckschicht fertiggestellt ist. Dies ist auch der Moment, wo der Beschichter nach etwa zwei Schleifstunden je Quadratmeter die staubigen Arbeiten abgeschlossen hat und wieder neuen Mut für die Vollendung des Ganzen schöpft.

Man kann hier sektionsweise einen Gummiteller auf einer Heimwerker-Bohrmaschine oder den professionellen Winkelschleifer mit Gummiteller und 24er Körnung zu Hilfe nehmen. Der Winkelschleifer mit seiner hohen Umdrehungszahl ist jedoch in der Handhabung nicht ungefährlich. Zudem ist er ein unangenehmer Staubverteiler, was sich nicht zuletzt durch eine ständig verstaubte Schutzbrille bemerkbar macht.

Sind die Schleifarbeiten beendet und der Schleifstaub entfernt, ist das Schiff für das Aufbringen der Deckschicht vorbereitet.

Daß solche Schleifarbeiten den schwierigsten Teil der Beschichtung ausmachen, wird kein Kenner bestreiten. Dennoch sollte man gerade hier Durchstehvermögen beweisen. Nur eine glatte Oberfläche läßt zum Beispiel im Unterwasserschiff überhaupt eine ordnungsgemäße Vorbereitung für die Antifoulingssysteme zu.

Ist die Mattenstruktur nicht vollständig eingeebnet, so schleift man später die schützende Deckschicht durch und schafft so den Nährboden für die »Blasenkrankheit«. Und auch dann sind die Flächenstücke zwischen den Fäden noch mit Paraffin besetzt, so daß die Antifouling an diesen Stellen nicht haftet. Das ist keine handwerksgerechte Ausführung.

Im Überwasserschiff kommt noch ein ästhetisches Moment hinzu. Eine Beschichtung ist zwar praktisch, aber eine sichtbare Mattenstruktur paßt nun einmal nicht zum Charakter einer Holzjacht.



Die Farbversiegelung wird aufgerollt

Von den Kunststoffbooten her ist bekannt, wie wichtig der Gelcoat als äußere Deckschicht ist. Bei beschichteten Booten muß diese Deckschicht bei der angestrebten Dicke von ca. 0,5 Millimetern in drei Arbeitsgängen aufgetragen werden. Zwei davon mit je 0,2 Millimetern Dicke werden aus den beiden Farbversiegelungen gebildet. Sie werden mit einem Fellohler aufgetragen und anschließend sofort mit einem Pinsel verschlichtet, um das Verlaubbild zu verbessern.

Abb. 88

Aufbringen der Deckschicht

Um die aus Schutzgründen für die Glasharzschicht notwendige Deckschichtdicke von 0,4 bis 0,6 Millimetern zu erzielen, bedient man sich überwiegend einer Deckschicht aus Polyesterharzen. Das schließt jedoch andere Werkstoffe wie z. B. Zweikomponenten-DD-Lacke nicht aus, soweit die geforderte Schichtdicke aufgebaut und eine entsprechende chemische Beständigkeit nachgewiesen ist.

Bei den Polyester-Deckschichten wird die notwendige Dicke in drei Aufträgen hergestellt:

1. **Erster Auftrag von Farbversiegelung**
2. **Zweiter Auftrag von Farbversiegelung**
3. **Schlußanstrich mit Polyester-LT-Lack**

Aufbringen und Rezept für die Farbversiegelungen

Die ersten beiden Anstriche bestehen aus mit Polyesterfarbpasten eingefärbten Versiegelungsharzen und MEKP-Härter.

Man benutzt dabei die folgende Rezeptur für die **Farbversiegelung**:

- 100 Gew.-% N 35 BT (T 40 BT)
- + 10 Gew.-% Polyester-Farbpaste bei farbiger Deckschicht
- + 3 Gew.-% MEKP-Härter

Als Auftragswerkzeug für die Farbversiegelung dient ein Fellroller. Unmittelbares Nachstreichen mit einem (Feinschicht-)Pinsel verbessert die Harzverteilung. Der Verbrauch liegt bei etwa 200 g Farbversiegelung je Quadratmeter Beschichtungsfläche und Arbeitsgang. Der Untergrund soll eine Temperatur von 16 bis 25 °C besitzen. Die Oberfläche der Versiegelung bleibt klebrig.

Für eine Oberfläche von ca. fünf Quadratmetern können folgende Mengen angesetzt werden:

- 1 000 g Schnellversiegelung N 35 BT oder T 40 BT
- + 100 g Polyester-Farbpaste
- + 30 g MEKP-Härter

1 130 g -Farbversiegelung für fünf Quadratmeter bei einem Anstrich

Der zeitliche Abstand von ersten zum zweiten Farbversiegelungsanstrich soll minimal zwei und maximal acht Stunden betragen. Bei längerer Zeitspanne muß mit der Drahtbürste angeschliffen und die Fläche mit einem styrogetränkten Lappen gründlich gereinigt werden.

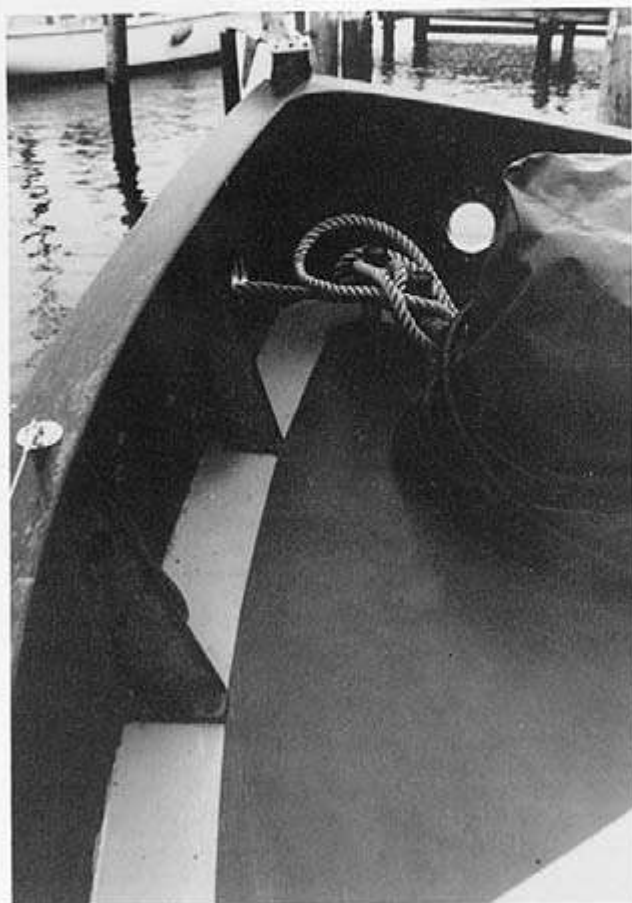
Für den zweiten Farbversiegelungsanstrich gilt dasselbe, einschließlich der Wartezeiten bis zum Schlußauftrag.

Verbesserte Trittfestigkeit

Bei Decksbeschichtungen werden die Trittflächen durch Einstreuen z. B. einer gebrochenen Sandkörnung von 0,7 bis 1,2 Millimetern in ihrer Trittfestigkeit verbessert.

Man streut die Körnung in die noch nasse zweite Versiegelung und fegt die losen Körner nach dem Anhärten der Farbversiegelung vorsichtig ab. Der folgende LT-Lackanstrich bindet die Körner fest in das Laminat mit ein.

Kommt man wie bei großen Motorbooten mit geringerer Rauigkeit aus, kann auch Rutschfestgranulat VP 81/31 im Anteil bis zu 10 Gewichtsteilen dem zweiten Farbversiegelungsanstrich zusammen mit dem Härter beigegeben und gut eingerührt werden. Man muß dann die Trittflächen gesondert abkleben und die übrigen Flächen mit ungefülltem Harz separat behandeln.



Zur verbesserten Trittfestigkeit werden Sandkörnungen von 0,7 bis 1,2 Millimetern in den zweiten Versiegelungsanstrich oder Rutschfestgranulat in den Schlußlack eingegeben. Da diese Deckspartien durch die Rauigkeit bedingt mehr zur Verschmutzung neigen, werden sie gern dunkler abgesetzt. So eine farbliche Differenzierung belebt das Deck in jedem Fall. (Foto: Böbserwert)

Verbesserte Trittfestigkeit an Deck

Abb. 89

Schlußanstrich

Erst der Schlußanstrich mit lufttrocknendem LT-Lack macht die Farbversiegelung oder das Laminierharz an der Luftseite klebfrei. Bei wasserbelasteten Laminaten werden LT 35 SB oder LT 40 SB für diesen Schlußanstrich verwendet.

LT-Lack enthält üblicherweise Paraffin, das aus dem noch flüssigen Lack aus schwimmt und ihn gegen Styrolverlust schützt. Wird dieser Vorgang gestört, so entsteht eine mangelhaft vernetzte Schicht mit den bekannten Nachteilen.

Im Folgenden wird der Arbeitsablauf und die Ansatzrezeptur für LT 35 bzw. LT 40 SB beschrieben: Die Verarbeitung von LT-Lack ist bei dem Produkt LT 40 SB an die Temperaturspanne von 18 bis 25 °C gebunden. LT 35 SB kann unter Beigabe eines Zusatzbeschleunigers ab 12 °C verarbeitet werden.

LT-Lack ist im Anlieferungszustand farblos. Er wird für farbige Deckschichten mit der gleichen Polyester-Farbpaste eingefärbt, die auch für die Farbversiegelungen benutzt wurde. Um seine Qualität möglichst wenig zu beeinflussen, werden jedoch nur 5 % Farbpaste zugesetzt.

Es gilt folgendes Rezept für eingefärbte LT-Lacke (Topcoats):

- 100 Gew.-% Schlußlack LT 35 BT oder LT 40 SB
- + 5 Gew.-% Farbpaste
- + 3 Gew.-% MEKP-Härter



Die Deckschicht GFK-überzogener Boote werden aus zwei Aufträgen von eingefärbten Versiegelungsharzen und einem eingefärbten Schlußlack hergestellt. Die Schichtdicke soll 0,4 bis 0,6 Millimeter betragen, damit sie gegenüber den tragenden Glasharzschichten die notwendige Schutzfunktion entwickeln kann.

Deckschicht bei Beschichtungen

Abb. 90

LT-Lacke sind dünnflüssig, so daß ein gleichmäßiges Unterrühren von Farbpasten leicht möglich ist.

Achtung! Die Farbzugabe zum gesamten LT-Lack wird in einem Arbeitsgang vorgenommen, damit ein gleichmäßiger Farbton erreicht wird. MEKP-Härter (und Zusatzbeschleuniger) werden wiederum partieweise (für die jeweils innerhalb der Topfzeit verarbeitbare Menge) zugesetzt.

Bei einer Zugabe von 3 % MEKP-Härter beträgt die Topfzeit des LT-Lacks ca. 15 Minuten, so daß jeweils nur die Lackmenge mit Härter versehen werden soll, die mit Sicherheit in diesem Zeitraum verarbeitet wird. Die Topfzeitangabe bezieht sich auf eine Temperatur von 20 °C.

Ist die Formoberfläche kälter, so wird die einwandfreie Aushärtung von LT 35 SB durch den Zusatzbeschleuniger DAA (Diäthylanilin) erreicht (nicht bei LT 40 SB möglich).

Es gelten folgende Rezepturen:

Temperatur am Bauteil	Lack	Farbpastenzugabe	Zusatz-Beschleuniger	Härter
18–25 °C	LT 35 B	5–10 %	0 % DAA	3 % MEKP
16 °C	LT 35 B	5–10 %	1 % DAA	3 % MEKP
12 °C	LT 35 B	5–10 %	3 % DAA	3 % MEKP

Rezepturen für Schlußlack LT 35 SB als Deckschichtbestandteil.

Das Rezept für 12 °C Untergrundtemperatur sollte nur in akuten (=Not-)Fällen genutzt werden.

Das Rezept für 12 °C ist eine Notlösung, die wegen der schlechten Verlaufeigenschaften, wenn möglich, verworfen werden sollte. Sie erfordert in jedem Fall eine sofortige gründliche Nachtemperung bei mindestens 30 °C.

Wird aus Farbversiegelungen und LT-Lack eine äußere Deckschicht hergestellt, so soll der LT-Lack auf die minimal zwei bis maximal acht Stunden alte zweite Farbversiegelung aufgetragen werden.

Die Rezepturen in Abhängigkeit von der Temperatur müssen streng eingehalten werden, da sonst die zur klebfreien Aushärtung benötigte kurze Topfzeit überschritten würde. Andererseits darf die Oberfläche beim LT-Lackauftrag nicht wärmer als 25 °C und bei Außenarbeiten auch nicht direkt von der prallen Sonne beschienen sein. Sonst tritt nämlich das Paraffin nicht aus. Der LT-Lack wird dann nicht klebfrei. Der Verbrauch von LT-Lack beträgt ca. 200 g/m².

Als Auftragswerkzeug für die Schlußlacke wird meistens ein Fellroller benutzt. Eine gänzlich entlüftete und glattere Oberfläche erzielt man aber erst durch anschließendes Ausstreichen (Verschlichten) mit einem Feinschichtpinsel quer zur Auftragsrichtung der Rolle (Kreuzstrich). Ein Mann trägt mit der Rolle den Lack vor, und der zweite Mann streicht (Schulter an Schulter) unmittelbar hinterher mit dem Pinsel quer zur Auftragsrichtung aus.

Eine nachträgliche Ausbesserung des noch flüssigen Lacks (z. B. Beseitigung von Läuferrillen) führt mit Sicherheit zu einem Oberflächenfehler. Der Lack kann nämlich den für die sachgemäße Aushärtung notwendigen Paraffinfilm an seiner Oberfläche nicht bilden. Dieser Film wird durch jede Nacharbeit zerstört. Die reparierte Stelle wird später von Flüssigkeiten angegriffen.

Der LT-Lack muß acht Tage durchgehärtet sein, bevor er chemisch belastbar wird.

Schlußlack-Ansatz für ca. 5 m² Oberfläche:

1 000 g = 1 000 g LT-Lack 35 SB (LT 40 SB)

+ 5 % = $1\,000 : 100 \times 5 =$ 50 g Farbpaste

zusammen 1 050 g LT 35 SB (LT 40 SB), farbig

+ 3 % = $1\,050 : 100 \times 3 =$ ca. 30 g MEKP-Härter

ergibt ca. 1 080 g Fertigmateriale

Muß wegen der niedrigen Temperatur mit dem Zusatzbeschleuniger DAA gearbeitet werden, sieht das Rezept folgendermaßen aus. Beispiel für 12 °C auf der Formwand, also LT 35 SB mit 3 % Zusatzbeschleuniger DAA:

1 000 g = 1 000 g LT 35 SB

+ 5 % = $1\,000 : 100 \times 5 =$ 50 g Farbpaste

zusammen 1 050 g LT 35 SB, farbig

+ 3 % = $1\,050 : 100 \times 3 =$ ca. 30 g Zusatzbeschleuniger DAA

zusammen ca. 1 080 g LT-Lack, farbig, mit DAA

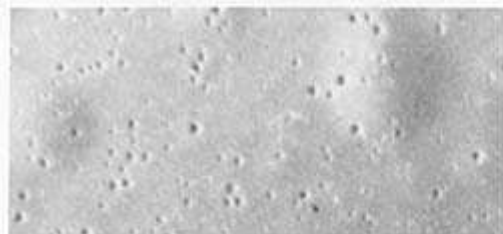
+ 3 % = $1\,700 : 100 \times 3 =$ ca. 50 g MEKP-Härter

ergibt ca. 1 130 g Fertigmateriale

Häufige Fehler beim Auftragen von LT-Lack

Zu niedrige Temperatur des Untergrundes läßt LT-Lack nicht einwandfrei härten. Beim LT-Lack-Auftrag muß die Untergrundtemperatur bekannt sein. Das »Temperaturfühlen« mit der Hand täuscht häufig sehr.

Mit Tesa fest auf den Laminieruntergrund aufgeklebte Thermostreifen mit Zahlenanzeige, vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt, sind gute Anzeigeelemente.



Die zehnfache Vergrößerung zeigt die Luftblasenkrater an der Oberfläche der Deckschicht. Die Luftblasen im schlecht entlüfteten Lackfilm führten in kurzer Zeit zur Blasenbildung.

Schlecht entlüfteter LT-Lack

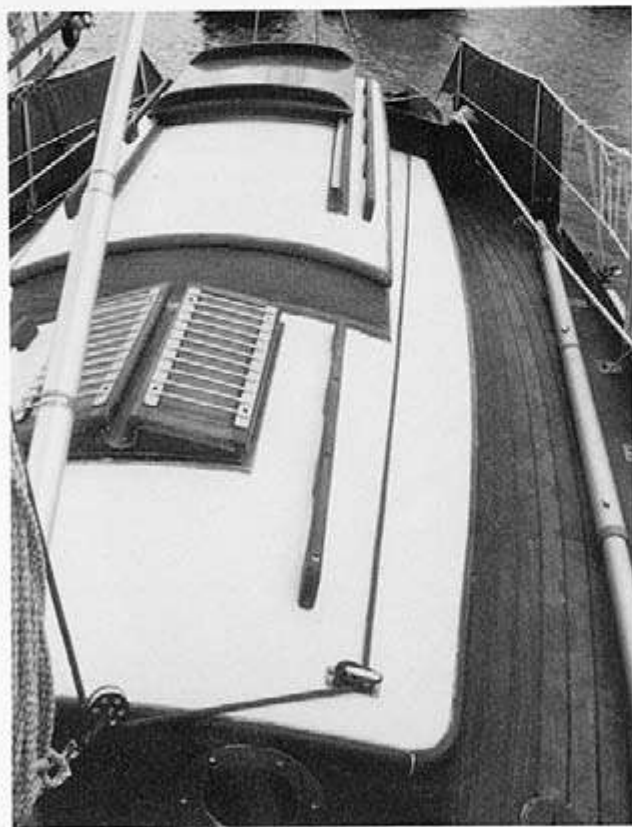
Abb. 91

Der LT-Lack darf nicht mehr als zwanzig Minuten Topfzeit auf der Bauteilfläche haben, sonst verliert er zuviel Styrol und »klebt«. Das Formteil darf auch nicht wärmer als maximal 25 °C sein, damit sich der Paraffinfilm bilden kann. Er erzeugt eine matte Oberfläche. Blanker LT-Lack ist nicht ordnungsgemäß durchgehärtet!

Die LT-Lack-Oberfläche

Durch den für die Klebfreiheit notwendigen Paraffinfilm besitzt der LT-Lack eine matte Oberfläche. Dieser Effekt ist immer dann willkommen, wenn wenig oder keine Schleifarbeit in die letzte Mattenschicht investiert wurde. Eine hochglänzende Fläche würde solche »Sparsamkeit« sonst schonungslos bloßlegen.

Hat man sich mit der letzten Mattenlage beim Schleifen Mühe gegeben, so kann man die ursprünglich matte LT-Oberfläche durch Feinschleifen und Aufpolieren mit Polierpasten auf Glanz bringen. Man braucht dann nicht zu anderen Farbsystemen zu greifen.



Hochglänzende Oberflächen bei Beschichtungen

Hier wurden an Deck Ein-komponenten-DD-Lacke verwendet. Im Rumpfbereich setzt man Zwei-komponenten-DD-Lacke ein, wenn man eine hochglänzende Oberfläche wünscht.

Alternativ werden im Rumpfbereich auch die LT-Lacke geschliffen und dann aufpoliert. Dieses Verfahren ist zwar aufwendig, ergibt aber eine härtere Oberfläche, als man sie mit DD-Lacken erreicht.

Abb. 92

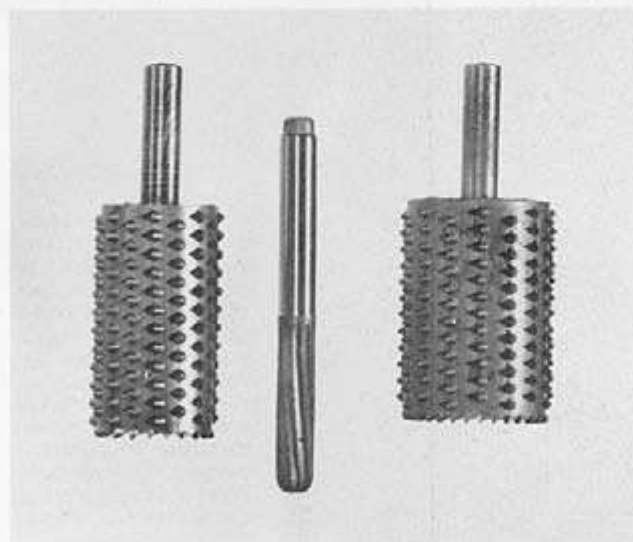
Will oder muß man (wie im Unterwasserschiff bei der Antifouling) weitere Anstriche auf den LT-Lack bringen, so wird es notwendig, die Paraffinschicht zu entfernen. Der Paraffin – also Wachsfilm – wirkt sonst nämlich wie ein Trennmittel, das eine Haftung von weiteren Anstrichen zunächst ausschließt.

In diesem Fall bleibt nur ein Abschleifen dieser Trennschicht, wobei darauf geachtet werden muß, daß nicht zuviel Deckschichtdicke verlorengeht. Dieses Anschleifen wird mit 180er oder 220er Papier auf einem Schwingschleifer durchgeführt und verbessert noch einmal die Oberfläche. Bevor man zu dem ergänzenden Farbsystem greift, kontrolliert man die Qualität seiner Vorarbeit durch einen Haftungsversuch.

Haftvermittelnde Primer, die von den Farbherstellern als Haftvermittler angeboten werden, braucht man dank der Schleifrauhigkeit und sollte man nicht in Anspruch nehmen. Sie sind ihrer Aufgabe nach anlösende Flüssigkeiten und stellen daher einen chemischen Angriff auf die Deckschicht dar, die in ihrer Qualität dadurch nicht verbessert werden kann.

Wie schon angedeutet, sind auch andere Farbsysteme (z. B. Zweikomponenten-DD-Lacke oder epoxidhaltige Anstriche) einsetzbar. Sie erfordern bei einer Dicke von 0,4 Millimetern je nach Festkörpergehalt sieben bis zehn Anstriche, zumindest im Unterwasserschiff, und ihre Eignung für diese Aufgabe muß nachgewiesen sein.

Will man z. B. Lukendeckel mit einem transparenten Laminat abdecken, so wird die geglättete Mattenfläche mit transparentem DD-Lack überzogen. Eine solche Beschichtung hat aber nur dann Bestand, wenn der Lukendeckel am Liegeplatz mit einer Persennig abgedeckt ist. Sonst vergraut oder vergilbt das Holz darunter durch die UV-Bestrahlung der Sonne auch in unseren Breiten.



Solche Holzraspeln, eingespannt in regelbare Heimwerker-Bohrmaschinen sind ideale Bearbeitungsinstrumente für Glasfaser-Kunststoffe. Gegen den Schleifstaub empfiehlt sich das Tragen einer Atemschutzmaske und einer Schutzbrille.

Rotierende Holzraspeln für die Kunststoff-Bearbeitung

Abb. 93

Installation der Anbauteile

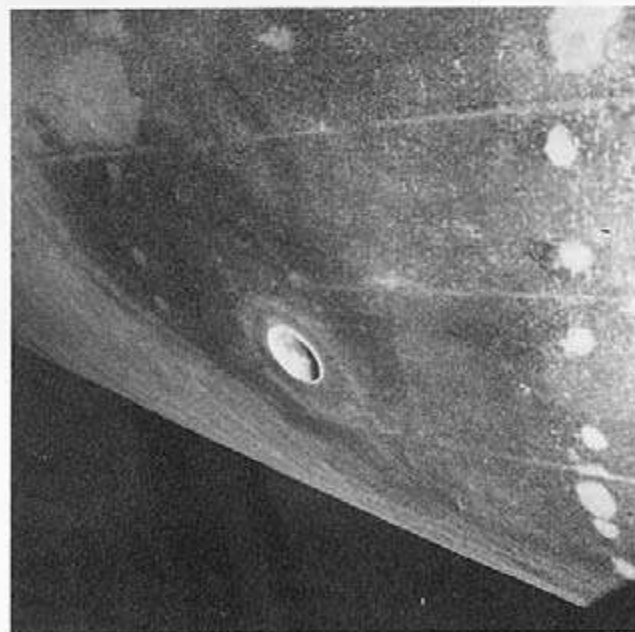
Da man die Matten über den offenen Durchbrüchen nur sehr unvollständig mit Laminierharz imprägnieren kann, findet man die Öffnungen für die Fittinge sofort wieder. Sie werden entweder – wie die Mattenüberstände – im lederartigen Zustand mit einem Messer aufgeschnitten, oder man bohrt sie an und fräst sie dann mit einer rotierenden Holzraspel aus (siehe Abbildung).

Um kleine Öffnungen herum die Lagenzahl zu vermindern, ist eine schlechte Maßnahme. Gerade im Bereich der Bohrung, die ja in jedem Fall eine Schwächung darstellt, sollte stets die volle Laminat-Dicke beibehalten werden.

Einbau der Fittinge

Beim Einsetzen der Fittinge wird die durch die Beschichtungsdicke bedingte Mehrlänge in aller Regel keine Rolle spielen.

Zur Abdichtung zwischen Borddurchlaß und Beschichtung wird dauerelastischen Einkomponenten-Silikon-Kautschuk verwendet, den es in verschiedenen Farben und farblos als Kartuschenware im Handel gibt. Man zieht die Durchbrüche nach der Montage sachte an und läßt die Dichtungs­masse gut anhärt­en. Das kann – je nach Feuchtezufuhr – bis zu drei Tagen dauern. Dann erst wird der Fitting fest angezogen.



Einbau von Fittingen

Zum Bohren des beschichteten Holzes werden HSS-Bohrer oder für große Durchmesser Topfbohrer, wie sie für die Holzbearbeitung üblich sind, verwendet. Bei beschichteten Booten werden die gleichen Fittinge mit Kragen wie bei reinen Holzbooten verwendet. Zwischen Beschichtung und Fittingkragen wird dauerelastische Dichtmasse verwendet.

Abb. 94

Einbau des hinteren Wellenlagers

Zunächst einmal wird die Beschichtung auf dem nach hinten aus dem Totholz ragenden Stevenrohr so nachgearbeitet, daß das Lager auf – und bis gegen das Totholz geschraubt werden kann.

Dann werden die Anlageflächen vom Lagerflansch und Totholz auf Parallelität und auf die Stellung des meistens ovalen Lagerflansches kontrolliert.

Der Flansch muß in montierter Stellung auf jeden Fall wieder mit Hilfe von (möglichst Niro-) Schrauben arretierbar sein.

Paßt alles, so wird der Flansch unter Zuhilfenahme von dauerelastischen Silikonmassen fertig montiert.

Da von der Schraube in aller Regel Vibrationen ausgehen, wird man das Laminat um das Stevenrohr herum etwas dicker wählen als im übrigen Unterwasserschiff. Beim Nacharbeiten (Planen) der Anlagefläche wird von diesem zusätzlichen Laminat ohnehin noch Material abgetragen.

Man überprüfe sorgfältig die Schrauben und Gewindelängen, damit sich hier keine Komplikationen einstellen.



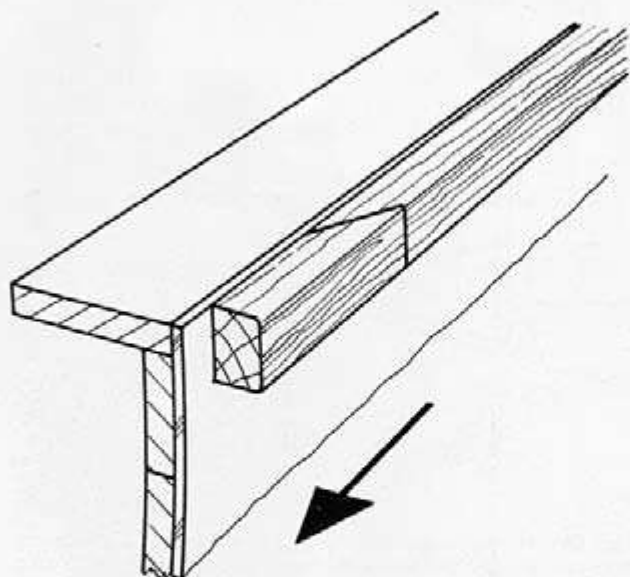
Laminatabschluß am Wellenlager

Abb. 95

Die Beschichtung wird bei abgebauter Ringplatte bis an das Lager herangeführt. Dann muß die Beschichtungsoberfläche sehr sorgfältig senkrecht zum Stevenrohr ausgerichtet und plangeschliffen werden. Vor der Endmontage wird dauerelastischer Silikon-Kautschuk zwischen Beschichtung und Ringrückseite angegeben.

Montage der Scheuerleiste

Die (oftmals neue) Scheuerleiste sollte etwa zweieinhalb mal so hoch sein wie das Deck dick ist. Ihre Dicke wird nicht unter 20 mm liegen, weil sonst zu wenig Fleisch unter dem Schraubenkopf oder zu wenig Führung für den Pfropfen übrig bleibt. Stöße von Leistenteilen werden in Fahrtrichtung gesehen nach hinten geneigt. So kann man bei Vorwärtsfahrt mit dem Boot nirgendwo hinterhaken.



Leistenstöße sind in Fahrtrichtung gesehen nach hinten geneigt.

Die Leiste wird ebenfalls mit dauerelastischem Silikon-Kautschuk aufgesetzt, um dem Wasser keine Möglichkeit zum Hinterlaufen dieses Holzteiles und damit zur vor-schnellen Zerstörung zu geben.

Scheuerleiste als oberer Abschluß der Beschichtung

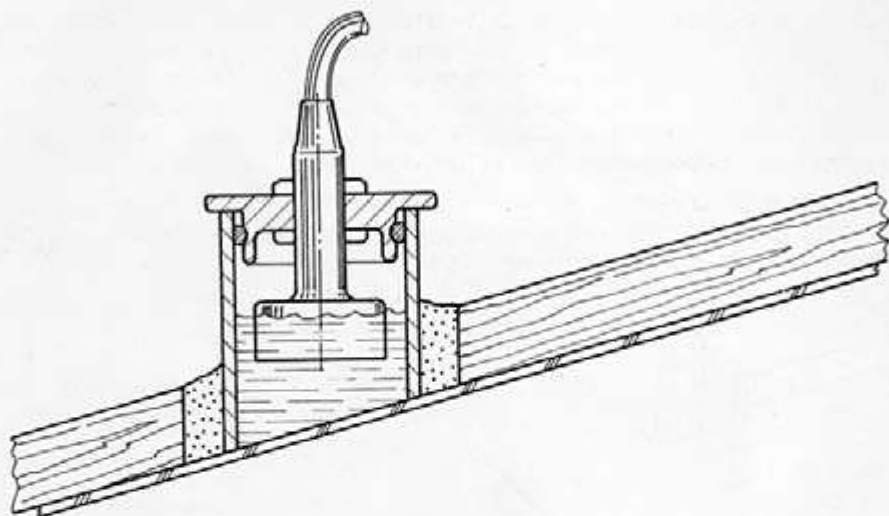
Abb. 96

Einbau des Echolot-Gebers

Der Echolot-Geber mit seinem hölzernen Formstück ist bei Holzbooten stets ein unharmonisches Anhängsel und außerdem noch eine zusätzliche Öffnung in der Außenhaut.

Beim überzogenen Boot kann er endlich in befriedigender Weise und ohne Öffnung installiert werden. Man setzt ihn einfach in ein kurzes PVC-Rohr unter die GFK-Beschichtung. Die Planke wird nach der Beschichtung von innen her bis zur Beschichtung aufgebohrt, und ein PVC-Rohr mit Abschlußdeckel aus dem Sanitärhandel wird in die Ausnehmung eingesetzt. Zum Vergießen und Einkleben des Rohrstützens ver-

wendet man Polyester-Spachtelmasse (evtl. mit etwas Versiegelungsharz N 35 BT verdünnt). Durch den Stutzen hindurch wird die Laminat-Rückseite zweimal mit der Versiegelung N 35 BT + MEKP-Härter im Abstand von einer Stunde versehen und, wiederum eine Stunde später, wird diese Schicht mit dem Schlußanstrich LT 35 SB als innere Deckschicht vervollständigt. Der Geber wird im PVC-Deckel plaziert und in den mit Wasser gefüllten Rohrstützen eingesetzt.



Echolot-Schwinger

Abb. 97

Der Schwinger wird in einem auf die GFK-Haut angesetzten PVC-Rohr plaziert. Das bedeutet: Keine zusätzliche Öffnung in der Außenhaut und keine Beschädigungsgefahr mehr für den Echolot-Geber beim Slippen.

Holzbehandlung

Mit dem nun pflegearmen Bootsrumpf wird oft auch der Wunsch einhergehen, den Wartungsaufwand der unbeschichteten Naturholzteile an Deck zu senken. In diesem Zusammenhang sei auf die wachshaltigen Holzschutzmittel-Lösungen verwiesen, die bei richtiger Behandlung eine holzsättigende Tiefenwirkung haben und nicht mehr die allein filmbindende Eigenschaft eines Lacks. Ein Abplatzen mit seinen arbeitsreichen Folgen ist daher vermeidbar.

Im Bootsinnenbereich kann man mit farbstoffhaltigen Holzimprägnierungen arbeiten, die keinen Film bilden. Zur Auffrischung dieser Konservierungen ist lediglich ein kurzer Zwischenschliff mit 180iger Papier notwendig. Dann können die Imprägniermittel erneuert werden.

Reinigung und Pflege der Beschichtung

Während der Saison wird das Deck mit dem Süßwasserschlauch vom Steg und die Außenhaut der Einfachheit halber mit Seewasser gereinigt. Genügt das alleine nicht, so greift man zum Spülmittel aus der Pantry.

Bei stärkeren Verschmutzungen wird man eine schonenden Reiniger wie POLY-CLEAN einsetzen, der ebenfalls universell an Bord einsetzbar ist vom Teekessel bis zur Außenhaut.

Hat sich eine Schmutzkruste gebildet oder ist die Oberfläche von der Witterung rauh geworden, so setzt man eine leicht schleifmittelhaltige Polierpaste, wie POLYGLANZ ein. Man erzielt damit neben der Reinigung und Glättung der Oberfläche zusätzlich eine schützende Wachssicht. Poliert man maschinell mit einer Schwabbel Scheibe, so ist darauf zu achten, daß die Kunststoff-Fläche über die Reibungswärme nicht zu sehr erwärmt wird. Die Deckschicht kann sich dann aufwölben.

Zum Frühjahrsputz wird alle ein bis zwei Jahre mit POLYGLANZ durchpoliert. Die Farbkraft der Deckschicht wird dabei wieder voll zum Vorschein kommen, und der Wachsfilm ergibt eine willkommene Schutzwirkung.

Amoniakhaltige Reiniger sind auf jeden Fall zu meiden. Sie können bei längerer Einwirkung sogar Farbverschiebungen hervorrufen.

Kurzanleitung für die Beschichtung eines Holzbootes

1. Alte Farbanstriche gründlich entfernen. Möglichst nicht abbrennen. Wenn das aber geschieht, gründlich nachschleifen, damit die Poren des Holzes freigelegt werden. Das Boot kann auch durch Sandstrahlen gereinigt und gleichzeitig aufgeraut werden.
2. Das Boot gegen Regen schützen und bei Durchzug trocken lagern.
3. Bei einem geklinkerten Boot die scharfen Kanten mit einer Raspel oder einem Hobel brechen. Die Hohlkehlen mit Polyester-Schachtelmasse Ferre-elastic, weiß, evtl. mit Dreikantleisten abrunden (Mindestradius 10 mm).

Bei einem karweel-geplankten Bootsrumpf die Fugen zwischen den Planken von elastischem Füllmaterial befreien (Kalfatwolle) und mit Polyester-Spachtelmasse ausfüllen.

4. Haftgrundierung G4 auftragen (G4 ist gebrauchsfertig, keine Härterzugabe nötig). Verbrauch ca. 200 bis 250 ml/m².
5. Minimal nach etwa einer halben Stunde, maximal innerhalb der folgenden vier Stunden, die Beschichtung mit der ersten Lage vornehmen oder die Kontaktschicht aus Laminierharz + 3 % MEKP-Härter vornehmen. Nach spätestens drei Tagen (sonst zwischenschleifen) die übrigen Glaslagen auftapezieren, wobei nicht mehr als drei Tage zwischen dem Auflegen zweier Glaslagen vergehen sollen.
6. Nach Anhärten der letzten Lage die gesamte noch leicht klebrige Fläche mit Polyester-Spachtelmasse dünn überspachteln. Hierfür eignet sich am besten Ferro-elastic-weiß. Die Spachtelmasse ist nach 20 Minuten schleifbar.
Erfahrungsgemäß wird beim Egalisieren die gesamte Spachtelmasse wieder abgetragen. Auf diese Weise hat man die Gewähr, überall die tiefsten Stellen der Glasmattenstruktur erreicht zu haben.
 - a. Alternativ: Soll die Bootsaußenseite mit Spachtelmasse geglättet werden, so kann über Wasser Ferro-elastic-weiß und unter Wasser muß der wasserbeständige Spachtelmasstyp NAUTOVOSS eingesetzt werden. NAUTOVOSS kann mit dem auf Wunsch lieferbaren CPH-Härter großflächig verarbeitet werden (Topfzeit ca. 45 Minuten). Bei kleinen Stellen wird der mitgelieferte Bp-Härter eingesetzt (Topfzeit ca. 10 bis 15 Minuten).
7. Erste Farbversiegelung mit Versiegelungsharz + 10 % Polyester-Farbpaste + 3 % MEKP-Härter vornehmen.
8. Nach minimal 2, maximal 8 Stunden die zweite Farbversiegelung auftragen.
9. Nach minimal 2, maximal 8 Stunden den Schlußanstrich mit dem LT-Lack + 5 % Polyester-Farbpaste + 3 % MEKP-Härter aufbringen. Die Topfzeit des LT-Lacks darf ebenfalls 15 Minuten nicht überschreiten (Probeansatz). Bei verlängerter Topfzeit (zu kühle Untergrundtemperatur) sollte ggf. der Zusatzbeschleuniger mitverwendet werden. Obere Temperatur bei der LT-Lack-Verarbeitung 25 °C, d. h. pralle Sonneneinstrahlung vermeiden.
 - a. LT-Lack trocknet mit matter Oberfläche. Wird eine hochglänzende Fläche gewünscht, so kann entweder nach einer Härtingszeit von mindestens 3 Tagen die Bootsfläche feingeschliffen und mit Polierpaste aufpoliert werden, oder die Fläche wird so angeschliffen, daß der Paraffinfilim an der Lackoberfläche entfernt ist und dann wird ein DD-Lack-System ohne Zwischenschalten eines Primers aufgetragen.
10. Nach Beendigung aller Arbeiten sollte das Boot bei erhöhter Temperatur nachgehärtet (getempert) werden. Eine Erwärmung auf 30 °C über ca. 3 Tage oder von 40 °C über 16 Stunden bringt einen sehr guten Aushärtungsgrad.

Weitere wichtige Beschichtungs-Hinweise:

- a) Glasmatten mindestens 24 Stunden vor Beschichtungsbeginn im Verarbeitungsraum lagern, um keinen Feuchtigkeitsniederschlag durch Temperaturunterschiede auf dem Glas zu bekommen.
- b) Flüssige Materialien müssen vor jeder Behälterentnahme sorgfältig aufgerührt werden.
- c) Mischverhältnisse, Material-Qualität und Verarbeitungshinweise genauestens beachten! Dazu sind Meßgeräte, evtl. auch eine Waage notwendig.
- d) Harz, Härter, Farbpasten usw. genau abwägen bzw. abmessen und sorgfältig vor der Verarbeitung vermischen!
- e) Nur restlos saubere und trockene Lammfellrollen, Scheibenroller, Feinschichtpinsel usw. verwenden. Rollen müssen nach dem Auswaschen mit Reinigungsmittel im Verarbeitungsraum gründlich abgelüftet haben, bevor sie wieder verwendet werden.
- f) Wichtig ist die Einhaltung der Schichtstärke bei den beiden Schnellversiegelungen und dem Schlußanstrich. Es muß insgesamt eine Schichtstärke von 0,5 mm erreicht werden. 0,4 mm Schichtstärke sollen auch nach eventuellem Anschleifen nicht unterschritten werden. Andernfalls besteht die Gefahr einer Unterhärtung und eines nicht ausreichenden Schutzes des Laminates.
- g) Eine dauerhafte Beschichtung ist nur durch Einsatz von geeignetem Material in guter Qualität möglich. Grundvoraussetzung für hohe Qualität bleibt jedoch die sorgfältige und gewissenhafte Verarbeitung.

Um alle örtlichen Einflüsse in ihrer Wirkung abzuklären, wird eine Probebeschichtung empfohlen.

Die Beschichtung von Stahl- und Ferrocementbooten mit Polyesterharz und Glasmatten

Wenn hier die Beschichtung von Stahl- und Ferrocementbooten gemeinsam besprochen wird, so deswegen, weil durch das gleichartige Verhalten beider Bootbaustoffe, auch bei der Beschichtung weitgehende Parallelen auftauchen.

Beide Werkstoffe unterscheiden sich vom Holz dadurch, daß sie ihre Dimensionen nur unter dem Einfluß wechselnder Temperaturen ändern. Der Einfluß der Feuchtigkeit, der für die Dimensionierung der Holzbootbeschichtung bestimmend ist, tritt bei diesen beiden Baustoffen nicht in Erscheinung. Daher kommen Boote aus Stahl und Ferrocement auch mit einer dünneren Kunststoffhaut aus.

Im übrigen gelten im wesentlichen die für die Holzbootbeschichtung beschriebenen Zusammenhänge. Nur die abweichenden Punkte sind im folgenden speziell für die Stahl- und Ferrocementboote besprochen.



Glasfaserkunststoff-Beschichtung als Korrosionsschutz

Abb.99

Die 12 m lange Doppelschrauben-Jacht »ZENITH« erhielt den Kunststoff-Mantel als Schutz gegen die Korrosion. Bei genieteten Stahlbooten können auch Undichtigkeiten ein Beschichtungsgrund sein. Im allgemeinen gibt die Lochfraßkorrosion bei Stahlboot-Eignern den Denkanstoß für eine Kunststoff-Beschichtung.

Warum werden Stahl- und Ferrocementboote beschichtet und womit?

Bei Stahlbooten ist es in erster Linie der Rost, der den Eigner an eine Beschichtung denken läßt. Bei genieteten Booten können Undichtigkeiten als zweiter Entscheidungsgrund hinzukommen.

Die von keinem Anstrichsystem erreichbare hohe Stoßfestigkeit und die schon aus der großen Beschichtungsdicke resultierende wasserdampfsperrende Wirkung sind Entscheidungsgründe für Beschichtungen auf Stahl-Neubauten bei Eignern, die eine dauerhafte und pflegearme Stahlbootoberfläche wünschen. Als angenehme Beigabe erhalten sie eine verbesserte Wärmedämmung. Die Kunststoffhaut bremsst den Wärmeab- oder zufluß immerhin rund 300 mal wirksamer als eine gleichdicke Stahlwand.

Bei Ferrocementbooten, wo die Korrosion der Armierungseisen der optischen Kontrolle entzogen ist, beziehen die Eigner nicht selten eine GFK-Haut von vorn herein fest in ihre Neubau-Überlegungen mit ein. Das durch diese Maßnahme befriedigte eigene Sicherheitsbedürfnis wird sich außerdem bei einem eventuellen Verkauf des Bootes in barer Münze realisieren lassen. Die niedrigen Wiederverkaufspreise von Ferrocementyachten resultieren nämlich in erster Linie aus der Unsicherheit über den mechanischen Zustand der Verstärkungseisen.

Beide Bootsarten werden mit Polyesterharz und Glasmatten als Verstärkungsmittel ummantelt. Die größere Steifigkeit der Gewebe in Fadenrichtung bleibt im Vergleich zum Stahl- oder Ferrocement-Unterbau stets von untergeordneter Bedeutung. Matten sind eben bei der Verlegung erheblich einfacher zu handhaben und sie ergeben bei gleicher Glasmenge, bedingt durch ihr höheres Harzaufnahmevermögen, mehr Schichtdicke, die dem Korrosionsschutz förderlich ist.

Passend zu den styrollöslichen Glasmatten wird auch hier mit Polyesterharzen gearbeitet. Die Verankerung der Beschichtung wird sowohl für den Stahluntergrund als auch auf der Betonoberfläche durch G4 als Haftvermittler sichergestellt.

In welchem mechanischen Zustand muß das Boot vor der Beschichtung sein?

Bevor die Außenhaut ummantelt wird, werden bei Stahlbooten zum Beispiel stark angrostete Boden- oder Seitenplatten ausgewechselt. Folgt man den Vorschriften des Germanischen Lloyd, so sind alle Bauteile, deren Dicke auf 90 % des Ursprungsmaßes vermindert ist, zu ersetzen. Bei örtlich geschädigter, also zum Beispiel von Lochfraß-Korrosion befallener Platten, kann hingegen eine Glasfaser-Kunststoffhaut durchaus als Reparaturmittel angesehen werden.

Soll in Teilbereichen die Beulsteifigkeit einer Stahlplatte verbessert werden, so kann man rechnerisch gleichsetzen:

Die Beulsteifigkeit einer 1 mm dicken Stahlplatte entspricht der Beulsteifigkeit einer 3 mm dicken Mattenbeschichtung.

Auch Änderungen im Bereich des Vorstevens, Spiegels, Kiels oder das Installieren von Einbauteilen (Tanks), das mit Schweißarbeiten und somit einer örtlich starken Erwärmung der Außenhaut gekoppelt ist, sollten abgeschlossen sein, bevor es an die Beschichtung geht.

Bei Ferrocementbooten sind von der Beschichtung alle Krafteinleitungspunkte zu überprüfen. Risse im Beton, um solche mechanisch hoch beanspruchter Stellen herum, deuten auf eine fehlende oder fehlerhafte Verankerung. Hier müssen die Eisen freigelegt, ergänzt und wieder einbetoniert werden.

Schäden (Spinnen) werden ebenfalls vor der Beschichtung beseitigt. Der Beton muß hier also entfernt und neu eingebracht werden. Nach etwa 4 Wochen ist die Reparaturstelle so ausgetrocknet, daß mit der Beschichtung begonnen werden kann.

Teilbeschichtung

Auch bei Stahl- und Ferrocementbooten sind Teilbeschichtungen (beschichtetes Unterwasserschiff) die schlechtere, aber grundsätzlich eine mögliche Lösung. Die unterschiedliche Behandlung der verschiedenen Untergründe (Stahl/GFK oder Ferrocement/GFK) bringt später in jedem Falle größere Kosten bei den Erhaltungsmaßnahmen.

Reine Unterwasserschiff-Überzüge wird man dennoch nicht im Wasserpaßbereich, sondern ca. 12 bis 15 cm darüber enden lassen, um bei Wellen, Krängung und mit Urlaubsproviand immer noch GFK-geschützt zu bleiben.

Selbst wenn noch 40 % der gesamten Außenhaut im Freibereich übrigbleiben, sollte man scharf überlegen, ob sich die Materialeinsparung lohnt, zumal die Beschichtungsarbeit selbst im Überwasserschiff stets schneller von der Hand geht als im Unterwasserbereich mit seinen Überkopf-Partien.

Vorbehandlung der Außenhaut für Stahlboote

Zum Entfernen der alten Anstriche wird man entsprechende Abbeizer benutzen. Schwieriger wird es bei der Vorbereitung der Metalloberfläche.

An diesem Punkt scheiterten erfahrungsgemäß die meisten Beschichtungswilligen: Sandstrahlen ist nämlich mit Abstand die beste Vorbehandlung. Schleifen mit der Scheibe oder der Bürste ist einmal nicht so gründlich und glättet außerdem die Oberfläche so, daß sie die Haftung erschwert.

Das Sandstrahlen verursacht oft hohe Kosten (manchmal auch noch Transport-schwierigkeiten), so daß man sich nach dem Kaufpreis eines Heimwerkergerätes (z. B. Westfalia, Hagen) und nach der Mietmöglichkeit für Druckluftkompressor erkundigen sollte. Dann vermindert sich das Problem auf die Bereitstellung eines Platzes für diese Arbeit.

Ersatz für das Sandstrahlen kann notfalls noch die Entrostung mit einem Nadelentrostler durchgeführt werden. Damit geht die Entrostung zwar nicht so schnell vonstatten, aber die Prozedur ist etwas weniger staubig.

Die beste Entrostung war umsonst, wenn sich vor dem Auftragen des Haftvermittlers wieder Flugrost auf den frischgestrahlten Flächen bildet. Man muß also die frischgestrahlte Oberfläche möglichst schnell von Staub befreien und dann den Haftvermittler G4 aufrollen. Auch die Wartezeit zwischen dem Haftvermittler G4 und Kontaktschicht aus Polyesterharz + Härter von einer halben bis zu vier Stunden will beachtet sein.

Vorbehandlung der Außenhaut für Ferrocementboote

Wie bei den Holzbooten sollen auch bei der Ferrocementaußenhaut die alten Anstriche möglichst frühzeitig nach dem Aufslippen entfernt werden, damit das Material intensiv austrocknen kann.

Für den Über- und den Unterwasserbereich wurden in aller Regel unterschiedliche Farbsysteme benutzt. Das muß bei der Wahl der Abbeizmittel berücksichtigt werden.

Ob es gelungen ist, das Porengefüge der Außenhaut so intensiv zu säubern, daß die GFK-Beschichtung darauf festen Halt findet, muß ein Haftversuch (siehe dort) ergeben.

Reißt das Laminat nicht in sich, sondern in der Trennebene zwischen beiden Werkstoffen, so muß das Porengefüge der Außenhaut intensiver aufgeschlossen werden. Das kann z. B. bei Zementschlemme notwendig werden.

Die Poren des Betons werden aufgeschlossen durch:

- a) **Absäuern mit technischer Salzsäure**
Dabei muß man sich gegen Einatmen der Dämpfe und gegen Spritzer schützen. Die Salzsäure muß nach etwa einer Stunde Einwirkzeit intensiv mit Leitungswasser abgespült werden. Jetzt ist ein erneutes Austrocknen der Außenhaut notwendig, ehe eine zweiter Haftungsversuch bzw. die Beschichtung selbst durchgeführt werden können.
- b) **Sandstrahlen**
Dabei gelten die im vorherigen Kapitel angestellten Überlegungen. Lediglich mit dem Beschichtungsbeginn nach der Säuberung hat man freie Hand. Wurde der Rumpf mit Hilfe von Spachtelmassen ausgestrakt, muß diesen Stellen eine besondere Aufmerksamkeit bei der Vorbereitung geschenkt werden. Auch bei Ferrocement wird G4 als Haftvermittler eingesetzt, das sich in den offenen Poren intensiver verankern kann.

Nachstraken der Außenhaut

Handflächengroße Unebenheiten werden auch hier mit Polyester-Spachtelmasse Ferro-elastic-weiß (FEW), die auf die angeschliffene Fläche aufgebracht wird, aufgefüllt.

Bei tiefen Hohlstellen, wird die Spachtelmasse jeweils nach einer Auftragsdicke von 0,5 cm durch Zwischentapezieren einer Mattenlage mit Laminierharz verstärkt.

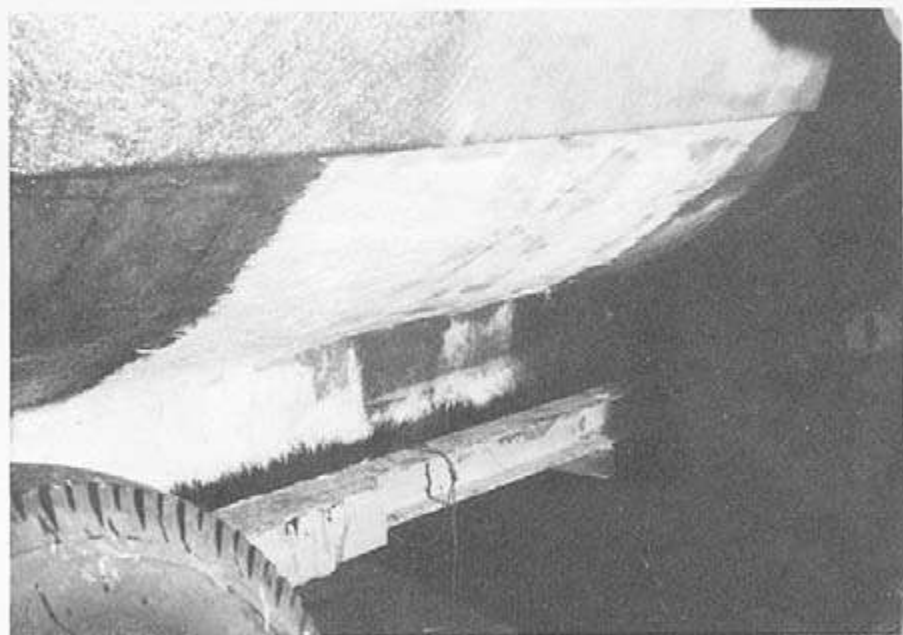
Bei größeren Flächen, die auszustraken sind, trägt man über den Haftvermittler G4 mehrere Mattenlagen als Füllung auf, ehe die Totalbeschichtung erfolgt.

Das Beschichtungsmaterial für Stahl- und Ferrocementboote

Es werden die gleichen Werkstoffe mit den gleichen Eigenschaften verwendet wie bei der Holzbootbeschichtung beschrieben (siehe dort).

Wanddicken und Materialbedarf bei Stahl- und Ferrocementbooten

Da mit einer nennenswerten Verformung des Untergrundes weder bei Stahl noch bei Ferrocement gerechnet werden muß, können Beschichtungen für die Werkstoffe auf eine GFK-Haut von 2 Lagen 300 g/m²-Matte Typ EPS reduziert werden. Nach dem Schleifen behält man dann eine Restmenge von ca. 450 g Glasmatte auf einen Quadratmeter Oberfläche. Rumpfe und Decks erhalten die gleiche Schichtdicke. Das Aufbringen von 2 Lagen schaltet die Fehlermöglichkeiten aus, zweimal an ein- und derselben Stelle das Glas zu vergessen.



Beschichtung eines Nebenerwerbsfischer-Bootes

Abb. 100

Dieses zum Motorboot umgebauten Feltungsboot wurde unter Zustimmung der Seeberufsgenossenschaft mit einem Kunststoffmantel versehen, um weitere Korrosionsschäden zu unterbinden. Die SBG machte zur Auflage, daß die Beschichtung exakt nach Anweisung der VOSSCHEMIE durch ein erfahrenes, gewerbliches Unternehmen durchgeführt wird.

Lochfraßgeschädigte Stellen und kollisionsgefährdete An- und Überhänge erhalten 2 oder 3 Mattenlagen voraus, ehe die Totalbeschichtung vorgenommen wird.

Es gilt also:

Rümpfe und Decks

von Stahl- und Ferrocementbooten

2 Lagen 300 g/m²-Matte

Anhänge wie Steven,

Flossen, Kiel und Ruder

2 Lagen 300 g/m²-Matte zusätzlich

Sind die Flächen nur unzureichend nachgestrakt, so daß die Gefahr des Durchschleifens beim Nacharbeiten der Beschichtung besteht, so müssen – zumindest örtlich – weitere 300 g/m²-Matten Typ EPS auftapeziert werden. Auf diese Weise ist sichergestellt, daß auch bei umfangreichen Nacharbeiten immer eine optimale Mattenqualität unter der Deckschicht vorhanden ist.

Zur Ermittlung des Bedarfs an Beschichtungsmaterial und Werkzeugen benutzen Sie bitte die entsprechende Tabelle im Abschnitt »Holzbootbeschichtung«.

Der Beschichtungsablauf bei Stahl- und Ferrocementbooten

Auch hier gelten die bereits dargelegten Abläufe. Man wird der geringeren Beschichtungsmaterialmenge wegen allerdings mit einem Team von 2 oder 3 Mann auskommen (siehe Abschnitt I).

Beim Verlegen geht man so vor wie bei den Holzbooten beschrieben.

Über hohle Rundungen wie beim Weinglasspant, kann man ohne Unterbrechungen hinwegtapezieren. Bei Knickspantern hält man sich an die hölzernen Vorbilder.

Die praktische Verlegung entspricht dem Arbeitsablauf nach Abschnitt I mit einer Besonderheit:

Bei Stahlbooten muß der Auftrag des Haftvermittlers möglichst sofort nach dem Strahlgang erfolgen, damit sich auf der Metalloberfläche nicht erst wieder Rost bilden kann.

Da die Kontaktschicht dann minimal eine halbe und maximal vier Stunden später aufgetragen werden soll, muß man das Strahlen (oder das Nachstrahlen), das Aufrollen des Haftvermittlers und das Aufbringen der Kontaktschicht innerhalb von einem Tag erledigen. Das erfordert eine detaillierte Planung des Arbeitsablaufs beim Beschichtungsbeginn.

Durchbrüche an der Bordwand

Da bei den Stahlboote keine Fittings an der Außenhaut installiert, sondern Rohre stumpf auf die Innenseite der Außenhaut aufgeschweißt sind, kann eine Klemmbefestigung zwischen Fittingskragen und Außenhaut nicht erfolgen.

Man tapeziert deswegen bei der Totalbeschichtung alle Durchlässe mit zu und bohrt sie, nachdem alle Matten aufgelegt sind, wieder auf. Da bei der Beschichtung eine

Entlüftung der Mattenlagen wegen des fehlenden Untergrundes (es kann hier kein Anpreßdruck entstehen) nicht möglich ist, markieren sich diese Stellen deutlich.

Wichtig ist, daß die Schnittländer gründlich mit Deckschichtharzen versiegelt werden, um keinen »Hirnholzeffekt« zu produzieren und damit Zerstörungsmöglich durch das Wasser zu belassen.

Behandlung der Innenseiten beschichteter Rumpfe

Bei Stahlbooten wird man mit Einkomponenten-Polyurethanlacken oder auch mit einfachen Alkydharzfarben wie Raumbilgenfarbe arbeiten.

Bei Ferrocementbooten, die nicht beschichtet sind, wird meistens nur im Unterwasserbereich mit teerhaltigen Anstrichen gearbeitet. Den inneren Überwasserrumpf läßt man gern ohne Anstrich oder deckt ihn nur mit atmungsfähigen Dispensions-(Binderfarben) ab.

Für den GFK-beschichteten Rumpf kann man bei diesem Rezept bleiben oder (bei neuen Schiffen nach guter Austrocknung) einen Anstrich mit Dispersionsfarbe vornehmen, da in Zukunft eine Feuchtigkeitsanreicherung von der Außenseite her nicht zu befürchten ist.

Kurzanleitung für die Beschichtung eines Stahl- oder Ferrocementbootes

1. Alte Farbanstriche gründlich entfernen
2. Boot gegebenenfalls nachstraken
3. Boot Sandstrahlen und bei Stahlbooten sofort, bevor sich Flugrost bilden kann, mit Haftvermittler G4 behandeln (G4 ist gebrauchsfertig), Verbrauch ca. 200 ml/m² und
4. minimal nach einer halben, maximal innerhalb von vier Stunden die Beschichtung mit der ersten Mattenlage vornehmen oder die Kontakt-Schicht aus Laminierharz + 3 % Härter auftragen (Verbrauch ca. 200 g/m² Laminierharz + 6 G MEKP-Härter).
5. Nach minimal 2 Stunden, maximal 3 Tagen (sonst Zwischenschleifen) die restlichen Glasharz-Lagen auftragen, wobei maximal 3 Tage zwischen dem Auftapieren zweier Glaslagen liegen sollen.
6. bis 10. siehe Seite 137.

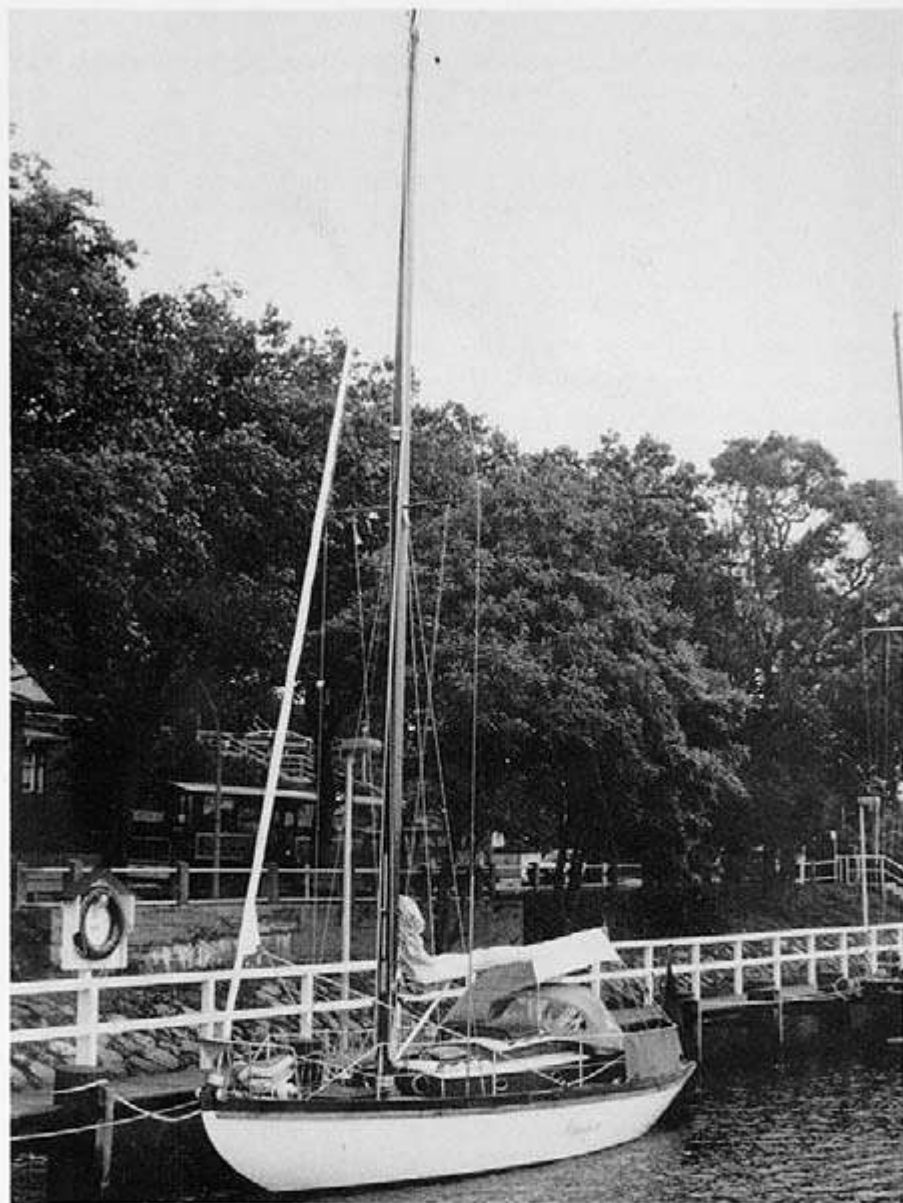
Den Material- und den Werkzeugbedarf erhalten Sie mit Hilfe der Tabellen auf Seite 98 und 99.

Beachten Sie bitte die Beschichtungshinweise im Anschluß an die Kurzanleitung für die Holzbootbeschichtung.

Fachausdrücke und ihre Bedeutung

Armieren	Verstärken von Polyesterharz durch E-Glas.
Beschleuniger	Beschleunigen den Zerfall des Härter.
Duroplast	Chemiestoffe, die nicht mehr durch Wärmezufuhr schmelzbar sind (z. B. Polyesterharze).
E-Glas	Elektroglas mit besonders geringem Alkali-Anteil.
E-Modul	Steifigkeit eines Werkstoffs. Die Maßzahl gibt an, bei welcher Spannung ein Körper seine Länge um 1 % ändert.
EP	Epoxidharze
Farbversiegelung (bzw. Schnellversiegelung)	(Eingefärbtes) Harz als Anstrich vor dem Schlußlack, zur Verbesserung der Deckkraft und Vergrößerung der Schmutzfilmdicke.
Faserspritzverfahren	Druckloses Verarbeitungsverfahren, bei dem Verstärkung und Harz maschinell auf die Formenoberfläche gespritzt werden.
Feinschicht	Harzschicht (evtl. mit Pigmenten) zum Schutz der tragenden Wand aus Harz + Verstärkungsmittel.
Finish	Oberflächenausrüstung zur besseren Haftung von Harz auf E-Glas.
Gelcoat	Siehe Feinschicht.
GFK	Glasfaserkunststoff
Glasgehalt	Glasgewicht bezogen auf das Gewicht von Glas + Harz.
Glasmatte und Glasgewebe	Verstärkungsmittel für Harz aus E-Glas.
Härter	Zusätze, die die Kettenbildung im Harz herbeiführen (besser: Initiator oder Katalysator). Für Polyesterharze werden dazu Peroxide verwendet.
Handverfahren	Druckloses Verarbeitungsverfahren, bei dem Harz und Verstärkungsmittel getrennt transportiert und erst auf der Formfläche vereinigt werden.
Inhibitor	Verzögerer, zur Verlängerung der Topfzeit.
Initiatoren	Siehe Härter.
Katalysatoren	Siehe Härter.
Kalthärtende Kunststoffe	Stoffe, bei deren Aushärtung keine Wärme zugeführt werden muß.

Laminat	»Schichtstoff« aus Harz und Verstärkungen.
Laminieren	»Aufschichten« der einzelnen harzgetränkten Verstärkungslagen auf den Untergrund oder die Form.
LT-Lack	Siehe Schlußlack.
Matrix	»Mutterstoff«, z. B. Polyesterharz, in den die Verstärkungen eingebettet sind.
Peroxid	Siehe Härter.
Pigment	Farbgebender Füllstoff.
Polymerisation	Erhärtung, z. B. von UP-Harzen, durch Verbindung gleichartiger Moleküle untereinander.
Polymerisations-Wärme	Bei der Härtung freiwerdende Wärme.
Reaktivität	Verhalten von Harzen bei der Härtung.
Roving	Glasfaserstränge.
Schlichte	Oberflächen-Ausrüstung des (Glas-) Fadens für die Herstellung und als (Kunststoff-) Schlichte zur Verbesserung der Harzhaftung.
Schlußlack	Letzte klebfrei-trocknende Harzschicht (evtl. eingefärbt) auf Laminaten.
Schnellversiegelung	Harz zur Herstellung einer 0,5 mm dicken Deckschicht zusammen mit LT-Lacken.
Schrumpf	Volumenänderung bei der Härtung von Kunststoffen, damit also Änderung der Dichte und des spezifischen Gewichts.
Styrol	In Polyesterharzen zu ca. 30 % enthalten. Monomeres, an der Kettenbildung beteiligtes Lösungsmittel.
Temperung	Wärmebehandlung eines gefertigten GFK-Teils, um seinen Aushärtungsgrad zu verbessern.
Thixotropiemittel	Zusätze zum Vermindern der Abfließneigung von z. B. Harzen an senkrechten Flächen.
Topcoat	Siehe Schlußlack.
Topfzeit	Zeitraum von der Härterzugabe bis zum ersten Temperaturanstieg im Harz, sog. offene Zeit.
Verzögerer	Siehe Inhibitor.
Viskosität	Fließverhalten einer Flüssigkeit.



Die Beschichtung als Verjüngungskur

Abb. 101

Zwar vermindert die Beschichtung nicht das Alter. Aber gute Eigenschaften wie Dichtigkeit, verminderter Pflegeaufwand, Slippen ohne Überraschungen und ein staubrockenes Schiff werden mit einem Glasfaserkunststoff-Überzug wieder erreicht.

