

Berlin, 23.3.2011

ZUSAMMENFASSUNG  
NACH WALTER  
(BOOTSBAUMEISTER)

## BOOTSBAU ALLGEMEIN



Tipps aus dem Nähkästchen eines Bootsbaumeisters |  
Zusammengefasst von abonnet

# Inhaltsverzeichnis

<b>VORWORT .....</b>	<b>4</b>
<b><u>VORAB ERKLÄRT.....</u></b>	<b>4</b>
WAS IST DAS, LAMINIEREN ODER LAMINIERVORSCHLAG?.....	4
WAS BRAUCHE ICH AN PLATZ? .....	5
WOMIT FÄNGT MAN BEIM BAU AN? .....	6
WAS IST TRENNWACHS? .....	9
REZEPTUR, OFFENE VERARBEITUNGSZEIT ODER AUCH "TOPFZEIT" GENANNT:.....	10
SICHERHEITSHINWEISE: .....	10
WIE KRIEGE ICH EIGENTLICH DIE RICHTIGE MISCHUNG ZUSAMMEN? .....	11
WIE TRAGE ICH DAS HARZ ÜBERHAUPT AUF? .....	11
WELCHE GRÖßEN BRAUCHE ICH?.....	11
WANN WEIß ICH, OB DIE LUFT RAUS IST, ODER SIEHT MAN DAS? .....	12
WARUM NASS IN NASS? .....	12
<b><u>BAU DER UNTERSCHALE: .....</u></b>	<b>14</b>
WARUM SCHLAUCH IN DIE FORM REINHÄNGEN?.....	16
LAMINATAUFBAU .....	16
WARUM BENUTZEN WIR IM WECHSEL MATTEN UND ROVINGGEWEBE? .....	17
ENTFORMEN. ....	17
WERKZEUGE UND MATERIEALIEN .....	18
ICH BAUE EINEN 3/8 ZOLL BALSAHIRNHOLZKERN EIN. ....	19
WAS IST BALSAHIRNHOLZ? .....	19
UNTERKOSTRUKTION FÜR DEN DOPPELTEN BODEN .....	20
WIR SCHNEIDEN NUN DIE BODENPLATTEN ZU. ....	21
<b><u>BAU DER MOTORKONSOLE.....</u></b>	<b>24</b>
<b><u>BAU DES OBERTEILS .....</u></b>	<b>26</b>
<b><u>SONSTIGE GEWERKE.....</u></b>	<b>30</b>
MOTORBEFESTIGUNG/-AUFNAHME .....	30
DIE SITZBANK .....	33
SCHEIBENBAU.....	34
WAS WICHTIG IST, BEIM BOHREN VON PLEXIGLAS! .....	35
KLAMPEN .....	35
TANKBELÜFTUNG .....	37
EINZELLÖSUNGEN .....	38
RADIOEINBAU/ LAUTSPRECHER. ....	38
KONTURENABGREIFER.....	39
COCKPIT .....	40

# Bilderverzeichnis

KONSTRUKTIONSSPANTEN SEITLICH _____	6
KONSTRUKTIONSSPANTEN VORNE _____	6
KONSTRUKTIONSSPANTEN HALB BELEGT _____	7
VOLLSTÄNDIG BELEGT! _____	7
SPRITZFÜLLERAUFTRAG 1 _____	8
SPRITZFÜLLERAUFTRAG 2 _____	8
POSITIVKERN POLIEREN 1 _____	14
POSITIVKERN POLIEREN 2 _____	14
POSITIVKERN GLÄNZEND _____	14
SCHLAUCH IN DER FORM _____	16
ENTFORMT 1 _____	18
ENTFORMT 2 _____	18
GLASFASERMATTE _____	18
GLASFASERROVINGGEWEBE _____	18
HARZ- LAMINIERROLLE _____	19
BALSAHIRNHOLZPLATTEN _____	19
BALSAHIRNHOLZKERN LAMINIERT 1 _____	20
BALSAHIRNHOLZKERN _____	20
UNTERKONSTRUKTION 1 _____	20
UNTERKONSTRUKTION 2 _____	20
BODENPLATTE _____	21
BODENPLATTE KOMPLETT _____	21
BODENPLATTE LAMINIERT 1 _____	22
SKIKASTEN MIT TEPPICHBODEN 1 _____	22
SKIKASTEN MIT TEPPICHBODEN 2 _____	22
HECKSPIEGEL 1 _____	23
HECKSPIEGEL 2 _____	23
HECKSPIEGEL 3 _____	24
MOTORKONSOLE 1 _____	24
MOTORKONSOLE 2 _____	25
MOTORKONSOLE 3 _____	25
MOTORKONSOLE 4 _____	25
OBERSCHALE _____	26
OBERSCHALE MIT BALSAHIRNHOLZKERN _____	27
OBERSCHALE MIT HOLZKONSTRUKT _____	27
ZUSAMMENBAU UNTER-OBERSCHALE _____	27
GESAMTANSICHT DES BOOTS _____	30
HECKANSICHT MOTORSPIEGEL _____	31
SITZBANK UNTERKONSTRUKTION _____	33
SITZBANK UNTERKONSTRUKTION 1 _____	33
SITZBANK UNTERKONSTRUKTION 2 _____	33
BOOT BUGANSICHT _____	34
KLAMPE _____	35
BEFESTIGUNG KLAMPE _____	35
UNTERLEGSCHIEBEN MOTORSPIEGEL _____	36
TANKENTLÜFTUNG _____	37
STECKDOSE IM COCKPIT 1 _____	38
RADIORAHMEN _____	38
LAUTSPRECHER SITZBANK 1 _____	38
LAUTSPRECHER COCKPIT _____	38
KONTURENABGREIFER _____	39
COCKPIT 1 _____	40
COCKPIT 2 _____	40

---

## VORWORT

Hallo Leute!

Bei Interesse im Forum könnte ich mal einen Bootsbau erläutern. Ich könnte den Bau eines Positivkerns, einer Negativform und eines Fertigteils erklären. Beim Bau des Bootes Schritt für Schritt auf die Materialien und die Verarbeitung von Polyester eingehen. Ich glaube, wenn die Leute wissen, wie ein Boot gebaut wird, wird das auch hilfreich bei einer anstehenden Polyesterreparatur sein, die man eigenhändig durchführen will. Gerade bei der Polyesterverarbeitung kann man in Unkenntnis viele Fehler machen, die sich später rächen. Das muss ja nicht sein.

Gruß Walter

Dann will ich mal anfangen.

Ich hoffe, Ihr seht es mir nach, dass ich in einem Beitrag nicht alles erklären kann. Man könnte ein oder mehrere Bücher darüber schreiben, wenn man das wollte. Ich habe vor, den Thread so nach und nach zu vervollständigen, so dass dann jeder in der Lage sein sollte, ein Boot zu bauen.

Wenn dann einer ein Boot bauen will, oder etwas anderes aus Polyester, kann ich ihm auch gerne Laminiervorschläge machen, so dass er auf der sicheren Seite ist.

Den entsprechenden Thread zu diesem Thema findet Ihr unter:

<http://www.boote-forum.de/showthread.php?t=52236>

---

## VORAB ERKLÄRT

### WAS IST DAS, LAMINIEREN ODER LAMINIERVORSCHLAG?

Unter Laminieren versteht man die Verarbeitung von Harz, Matten und Gewebe aus Glas.

Die Matten haben in alle Zugrichtungen die gleiche Belastbarkeit. Die Rovings sind im rechten Winkel geflochten. Über eine Veränderung der Verlegerichtung kann ich auch die Zugrichtung verändern.

Ich brauche ein bestimmtes Glasgewicht in der Dimensionierung. Würde ich dünnere (leichtere) Matten und Rovings einsetzen, müsste ich zusätzliche Lagen einbringen. Am Harzbedarf ändert das eigentlich nichts. Ich arbeite im Handauflegeverfahren "nass in nass" und kann so den Harzanteil reduzieren.

Schnittmuster braucht man eigentlich nicht. Das ergibt sich von selbst. Ich habe immer den Zollstock in der Tasche und messe mir die jeweils benötigten Stücke aus und schneide sie mit der Schere von der Rolle.

Beim Laminieren, ausgenommen der ersten Lage hinter der Gelcoat, arbeitet man immer versetzt mit mehreren Lagen gleichzeitig, um jeweils der darunter liegenden Lage überschüssiges Harz zu entziehen, was ich bei der nächsten Lage dann nicht mehr auftragen muss. Zu viel Harz ist unnötiger Ballast. Wenn ich jede Lage einzeln verarbeiten würde, wäre sie schon wieder trocken, wenn ich mit der nächsten anfangen würde.

Wie ich auf die Statik und die nötigen Materialien gekommen bin?

Zum Teil muss man rechnen, zum Teil hat man seine Erfahrungswerte. Habe vielleicht schon einmal erwähnt, dass ich Bootsbaumeister bin. Das Rechnen lernt man auf der Meisterschule. Das erste Polyesterboot habe ich vor 35 Jahren gebaut.

Man muss aber nicht Bootsbaumeister sein, um mit einer vorhandenen Form ein Boot bauen zu können. Wenn man den Laminierplan oder besser gesagt, den Laminataufbau kennt, kann man

eigentlich auch nichts falsch machen. Es dürfen sich mangels Kenntnis mit dem Material nur keine Verarbeitungsfehler einschleichen. Am besten bereitet man sich als Laie, wenn man ein solches Projekt angehen will, mit einschlägiger Literatur vor, oder macht bei einem Bootsbauer ein Praktikum im Urlaub, um mal hinter die Kulissen zu schauen.

Betriebsgeheimnisse im Sinne von Nichtweitergabe von Verarbeitungshinweisen habe ich keine, da ich nicht mehr gewerblich tätig bin. Man kann mich hier über Bootsbau und Polyesterverarbeitung alles fragen. Ich weiß wahrscheinlich auch nicht alles, gebe aber gerne mein Wissen an die Mitglieder der Community - kostenlos - weiter.

Wenn mal einer eine Frage zu einem Laminataufbau für ein Polyesterboot einer bestimmten Größe hat, kann er mich gerne ansprechen. Ich kann ihm dann sagen, wie ich den Laminataufbau vornehmen würde. Ich bräuchte dann aber nähere Details bzw. zumindest eine bemaßte Skizze.

Die Frage, wo ich die Materialien herbekomme.

Holz vom Holzgroßhandel in der Spezifikation AW 100 (wasserfest verleimtes Bootssperrholz), für Harz, Matten und Gewebe gibt es auch verschiedene Anbieter. Die Voss-Chemie hat hier ein breites Angebot für Bootsbauer und auch entsprechende Fachliteratur für die Polyesterverarbeitung.

Wenn ich mit meinem Bericht fertig bin, noch ist es ja nicht soweit, kann ich gerne die genauen Materialbezeichnungen einstellen und vielleicht aus meiner Sicht kurz erklären, warum ich gerade dieses Material genommen habe.

Ich selbst bin Bootsbaumeister und darf wie jeder Bootsbaumeister Boote selbst zertifizieren bis zu einer Länge von 12 m. Wer nicht Bootsbaumeister ist und Boote, die er selbst gebaut hat in den Verkehr bringen will, muss sich einer zugelassenen Zertifizierungsgesellschaft bedienen, die den Bau in Baustufen überwacht und die die Dimensionierung von Rumpfteilen vorgibt. Die Zertifizierungsgesellschaft steht dann für das Betriebsrisiko gerade.

Aber auch der Privatmann darf sich sein eigenes Boot bauen, ohne dass dies zertifiziert werden muss. Er darf es dann nur 5 Jahre lang nicht verkaufen.

Man geht davon aus, wenn es nach 5 Jahren noch nicht untergegangen ist, wird es wohl doch schwimmfähig sein.

## WAS BRAUCHE ICH AN PLATZ?

Je nach Größe mindestens eine Garage. Die sollte auch nicht gerade in einem Wohngebiet mit direkter Nachbarschaft liegen, da Polyester leider nicht geruchsneutral ist. Es soll Nachbarn geben, die nicht unbedingt den Geruch von Marzipan mögen.

## WOMIT FÄNGT MAN BEIM BAU AN?

Zuerst macht man sich eine maßstäbliche Zeichnung. Die Bootsbauer sprechen da von einem "Linienriss". Dazu fertigt man sich noch weitere Zeichnungen mit verschiedenen Ansichten. Man will ja schließlich sehen, wie das Boot einmal später aussehen wird. In die Zeichnung zeichnet man Kontruktionsspanten in gleichen Abständen ein. Je größer das Boot ist, desto mehr Kontruktionsspanten braucht man, damit man einen stabilen Aufbau hat, der sich beim Abformen mit der Negativform nicht verzieht. Verziehen deshalb, weil das Harz von der späteren Form beim Trocknen einen Volumenschumpf hat. Je nach Harz liegt dieser Volumenschumpf zwischen 2 und 6%.

Diesen Kontruktionszeichnungen kann man dann die Einzelmaße entnehmen und sie in die Realität umsetzen.

Beim Positivkern, den man zuerst baut, beginnt man dann mit einer Grundplatte aus Holz. Da der Positivkern später nicht mehr gebraucht wird, kann er aus minderwertigem Holz aufgebaut werden, was nicht wasserfest ist. Es kann Pressspanholz sein.



**Konstruktionsspanten vorne**

Dann schneidet man die Kontruktionsspanten und fixiert diese auf der Grundplatte in den Abständen, wie es auch in der Zeichnung vorgegeben ist. Damit diese nicht umfallen, werden sie mit Holzleim, Schrauben oder kleinen Nägeln an der Grundplatte befestigt. Darüber hinaus setzt man Zwischenbretter ein, die gewährleisten, dass die Kontruktionsspanten auch aufrecht im rechten Winkel stehen.



**Konstruktionsspanten seitlich**

## Was haben wir bisher?

Wir haben die Grundplatte mit den Kontruktionsspanten.

## Was haben wir bisher an Werkzeug und Hilfsmitteln gebraucht?

Eine Stichsäge, einen Schraubendreher, einen Hammer, ein paar Nägel oder Schrauben, weißen Holzleim aus dem Baumarkt (z.B. Ponal wasserfest), einen Zollstock, vielleicht auch ein Stahllineal und eine Holzleiste, die man schön biegen kann, damit man gleichmäßige Rundungen auf dem Holz aufzeichnen kann.

Damit Ihr eine Vorstellung von der Größe habt: 4 Meter lang und 1,45 m breit. Passt also durchaus noch in eine Garage.

Zeitaufwand: Den Positivkern und die Negativform habe ich damals in -2- Wochen in Klausur bei der Meisterprüfung in Simmerath (Handwerkskammer Aachen) gemacht. Das war im Sommer. Ich habe noch nie in meinem Leben so viel geschwitzt, wie in diesen -2- Wochen. Der liebe Zeitdruck und die Angst, dass man eventuell nicht fertig wird.

Das Grundgerüst haben wir jetzt schon einmal. Jetzt müssen wir das "Gerippe" nur noch schließen. Wir brauchen ja glatte Flächen, die wir abformen wollen.



**Konstruktionsspannten halb belegt**

Es gibt jetzt verschiedene Möglichkeiten, das Gerippe zu beplanken. Bei starken Krümmungen kann man sich Lattenstreifen in einer Breite von etwa 1 bis 1,5 cm schneiden und diese mit Holzleim und Nägel auf den Konstruktionsspannten befestigen.

Bei größeren Flächen kann man durchaus auch dünne Holzplatten aufbringen, die man noch verformen kann. Ob Latten oder Holzplatten nimmt man hier am besten eine Materialstärke von etwa 8 mm. Jetzt muss das Holz aber schon besser sein, weil man nicht jedes Holz ohne Bruch verformen kann. Hier empfehle ich wasserfest verleimtes Sperrholz in der Spezifikation AW 100.



**Vollständig belegt!**

Nun beginnen wir mit dem Beplanken. Das sieht dann so aus:

Jetzt müssen wir zuerst einmal eine Runde schleifen, um die Übergänge zu egalisieren.

## Werkzeug?

Bandschleifer und Exzentrerschleifer mit 40ziger oder 60ziger Körnung. Wir wollen ja fertig werden.

Zur Not könnte man auch eine biegsame Leiste nehmen und dort Schleifpapier fest tackert. Vielleicht hat man ja auch zufällig einen Karosseriehobel zur Hand.

Jetzt haben wir alles egalisiert, legen auch mal eine biegsame Leiste auf den runden Flächen an und überprüfen optisch, ob die Krümmungen auch harmonisch verlaufen.

Prima, es hat geklappt!

Jetzt müssen wir mit dem Staubsauger den Schleifstaub aus den auf Stoß sitzenden Holzteilen heraus saugen, weil auf Schleifstaub keine Spachtelmasse hält. Mal Kehren wäre auch nicht verkehrt. Der Arbeitsplatz soll schließlich sauber und übersichtlich sein.

Auf die Gefahr hin, dass sich doch noch etwas Schleifstaub in den Stößen befindet, gehe ich jetzt brutal ran.

Ich benutze den Kompressor und blase mit der Luftpistole den letzten Rest an Schleifstaub weg.

Die Stöße sind jetzt sauber und staubfrei!

Jetzt kommt Glasfaserspachtel zum Einsatz, mit dem ich die Stöße verschließe. Das Ganze muss ja eine geschlossene Einheit sein, weil sich jeder Ansatz in der Form beim Abformen abzeichnen würde.

Ich hatte damals bewusst viele Konstruktionsspannten benutzt, um später kein Problem beim Abformen zu haben. In der Form später nacharbeiten, um abgezeichnete Stöße in der Form auszuschleifen oder aus zu spachteln, kann man vergessen. Dann kann man die Form nur einmal benutzen.

Den Untergrund richtig vorbereitet bedeutet, dass die Form später eine Standfestigkeit von mehreren Tausend Stück erreicht.



Sinnvollerweise sollte man jetzt auf diesen Holzkern eine Glasfasermatte aufbringen in einer Stärke von 450 Gramm pro Quadratmeter.

Hier kann man noch ganz normales Laminierharz benutzen.

Zunächst wird mit einem styrolfesten Fellroller der Positivkern einmal mit mit Harz eingerollt. Hier sollte man kein Harz nehmen, welches mit

Parafin versetzt ist, weil Parafin aufschwimmt und anschließend Haftungsprobleme mit sich bringt. Ich will ja gleich nicht wieder schleifen müssen!

Also setze ich ein parafinfreies Harz ein.

Dann laminiere ich die 450 Gramm Matte auf und achte auch darauf, dass ich nicht allzu große Überlappungen habe, die müssten nämlich anschließend nach dem Trocknen wieder runter geschliffen werden.

Ich könnte jetzt anschließend mit Feinspachtel beginnen. Bin ich wahnsinnig? So werde ich in 14 Tagen bestimmt nicht fertig und ich muss ja noch die Form bauen.

Also muss Spritzfüller her. Ich habe ein Produkt von Lesonal benutzt, weil dieses styrolbeständig ist. Was anderes macht auch keinen Sinn, weil ich anschließend beim Formenbau wieder mit Harz arbeiten muss und Harz zu 45 Prozent aus Styrol besteht.

3 bis 4 x mit Spritzfüller drüber. Das war es dann zunächst einmal.

Zwischendurch an manchen Stellen schon mal nachschleifen.

Wenn der Spitzfüllerauftrag dann trocken ist, ist Muskelkraft angesagt.



**Spritzfüllerauftrag 1**

Schön großflächig den Spitzfüller schleifen, bis er glänzt. Hilfreich ist hier auch ein Exzentrerschleifer mit einem weichen Teller. Ich habe damals den Rotax 150 genutzt. Der räumt 10 x schneller weg als jeder Baumarktschleifer.

Wenn man jetzt Zeit hat, ich hatte sie damals nicht, kann man über eine 180er Körnung, 360er, 600er, 1000er, 1500er die Oberfläche vorbereiten.



**Spritzfüllerauftrag 2**

Nassschleifen mit 2000er Körnung ist auch perfekt und wenn es geht anschließend mit dem Exzentrerschleifer mit einer Polierscheibe

Metallpolitur (nicht lachen, ich erkläre später, warum) drüber gehen.

Wenn man Zeit hat und es richtig macht, kann man sich anschließend in der glatten Oberfläche spiegelnd die Haare kämmen, so glatt wird das.



Die Zeit hatte ich damals nicht. Ich habe bei einer 600er Körnung aufgehört. Das sollte sich rächen! Anschließend hatte ich umso mehr Arbeit, die Form aufzupolieren.

Ich kann nur jedem raten: Zeit lassen! Ohne Zeitdruck hat man eine perfekte Oberfläche und man braucht nicht -2- Tage zum Entformen.

Es geht in die nächste Runde. Den Positivkern haben wir fertiggestellt. Die Oberfläche sollte zum Schluss wirklich mit 2000er Nassschleifpapier bearbeitet werden und vielleicht noch mit Metal-Polish. Das ist eine Polierpaste, die man gut mit dem Exzentrerschleifer mit einem weichen Schaumstoffteller auftragen kann.

Aber kommen wir wieder zum Positivkern zurück, von dem wir jetzt eine Negativform abziehen wollen.

Der Positivkern ist jetzt spiegelglatt geschliffen und poliert. Man muss bei dieser Arbeit natürlich aufpassen, dass man den Spitzfüller nicht durch geschliffen hat, sonst kann man nur die Faust in der Tasche machen und auf der Stelle nochmals Spritzfüller auftragen und nacharbeiten.

Jetzt bitte genau aufpassen! Jetzt kommt eine sehr wichtige Stelle, die darüber entscheidet, ob das Projekt gelingt, oder wir das Ganze in die Tonne drücken.

Wir müssen jetzt Trennwachs auftragen und das nicht einmal, sondern bei der ersten Abformung mindestens -3 x, damit auch sichergestellt ist, dass wir auch keine Stelle vergessen haben einzuwachsen. Nämlich das wäre fatal. Man könnte dann später nicht mehr entformen und hätte nur Bruch.

## WAS IST TRENNWACHS?

Trennwachs ist ein Wachs, welches styrolbeständig, aber auch wasserlöslich ist. Ihr habt richtig gehört "wasserlöslich". Die Erklärung dazu folgt später.

Keine Angst, alle Materialien, die ich hier verarbeite, kann ich im Anschluss mit genauer Bezeichnung benennen, mit Hinweis auf die Lieferanten.

Das Trennwachs gibt es in Dosen in etwas festerer Konsistenz oder auch als Flüssigwachs. Ich drücke es mal so aus: Je flüssiger, desto dünner.

Ich bevorzuge bei einer Erstentformung immer das festere Trennwachs. Das Trennwachs wird mit einem normalen PVC-Schwamm, wie ihn auch die Mutter in der Küche benutzt, aufgetragen. Natürlich nicht die kratzige Seite benutzen. Die kann man vorher mit einem Messer runter schneiden. Man kann auch zum Auftragen einen Lappen oder ein Handtuch benutzen.

Wenn die Schicht aufgetragen ist, polieren. Ob von Hand oder mit Maschine ist egal. Ein fauler Mensch wie ich, benutzt eine Maschine.

Dann kommt der zweite Auftrag und dann wieder polieren.

Dritter Auftrag und wieder Polieren.

Alles muss jetzt glänzen und schön glatt sein. Dann haben wir auch anschließend beim Entformen keine Probleme.

Jetzt wird zuerst eine dunkle Gelcoat aufgetragen.

Dunkel warum?

Wenn wir später ein Fertigteil herstellen wollen, können wir nach dem Wachsen und Polieren besser feststellen, ob alles schön glänzt.

Was ist überhaupt ein Gelcoat?

Der Laie würde sagen: Das ist die Farbe von der Form innen, oder beim Fertigteil, die Farbe vom Boot außen.

Eine Gelcoat ist ein eingefärbtes Laminierharz, was jetzt als erstes aufgebracht wird.

Beim Formenbau benutzen wir ein Formbauharz, was nur einen Volumenschrunpf von 2 % hat. Diese dunkle Gelcoat in Formbaukonsistenz können wir dann mit einem Flächenpinsel oder mit dem Kompressor auftragen.

3,5 bis 4 mm-Düse und zweckmäßigerweise eine Ansaugleistung von mindestens 600 Liter/min.

Ich benutze meine Harze immer auf Cobaltbasis vorbeschleunigt. Die kann man dann, je nach Umgebungstemperatur mit 1,5 bis 3 % MEKP-Härter vor dem Verarbeiten versetzen.

Blos nicht den MEKP-Härter vergessen, sonst ist die Gelcoat in 4 Wochen noch nicht fest.

**REZEPTUR, OFFENE VERARBEITUNGSZEIT ODER AUCH "TOPFZEIT" GENANNT:**

Außentemperatur 25 Grad 1,5 % Härter, Außentemperatur 10 Grad 3 % Härter.

Man kann pro m<sup>2</sup> etwa 500 Gramm Gelcoat rechnen.

Die Gelcoat muss jetzt gut 6 Stunden trocken. Jetzt können wir zunächst nichts mehr tun. Am besten den Arbeitsplatz aufräumen, etwas früher Feierabend machen und morgen wieder weiterarbeiten.

**SICHERHEITSHINWEISE:**

Wenn ich mit dem Flächenpinsel die Gelcoat auftrage und vielleicht die Hallentür aufhabe, ist das kein größeres Problem.

Wenn ich mit der Lackier- oder Gelcoatpistole arbeite gibt es schon "dicke Luft". Ich sollte eine Schutzbrille tragen und eine Maske mit einem Aktivkohlefilter.

Styrol verträgt sich nicht so gut mit der Leber. Der MEKP-Härter ist ein anorganisches Peroxid, verätzt die Haut und kann das Augenlicht zerstören, wenn man es in die Augen bekommt.

Wenn es denn mal passiert sein sollte, sofort die Augen minutenlang mit klarem Wasser spülen und dann zum Augenarzt.

Bootsbauer haben im Regelfall eine Augenspülflasche mit einer Vitamin C-Lösung zum Neutralisieren in Reichweite.

Damit ich es nicht vergesse: Je nachdem wie "dick die Luft ist" beim Spitzen der Gelcoat ist, bestünde Explosionsgefahr beim Einschalten des Lichts (Raumbeleuchtung), weil beim Betätigen des Lichtschalters eine Funke entsteht. Es muss ja nicht sein, dass wir das Garagentor wieder auf dem Nachbargrundstück einsammeln müssen.

Ich selbst habe, oder besser gesagt im gewerblichen Bereich ist es vorgeschrieben: Exgeschützter Lüfter, exgeschützte Lampen, dichtschießendes

Sektionaltor und baurechtliche Zulassung dieser Räumlichkeit für diese Arbeiten.

Wer sich mal eben ein Boot baut und weniger als 200 L Harz im Jahr verarbeitet, hat diese Anforderung nicht.

Jetzt haben wir den nächsten Tag und wollen das Laminat aufbringen.

Als erste Lage benutzen wir eine Matte mit 225 Gramm pro m<sup>2</sup>. Dickere Matten würden sich in der Gelcoat abzeichnen.

Auch jetzt kommt wieder eine Situation, wo wir peinlichst genau arbeiten müssen. Davon hängt die Qualität der Formenoberfläche ab. Wir wollen ja nicht, dass wir die Gelcoat anschließend an manchen Stellen mit dem Finger eindrücken können.

Jetzt kommt ungefärbtes Laminierharz in Formbauqualität zum Einsatz (Volumenschrumpf 2 %)

Mischung wie gehabt: Auf 0,5 % werksseitig auf Cobaltbasis vorbeschleunigt - bei 25 Grad Außentemperatur zwischen 1,5 und 2 % MEKP-Härter.

Auch, das habe ich noch nicht gesagt: Der Härter ist flüssig und wird eingerührt (etwa eine halbe Minute mit einem Holzspatel einrühren).

### **WIE KRIEGE ICH EIGENTLICH DIE RICHTIGE MISCHUNG ZUSAMMEN?**

Schwarzen Baumarkteimer nehmen. Da sind jeweils Litermarkierungen angebracht. Den Härter kann ich mit einem kleinen Messbecher abmessen.

Die Harzansätze nicht zu groß wählen für diese dünne Matte, sonst setzt die Polymerisationswärme ein und das Zeug wird mir im Eimer hart, bevor es verarbeitet ist.

Für Anfänger empfehle ich hier Ansätze von einem Liter plus 15 bis 20 ml MEKP-Härter.

### **WIE TRAGE ICH DAS HARZ ÜBERHAUPT AUF?**

Im Handauflegeverfahren benutzt man eine styrolbeständige Faserrolle.

Die gibt es praktisch in -2- Standardgrößen.

Einmal fast so groß wie eine Deckenrolle zum Verarbeiten von Wand- und Deckenfarbe und einmal so groß wie ein Lackierröllchen. Aber wohlgemerkt "styrolbeständig", sonst hat man nur -2- Minuten Spaß und die Rolle löst sich in Wohlgefallen auf.

### **WELCHE GRÖßEN BRAUCHE ICH?**

Beide! Für die großen Flächen die große und für die Ecken die Kleine.

Ich rolle jetzt zuerst einmal etwa 2 m<sup>2</sup> auf der Form mit Harz mit der Rolle vor, oder nass. Dann lege ich mir ein entsprechend großes Stück in Form einer 225 Gramm-Matte auf und rolle mit weiterem Harz so lange, bis die Matte getränkt oder irgendwie "durchsichtig" aussieht.

Jetzt muss ich die Matte entlüften. Das ist das Wichtigste bei diesem Vorgang. Ich setze einen kleinen Scheibenroller ein, mit dem ich die Luft aus dem Laminat verdränge.

## WANN WEIß ICH, OB DIE LUFT RAUS IST, ODER SIEHT MAN DAS?

Sehen tut man es nur schlecht, es sei denn man hat Adlraugen. Man hört es aber. Beim Rollen mit dem Scheibenroller "knistert" und "quietscht" es, wenn die Luftbläschen aufplatzen. Die Entlüftung war erfolgreich, wenn es nicht mehr "knistert" und "quietscht" und nur noch ein ganz normales Abrollgeräusch des Scheibenrollers zu hören ist. Für die innenliegenden Ecken gibt es ganz schmale "Scheibenentlüfter".

Wenn wir jetzt die ersten 2 m<sup>2</sup> fertig haben, geht es im gleichen Rhythmus weiter, bis wir den Rest mit der ersten Lage auch fertig haben.

Brauchen wir für jeden Harzansatz eine neue Rolle und einen neuen Eimer, wäre ja eigentlich nicht gut.

Nein!

Wenn wir schnell genug arbeiten und immer frisches Harz, natürlich mit Härter versetzt, im Eimer haben, schaffen wir das mit einem Eimer und einer großen und einer kleinen Rolle.

Wird der Entlüftungsroller denn nicht zwischendurch fest? Wenn würde er sich ja nicht mehr drehen, wir müssen doch aber zwischendurch immer entlüften.

Den Entlüftungsroller tauchen wir hin und wieder mal in frisches Harz ein, oder stellen ihn, wenn er gerade nicht gebraucht wird, in ein Glas mit Aceton, unserem Reinigungsmittel für Harz.

Hinweis: Aceton ist leicht brennbar aber ungiftig, wenn man es nicht gerade trinkt, was man natürlich nicht tun sollte. Metylenchlorid als

Lösungsmittel ist nicht brennbar, aber schwach giftig. Greift die Leber an.

Also verwenden wir als Lösungsmittel Aceton und passen auf!

Die erste Lage haben wir jetzt aufgebracht und schön entlüftet. Wir können jetzt Feierabend machen, weil wir nicht wollen, dass wir mit weiterem Harz die Gelcoat auflösen.

Nächster Tag.

Jetzt setzen wir Matten mit einem Glasgewicht von 450 Gramm pro m<sup>2</sup> ein und machen jeweils größere Harzansätze von 3 bis 4 Litern. Blos nicht den Härter vergessen!

Jetzt laminieren wir nass in nass die 450 Gramm-Matten auf. Aber immer schön zwischendurch entlüften!

## WARUM NASS IN NASS?

Die Qualität eines Polyestermaterials ist umso besser, je weniger Harz wir einsetzen. Das Harz ist nur Mittel zum Zweck, nämlich zum Tränken der Matten. Das Glasgewicht soll prozentual hoch sein. Bei guter und harzarmer Verarbeitung schafft man im Handauflegeverfahren etwa einen Glasanteil von 40 Prozent. Durch das Auflegen einer Matte auf eine noch feuchte Matte entzieht man der darunter liegenden Matte etwas Harz für die obere und kann so harzärmer, was auch unser Ziel ist, laminieren.

Wie viele konstruktive Lagen brauchen wir bei diese Größe? Etwa -7- Lagen. Die 225er Oberflächenmatte wird hierbei nicht mitgezählt.

Die, oder eine Form, wird übrigens dicker laminiert als ein späteres Fertigteil, damit ein trocknendes Fertigteil nicht eine zu dünne Form durch Schrumpfung verbiegen kann. Das Fertigteil wäre dann nach Trocknung auch verzogen.

Beim späteren Bootsbau kommen Matten und Rovinggewebe im Wechsel zum Einsatz, aber das brauchen für diese kleine Form nicht, da genügen auch nur Matten.

Jetzt haben wir unsere Form fertig laminiert und können wieder Feierabend machen. Die Form muss jetzt bis zum nächsten Tag trocknen.

Wie lange braucht eigentlich ein solches Polyesterlaminat zum Trocknen?

Innerhalb von 24 Stunden erreichen wir eine Härte von etwa 95 Prozent. Zu 100 Prozent ausgehärtet ist das Laminat nach 28 Tagen. Verhält sich ähnlich wie Beton.

Am nächsten Tag nehmen wir den Trennschleifer - es gibt natürlich auch feine Pressluftsägen mit rotierenden diamantbestückten kleinen Blättern -, aber wir wollen ja nicht zu anspruchsvoll sein. Ein Trennschleifer (Flex) tut es auch.

Schutzbrille aufsetzen und Schutzmaske! Wir wollen keinen Glasstaub in die Augen oder in die Lunge bekommen. In den Augen juckt es ansonsten, in der Lunge gibt es Silikose.

Jetzt schneiden wir den Überstand des Laminats an der Grundplatte in der Breite ab, wie wir den Rand erhalten wollen.

Anschließend können wir Holzkeile aus Hartholz zwischen Positivkern am Rand und der Form treiben. Mit leichten Schlägen mit einem Gummihammer kann man noch gegen die Form schlagen, damit sie sich besser vom Kern löst. Aber nicht zu fest, sonst gibt es Haarrisse in der Gelcoat, die sich beim nächsten Fertigteil abzeichnen.

Es geht aber auch etwas eleganter: Wenn man vorher Zugschlaufen außen an der Form anlamiert hat, kann man die Form drehen und zur Seite kippen. Wenn man dann die Holzkeile an einem Teil des Randes eingebracht und so einen kleinen Spalt geschaffen hat, kann man in diesen Spalt dann etwa eine Tasse Wasser schütten.

Jetzt können wir froh sein, dass wir wasserlösliches Trennwachs eingesetzt hatten. Die Tasse Wasser, die nach unten zwischen Kern und Form läuft, erzeugt einen Auftrieb, der je nach Größe der Form mehrere Tonnen betragen kann!

Es knistert und knackt. Das Wasser arbeitet für uns, ohne dass wir mechanisch weiter eingreifen müssen, bis sich die Form plötzlich mit einem "Plopp" vom Positivkern gelöst hat. Hört sich bisweilen richtig gespenstig an, von den Geräuschen her.

Wenn man jetzt vorher, sofern man die Zeit hatte, die Oberfläche des Positivkerns schön glatt vorbereitet hatte, ist auch die Formenoberfläche schön glatt. Ist sie das nämlich nicht, muss man nachschleifen und nachpolieren.

So, jetzt bekommt Ihr wieder ein Form sehen könnt. Da die noch poste ich auch einmal ein Bild von damit man sehen kann, wie es auch sollte.

Und da wir ja jetzt unsere Form für das Unterteil haben, können übermorgen ein Boot bauen.

Heute beginnen wir dann einmal Bootsbau. Ich werde jetzt aber einmal auf eine meiner anderen Formen ausweichen, weil ich da mehr Bilder auf der Festplatte habe.

Die Beiträge werde ich jetzt etwas

#### **Positivkern polieren 2**

kürzer halten und mehr Bilder posten.

Das Boot, was wir hier bauen, besteht im Wesentlichen aus -3- Polyesterteilen.

- einer Unterschale
- einer Oberschale
- einer Konsole für die Motoraufnahme



**Positivkern polieren 1**

paar Bilder, wo Ihr die nicht so schön glänzt, einer glänzenden Form, aussehen müsste und

zumindest schon einmal wir ja morgen oder

mit dem eigentlichen



**Positivkern glänzend**

---

## **BAU DER UNTERSCHALE:**

Die Form haben wir zunächst einmal entstaubt. Nun muss die Form wieder eingewachst werden mit Trennwachs.

Aus Sicherheitsgründen mache ich -2- Trennwachsaufträge. Jeweils nach den Aufträgen wird die Wachsschicht poliert, bis sie glänzt und keinerlei Rückstände mehr von Wachsanhäufungen zu sehen sind.

Nach dem Polieren bereite ich die Gelcoat vor.

Ich habe die Gelcoat in 30 kg-Gebinden. Dazu sagt man "Hobbock".

Ich öffne den luftdicht verschlossenen Deckel und mische dann mit einem Flügelmischer zunächst einmal meine Gelcoat durch, damit sich alle Bestandteile, auch die der Vorbeschleunigung, gut verteilen können.

Wenn alles nach etwa 5 Minuten wie eine homogene Masse aussieht, bin ich mit dem Mischen fertig.

Ich stelle mir jetzt einige Messbecher in -1-Liter-Größe zurecht und meinen Messbecher, mit dem ich den MEKP-Härter abmessen muss.

Ich will mit einem Mischungsverhältnis von -1- L Gelcoat und 2 % Härter, also 20 ml, arbeiten, damit mir die Gelcoat nicht in der Pistole fest wird.

Ich habe zum Verarbeiten dieses -1-Liter-Gebindes eine offene Zeit von etwa 20 Minuten. Die "offene" Zeit, man kann auch "Topfzeit" dazu sagen, beginnt in dem Augenblick, wo ich den Härter in meinem -1-Liter-Gefäß dem Harz zugebe.

Ich rühre den Härter mit einem Holzspatel ein. Dafür brauche ich etwa eine Minute.

Der Kompressor ist voll, der exgeschützte Lüfter und die exgeschützten Deckenlampen eingeschaltet. Ich trage eine Schutzbrille, eine Maske mit Aktivkohlefilter und einen einteiligen dünnen Fliesanzug und Gummihandschuhe. Sehe aus zum Fürchten, oder wie nach einem Atomangriff.

Ich benutze als Pistole eine Gelcoat-Pistole mit einer 3,5 mm Düsenbestückung, das Vorratsbehältnis ist mit Druck beaufschlagt und arbeite mit etwa 4 bis 5 Bar Kompressordruck.

Nach 5 Minuten ist das Gebinde von einem Liter in die Form gespritzt.

Jetzt muss ich schnell den nächsten Harzansatz von einem Liter vorbereiten, 2 % Härter rein und weiter geht es. Ich brauche etwa 500 ml pro m<sup>2</sup> Formenfläche. Alles muss deckend sein. Blos keine Stelle übersehen, sonst könnte ich anschließend das ganze Unterteil neu lackieren mit einem viel größeren Aufwand.

Nach etwa einer Stunde bin ich fertig und habe auch schon wieder meine Gelcoat-Pistole mit Aceton gereinigt.

Die Arbeit ist jetzt zunächst einmal wieder beendet. Weiter arbeiten kann ich frühestens 12 Stunden später, sonst löse ich mit dem Harz zum Tränken der Matten die Gelcoat an.

Es ist der nächste Tag.

Die Gelcoat ist jetzt getrocknet, fühlt sich aber an der Oberfläche noch leicht klebrig an. Ist auch gut so!

Ich schneide mir grob mit einer Schere Stücke von der 225 gr. - Oberflächenmatte zu Recht. Die Matte ist auf einer Rolle.

Ich bereite mir -2- große Harzrollen und eine kleine vor. Eine der großen Harzrollen hat eine Verlängerung von etwa 1,50 m.

Wozu das?

Ich will schließlich von außerhalb der Form arbeiten und habe keine Gorillaarme.

Die Form ist schließlich 2,30 m breit und auch noch 1 m tief. Geht nur mit Verlängerung am Griff.

Ich nehme mir einen schwarzen Baueimer mit Liter-Markierungen. Der wird auch zuerst einmal mit Trennwachs gewachst.

Ich fülle aus einem 225 Kg-Fass -1- Liter Laminierharz ab. Ich benutze jetzt kein Formbauharz mehr mit einem Volumenschrumpf von 2 Prozent, sondern ein Bootsbauharz mit einem Volumenschrumpf von etwa 6 Prozent.

Ich rühre 2 % MEKP-Härter ein und habe jetzt eine "offene" Zeit von 20 bis 30 Minuten.

Ich schalte den exgeschützten Lüfter ein, der jetzt mit einem Schlauch von 10 cm Durchmesser verbunden ist, der in die Form reicht.



## WARUM SCHLAUCH IN DIE FORM REINHÄNGEN?



**Schlauch in der Form**

Die Styroldämpfe, die jetzt frei werden, sind schwerer als Luft und würden in der Form "stehen bleiben". Das behindert aber den Trocknungsprozess, der gerade bei der ersten Lage schnell von statten gehen soll. Ich möchte die Gelcoat ja nur an, aber nicht auflösen.

Heute sehe ich nicht wie nach einem Atomangriff aus, trage auch keine Maske und keine Schutzbrille, weil die Dämpfe aus der Form abgesaugt werden.

Ich bringe jetzt meine 225 gr-Matte auf und entlüfte die Lage peinlichst genau mit dem Entlüftungsroller.

Meine Harzansätze wähle ich immer so, dass ich sie schneller verarbeiten kann, als das Harz im Eimer fest wird.

Nach einigen Stunden bin ich mit der ersten Lage fertig. Für heute reicht es mit Laminieren.

Spaß beiseite. Es gibt noch genügend Arbeiten, die man für den nächsten Arbeitsgang am nächsten Tag beim Laminieren vorbereiten kann.

Jetzt hätte ich doch glatt vergessen, meine Entlüftungsrolle in die Dose mit Aceton zu stellen. Gerade noch einmal daran gedacht.

Ps.: Morgen wird in Gedanken weiter laminiert. Aber noch einmal zum Verständnis: Ich baue momentan kein Boot. Ich versuche nur so lebensecht wie möglich den Bootsbau zu schildern. Das was ich hier schildere, spielt sich "vor meinem geistigen Auge" ab, wenn ich an zurückliegende Arbeiten denke. Nicht, dass noch einer vorbei kommt und meint: Interessant, ich fahre mal vorbei und schaue, wie weit er jetzt ist.

Wir haben also jetzt in der Form unser Gelcoat (die spätere Außenfarbe) und die erste Lage, eine 225 gr.-Matte als Oberflächenmatte, damit sich keine Glasfaserfilamente in der Gelcoat abzeichnen können.

## LAMINATAUFBAU

Mit dem Laminataufbau geht es jetzt wie folgt weiter:

Bootsboden als Lauffläche:

450 Gramm Matte  
450 Gramm Matte  
450 Gramm Matte  
670 Gramm Roving  
450 Gramm Matte  
670 Gramm Roving  
450 Gramm Matte

Die Seitenwände müssen nicht so stark dimensioniert sein, weil sie nicht den gleichen Kräften ausgesetzt sind, wie der Bootsboden, der beim schnellen Geschwindigkeiten mit mehreren Tonnen Druck auf die Wasseroberfläche schlägt.

Die Seitenwände bauen wir jetzt wie folgt auf:

450 Gramm Matte  
670 Gramm Roving  
450 Gramm Matte  
670 Gramm Roving  
450 Gramm Matte

Wir versuchen immer nass in nass zu arbeiten, um der unteren Lage einen Teil des Harzes zu entziehen, um mit möglichst wenig Harz beim Tränken auszukommen. Es geht darum, dass der Harzanteil, der nur Mittel zum Zweck ist, möglichst klein gehalten wird in Relation zum Glasanteil.

### WARUM BENUTZEN WIR IM WECHSEL MATTEN UND ROVINGGEWEBE?

Man benutzt das Rovinggewebe, um mehr Zugfestigkeit in das Laminat einzubringen. Im Wechsel Matte, Roving, Matte arbeitet man, um Glasnester zu vermeiden. Roving auf Roving geht schlecht und würde diesen unerwünschten Effekt zwangsläufig mit sich bringen.

So, wir haben jetzt den eigentlichen Aufbau des Laminats für die untere Bootsschale.

Nicht vergessen: Das Entlüften darf nicht vernachlässigt werden. Es ist das Wichtigste bei der Qualität eines Polyesterlaminats. Nach jeder Lage muss entlüftet werden. Aber nicht dann, wenn das Harz schon trocken ist. Dann geht es nämlich nicht mehr. Das Entlüften erfolgt praktisch gleichzeitig mit dem Tränken. Man muss sich das in etwa so vorstellen: 2 m<sup>2</sup> tränken, diese 2 m<sup>2</sup> entlüften, weitere 2 m<sup>2</sup> tränken, diese 2 m<sup>2</sup> entlüften usw.

Wir werden dann gleich entformen und anschließend nach dem Entformen unser Polyesterteil wieder in der Form ablegen und weiterbauen.

Unser Laminat haben wir jetzt über Nacht trocknen lassen.

### ENTFORMEN.

Mit dem Gummihammer schlagen wir etwas leicht von außen gegen die Form. Aber nicht zu stark, sonst erhalten wir kleine Risse in der Oberfläche des Formbauharzes, die sich bei jeder weiteren Benutzung des Formenteils an einem Fertigteil abzeichnen würden.

Es knistert schon etwas.

Mit der Flex schneide ich jetzt an einigen Stellen, das überstehende Polyester ab, dass es nicht breiter ist, als der Rand der Form. Hierbei habe ich eine Schutzbrille und eine Staubmaske auf.

Nun setze ich einige Keile aus Hartholz ein, die ich mit dem Gummihammer zwischen Formenrand und fertig laminiertem Fertigteil treibe.

Ich schaffe mir so Spalte von mehreren Millimetern.

Nicht lachen! Ich benutze dann eine Kehrschaufel, die ja flach ist und setze sie am Rand dort an, wo ich die Spalte durch die Keile geschaffen habe.

Über die etwas angekippte Kehrschaufel lasse ich langsam etwa den Inhalt einer Tasse Wasser laufen. Das Wasser läuft in den Spalt und wandert nach dem Gesetz der Schwerkraft nach unten.

Das Wasser läuft jetzt zwischen Fertigteil und Form und fördert den Entformungsprozess, da das Trennwachs wasserlöslich ist.

Das mache ich auch an anderen Stellen in gleicher Art, die ich schon vorbereitet habe.



**Entformt 1**

ausmacht.

Es knistert immer mehr, bis sich das Fertigteil mit einem abschließenden "Plopp" aus der Form hebt. Das Wasser hat jetzt nach dem archimedischen Prinzip mit einem Auftriebsdruck von mehreren Tonnen beim Entformen geholfen, ohne mechanisch die Polyesterteile zu beschädigen.

Das Fertigteil schwimmt jetzt praktisch in der Form, wobei der Wasseranteil nur den

Bruchteil eines Millimeters



**Entformt 2**

Damit ich mein Fertigteil auch aus der Form heben kann, hatte ich tags zuvor schon -3- Zugseile/-Schlaufen (-1- vorne, -2- hinten) festlaminiert.

Ich hebe nun das Fertigteil mit -2- Elektrokränen aus der Form.

## WERKZEUGE UND MATERIEALIEN

Ich habe jetzt einige Materialien und Werkzeuge genannt, wie Glasfasermatte, Glasfaserroving, Laminierrolle und Entlüftungsrolle.



**Glasfasermatte**

Glasfasermatten sehen von ihrer Struktur bzw. ihren Fasern her sehr "unsortiert" aus. Glasfasermatten gibt es in verschiedenen Glasgewichten pro m<sup>2</sup>. Ich selbst benutze die Matten mit einem Gewicht von 225 gr/m<sup>2</sup> als sogenannte Oberflächenmatte hinter der Gelcoat. Dickere Matten vom Glasgewicht pro m<sup>2</sup> würden sich in der Gelcoat abzeichnen.

Die dickeren Matten, die ich selbst auch benutze sind "450 gr.-Matten". Man verwendet sie im Wechsel mit Glasfaser-Rovinggeweben, um Harznester zu vermeiden. Also eine 450 gr.-Matte, eine Roving, wieder eine 450 gr.-Matte, wieder ein Roving usw. Die Oberfläche schließt man immer mit einer Matte ab, damit man eine etwas "glatte" Oberfläche hat.



**Glasfaserrovinggewebe**

Rovinggewebe sind Glasfaserstränge, die im rechten Winkel zueinander angeordnet sind. Die einzelnen Glasfaserstränge bestehen aus "gebündelten" dünnen Glasfaserfilamenten. Ein Glasfaserfilament ist etwa 100 mal dünner, als ein menschliches Haar.

Auch Rovinggewebe gibt es in verschiedenen Glasgewichten pro m<sup>2</sup>.

Es gibt auch sogenannte "Glasgelege" aus miteinander verbundenen Matten und Rovings. Die benutze ich selbst aber nicht, weil sie relativ steif sind und sich schlecht in die Ecken einarbeiten lassen.

Zu sehen sind Glasfasermatten in 225 gr./m<sup>2</sup> und 450 gr./m<sup>2</sup> (optisch kein Unterschied, muss man in der Hand haben und fühlen) und 670 Gramm Roving (geflochtenes Material).



**Harz- Laminierrolle**

Außerdem habe ich mal eine kleine Harzrolle und eine große Harz- (Laminier)-rolle abgebildet, die man noch auf einen Haltebügel stecken würde und eine kleine Entlüftungsrolle.

Als nächstes bauen wir jetzt eine konstruktive Aussteifung in den Bootsboden (Lauffläche, die mit dem Wasser Kontakt hat) ein.

Ich könnte jetzt natürlich noch jede Menge Polyester material auf der Lauffläche (innen) einbringen, aber das macht keinen Sinn. Dann würde das Boot zu schwer werden.

Ich bediene mich einer Sandwichbauweise, die bei geringem Gewicht eine enorme Stabilität bringt. So etwas wird auch bei Rennbooten eingebaut, die leicht sein müssen.

Wenn ein Kern, der Polyesterlagen auf Distanz bringt, beidseitig von Polyester material umgeben ist, wird das Polyester laminat in der Biegung eigentlich nicht auf Biegung, sondern auf Zug belastet. In der Zugbelastung ist das Material erheblich höher zu belasten, als in der Belastung auf Biegung.

Stellt Euch mal vor, Ihr habt ein Blatt Papier in der Hand. Das könnt Ihr problemlos biegen, aber versucht es einmal an den Längsseiten einzuspannen und es auseinander zu reißen. Da sind schon enorme Kräfte erforderlich.

Gut, kommen wir zu meiner Verstärkung zurück.

**ICH BAUE EINEN 3/8 ZOLL BALSAHIRNHOLZKERN EIN.**

Was sind 3/8 Zoll?

Ein Zoll ist 2,54 cm groß. Man kann jetzt rechnen: 2,54 durch 8 mal 3 gleich 0,95 cm, also nicht ganz einen Zentimeter dick.

**WAS IST BALSAHIRNHOLZ?**



**Balsahirnholzplatten**

Was Balsaholz ist, wisst Ihr (sehr leicht).

Beim Balsahirnholz stehen die Fasern senkrecht und sind deshalb enorm druckstabil. Dieses Balsahirnholz gibt es in Platten in verschiedenen Dicken. Es sind praktisch "kleine Holzklötzchen oder-plättchen", die nebeneinanderliegen liegen bzw. angeordnet sind. Das macht die Platte in sich beweglich, so dass man sie auch an Rundungen anpassen kann.

Damit man es nicht mit einem Puzzlespiel zu tun hat, sind diese Balsahirnholzplatten mit einem feinen Gewebe überzogen, die einen Zusammenhalt der Einzelteile gewährleisten.

Dieser Balsahirnholz kern muss jetzt "nass" eingebaut werden.

Ich laminiere dann zunächst innen auf der Lauffläche eine weitere 450 Gramm-Matte auf, um von unten für das Balsahirnholz eine gewisse Restfeuchte zu haben, die in Bezug auf die Klebwirkung des Harzes eine dauerhafte Verbindung ermöglicht.



**Balsahirnholz kern**



**Balsahirnholz kern laminiert 1**

Dann laminiere ich auf diesen Balsahirnholz kern noch einmal

- 1- 450 Gramm Matte
- 1- 670 Gramm Roving und
- 1- 450 Gramm Matte

auf und lasse das Ganze trocknen.

### UNTERKOSTRUKTION FÜR DEN DOPPELTEN BODEN

Als nächstes bauen wir dann die Unterkonstruktion für den doppelten Boden ein.

Wofür brauchen wir einen doppelten Boden?

Wir wollen ja nicht in der Schräge stehen, sondern einen ebenen Boden haben. Außerdem dient der doppelte Boden dafür, das Boot unsinkbar zu machen.

In diesem doppelten Boden sind mehrere in sich abgeschlossene Kammern eingebaut, die dafür sorgen, dass das Boot nicht untergehen kann.

Man könnte sogar auf ein Riff auflaufen, eine Kammer läuft voll, aber das Boot bleibt schwimmfähig, sprich manövrierbar.

Die Unterkonstruktion bauen wir praktisch aus einer Holzkiste, die vorne und hinten abgeschottet ist.



**Unterkonstruktion 2**

Das Holz, 10 mm AW 100 (wasserfest verleimtes Bootssperrholz) wird in der Schräge, nachdem es angepasst ist, aufgesetzt und ausgerichtet.

Man fixiert es jetzt zunächst einmal mit

Glasfaserpachtel, damit es nicht verrutschen kann und



**Unterkonstruktion 1**

man eine "sattel" Auflage der Unterkonstruktion in der Schräge hat, die auch eine entsprechende Druckbelastung aufnehmen kann.

Nun wird diese Unterkonstruktion mit -2- Matten a 450 Gramm festlaminiert.

Nun wollen wir die Bodenplatte einbauen. Das setzt voraus, dass wir passgenau das Holz für die Bodenplatte schneiden.

Man kann sich eine Latte nehmen und fixiert dort einen Stift an einem Ende, weil wir innen im Bootsrumpf etwas abzeichnen müssen, um die Abwicklung für den gekrümmten Schnitt zu erhalten.



Das geht recht einfach, weil wir zuvor beim Einbau die Unterkonstruktion des Bodens mit der Wasserwaage ausgerichtet hatten.

## WIR SCHNEIDEN NUN DIE BODENPLATTEN ZU.



**Bodenplatte**

Das Holz, was wir dafür nehmen, ist 12 mm dick und auch wasserfest verleimtes Bootssperrholz in der Spezifikation AW 100.

Selbstverständlich könnte man, um weiteres Gewicht zu sparen, auch an statt dieser Holzplatte, die ja auch etwas wiegt, Balsahirnholz z.B. in 5/8 Zoll nehmen, was wir beidseitig vorher im Vakuuminjektionsverfahren mit -2- Kohlefasermatten (beidseitig) überzogen hätten. Der Boden wäre dann federleicht und genau stabil, wie eine 12 mm Holzplatte.

Alles ist eine Frage des Preises und der Prioritäten, die man setzt.

Kommen wir wieder zu unserer 12 mm Holzplatte zurück. Die haben wir jetzt zurecht geschnitten haben und passen sie in mehreren Stücken ein.

Bevor wir die Holzplatte auf auf der festlaminierter Unterkonstruktion mit versenkbaren Edelstahlschrauben befestigen, tragen wir auf den Rand der Unterkonstruktion Silikon oder Sikaflex auf, um erstens die Kammern abzudichten und zweitens einen Bootsboden zu haben, der nicht "quietscht" und "ächzt".

Ich hasse nichts mehr als Boote, die sich während der Fahrt so anhören, als wenn sie gleich auseinander fallen würden.

Das tun sie sicherlich nicht, aber die Geräusche, die sonst auftreten, sind nicht schön und auch für den Laien gewöhnungsbedürftig.

Man darf nicht vergessen, dass sich Boote durch die bei der Fahrt auftretenden Torsionskräfte in sich bewegen.



**Bodenplatte komplett**

Unsere Bodenplatten haben wir jetzt in dauerelastischer Dichtungsmasse gelagert an der Unterkonstruktion verschraubt.

Jetzt schließen wir die Lücken der Holzplatten zum Bootsrumph hin mit Glasfaserspachtel und haben eine schöne ebene Fläche.

Die Bodenplatte wird dann mit -2- 450 Gramm-Matten überlaminieren und von oben absolut wasserfest. Im Randbereich laminieren wir außerdem noch einmal -2- Streifen a 450 gr. auf.

Wir bauen jetzt einen Wasserskikasten in den doppelten Boden ein, der auch groß genug ist, um neben den Wasserski, Schwimmwesten, Wasserskiwesten, Neoprenanzug auch

Wasserskileine und Anker aufzunehmen.

Der doppelte Boden ist zunächst einmal geschlossen.

Wenn ich jetzt nur wüsste, wo die Unterkonstruktion ist?



**Bodenplatte laminiert 1**

Ah, kein Problem! Als ich den doppelten Boden vorher verschraubt hatte, hatte ich mir ja Markierungen auf der Holzplatte gemacht, um beim Befestigen der Bodenplatte "nicht ins Leere" zu bohren, oder zu schrauben.

Ich erinnere mich zufällig daran, dass meine Unterkonstruktion aus 10 mm AW 100 besteht, die mit 2 mal 450 Gramm Glasfasermatte festlaminiert wurde.

Klar, das ist die Lösung! Also 5 mm plus 2 mal 0,8 mm für die Materialstärke des Polyesters und schon kannst Du Dir Deinen Ausschnitt aufzeichnen. Ich berücksichtige die halbe

Bohrerbreite und markiere aufzubohrende Stellen, die ich mittig mit einem Stahllineal miteinander verbinde.

Nun weiß ich, wo ich was auf der Fläche rausschneiden muss.

Ich bohre meine Löcher an den Eckpunkten, die groß genug sind, dass das Sägeblatt einer Stichsäge durch passt. Ich sage mal 8 mm.

Anschließend säge ich das entsprechende Bodenstück sauber aus, weil ich keinen, oder so wenig wie möglich Abfall (Materialverlust) will. Ich will das ausgesägte Stück einer weiteren bestimmungsgemäßen Verwendung als Abdeckung für den Wasserskikasten zuführen.

Wir wollen ja schließlich sinnvoll mit dem Budget und den uns zur Verfügung stehenden Ressourcen umgehen.



**Skikasten mit Teppichboden 1**

Hinweis: Hätte ich fast vergessen. Da ich vorher schon wusste, dass ich später einen Wasserskikasten einbauen will, habe ich schon vor Verschließen des doppelten Bodens den wasserfesten Teppichboden eingebracht. Hätte ich sicherlich auch später einbringen können, aber egal.



**Skikasten mit Teppichboden 2**

So, der Wasserskikasten ist auch hergestellt und die Abdeckung bleibt mir erhalten.

Ich baue anschließend einen Wechselrahmen ein und lege die rausgeschnittene spätere Abdeckplatte wieder auf.

Wie Ihr seht, ist im Unterwasserteil der letzte Teil des Bootsbodens ausgespart worden.

Das hat einen ganz besonderen Grund. Es hängt damit zusammen, dass am Heck noch eine Konsole für die Aufnahme eines Außenborders angebracht wird. Diese Konsole wird auch am Heck von innen festlaminiert und bildet dann mit dem Rumpf eine Einheit.

Über diesem offenen Raum in der Unterschale wird später eine Rücksitzbank sein, die getragen wird von einem Untergestell aus Holzträgern.

Zudem wird der Raum benötigt zum Einbau eines Edelstahltanks mit einem Fassungsvermögen von 209 L.



Im Gegensatz zu anderen halte ich nicht viel davon, den Tank vorne im Bug zu integrieren, weil sich das ungünstig auf das Fahrverhalten im Sinne der Momentenrechnung auswirkt.

Beim Tank geht es nicht nur um das eigentliche Gewicht des Tanks mit Füllmenge, sondern auch darum, wo der sitzt in Bezug auf den Lateralschwerpunkt.

Ein Boot ist vorne im Regelfall stärker aufgekimmmt, als im Heckbereich.

Wenn wir jetzt einmal davon ausgehen, dass der Edelstahlstank ein Eigengewicht von 23 Kg hat und eine Füllmenge von 200 L, die wir auf Grund der spezifischen Dichte von Benzin mit einem Gewicht von 140 Kg ansetzen können, würden wir bei einem Gesamtgewicht von  $23 + 140 = 163$  kg ein Moment von  $163 \times 5 = 815$  Kp im Bugbereich erzeugen, wenn wir den Tank dort platzieren würden.

Mit diesem Moment von 815 Kp würde der Bug während der Gleitfahrt ins Wasser gedrückt, was sich kontraproduktiv in Bezug auf eine beabsichtigte gute Gleitfahrt auswirken würde.

Mithin würde die erzielbare Höchstgeschwindigkeit deutlich reduziert.

Aus diesem Grunde ziehe ich es vor, notwendige Gewichte im Sinne einer Momentenrechnung dort unterzubringen, wo sie am unschädlichsten in Bezug auf das angestrebte Fahrverhalten untergebracht werden können.

Ergänzen möchte ich aber noch, dass man den Tank nicht unbedingt im Heck einbauen muss. Es hängt letztlich mit den insgesamt eingebauten Komponenten und dem Auftriebsverhalten des Hecks zusammen. Wenn man im Heck einen schweren Motor hat, kann es durchaus auch sinnvoll sein, wegen der Trimmelage den Tank vorne einzubauen. Bei meinem Boot ist es jetzt zufällig so, dass der Tank tatsächlich hinten am besten untergebracht ist.

Jetzt bauen wir den sogenannten Heckspiegel ein. Der ist erforderlich, um die Heckpartie, die noch den Motor aufnehmen muss, auszusteifen.

Wenn die Heckpartie nur unzureichend ausgesteift wäre, könnte ein starker Motor während der Fahrt die Heckpartie rausreißen.



**Heckspiegel 1**

Das Boot ginge dann auf der Stelle unter, und das wollen wir ja nicht.

Deshalb kann ich nur jedem empfehlen, kein Boot über zu motorisieren, weil die Kräfte, die im Hebelansatz wirken, gewaltig sind.

Jetzt könnte man natürlich die Heckpartie mit einer durchgehenden dicken Holzplatte verstärken, was sich aber wieder negativ auf das Gewicht des Bootes auswirkt und zudem auch an Stellen Verstärkungen vorhanden wären, wo sie gar nicht erforderlich sind.



**Heckspiegel 2**

Auch hier bediene ich mich einer sehr leichten Sandwichbauweise und verstärke auch nur da den Heckspiegel, wo es auch tatsächlich erforderlich ist.

Ich laminiere mehrere Holzplatten aufeinander und erhalte so einen dicken Balken bzw. Träger, der etwa 13 cm dick ist.

Warum setze ich keinen dicken Träger ein, was schneller gehen würde?



**Heckspiegel 3**

Ich will Gewicht sparen, aber trotzdem eine außerordentliche Stabilität haben.

Ich benutze 10 bis 12 mm starke Bretter, die ich aufeinander setze. Zwischen jede Lage kommt eine Lage eine Lage Glasfaser. Dies bewirkt letztlich, dass der Balken in der Biegung die Glasfasermatten auf Zug belastet.

Damit schaffe ich einen Balken im Sinne eines Widerlagers, der mehreren Tonnen Zug standhält.

---

## BAU DER MOTORKONSOLE



**Motorkonsole 1**

Als nächstes bauen wir dann mit der Negativform der Motorkonsole ein Fertigteil.

Die Konsole wird 2 x mit Trennwachs gewachst und nach jedem Wachsauftrag poliert, bis sie glänzt.

Zuerst wird die Gelcoat mit dem Kompressor eingebracht. Gleiches Mischungsverhältnis. Wir bleiben bei 2 % Härter.

Die Gelcoat muss jetzt 12 Stunden etwa trocknen.

12 Stunden später bringe ich wieder die erste Lage, eine 225 gr.-Matte, auf. Entlüften nicht vergessen!

Die muss auch wieder 12 Stunden trocknen.

Weitere 12 Stunden später wird der Laminataufbau in die Konsole eingebracht.

450 gr. Matte  
450 gr. Matte  
670 gr. Roving  
450 gr. Matte  
670 gr. Roving  
450 gr. Matte  
670 gr. Roving  
450 gr. Matte

Ich laminiere nass in nass und entlüfte jede Lage einzeln.

Die Konsole kann nun trocknen. Am nächsten Tag werde ich entformen.

Nächster Tag

Ich schneide das überstehende Laminat am Formenrand ab und setze wieder Keile aus Hartholz ein, um das Fertigteil aus der Form zu holen.

Zwischendurch höre ich wieder ein Knistern, was mir sagt, dass das Fertigteil im Begriff ist, sich aus der Form zu lösen.

Ich fülle wieder etwas Wasser in die Spalte, die ich mit den Keilen hergestellt habe und lasse das Wasser für mich arbeiten.

Nach einigen Minuten höre ich wieder das "Plopp". Das Fertigteil schwimmt in der Konsole.

Ich entnehme es der Konsole und beginne die Fläche, die zum Bootsheck kommt, mit dem Bandschleifer plan zu schleifen.



### Motorkonsole 2

Ich benutze eine 40er Körnung auf dem Bandschleifer.

Mit einem Stahllineal oder einer Wasserwaage überprüfe ich, ob die Fläche plan ist.

Wir haben jetzt das Unterteil mit dem doppelten Boden und die Motorkonsole aus Polyester fertig. Bevor ich das Oberteil baue und aufsetze, bringe ich zuerst die Konsole an. In diesem noch "offenen" Zustand des Bootes geht das einfacher, zumal ich die Unterschale auch noch drehen muss.

Die Konsole wird jetzt nicht nur angeschraubt. Die Konsole wird mit einem Kleber (spezielles Klebeharz) angeklebt, verschraubt und von innen festlamiert, so dass sie eine feste untrennbare Einheit mit dem Bootsrumpf bildet.

Bevor ich aber jetzt Klebeharz einsetze, muss ich die Konsole zunächst einmal richtig ausrichten und provisorisch festschrauben.

Ich benutze dazu einen Hydraulikkran mit einer selbstgebastelten Positionseinrichtung, um die Konsole in Position zu bringen.

Das tue ich und schraube sie fest. Ich benutze eine Schraubverbindung aus 10 mm V4A Schrauben, anfangs mit normalen Muttern, bei der Endmontage selbstsichernde V4A Muttern.



### Motorkonsole 3

Die Konsole ist zunächst einmal provisorisch festgeschraubt.

Ich schneide von innen mit einer pressluftbetriebenen Karoseriesäge den Bereich der Heckpartie aus, der von der Konsole mit Hohlraum überdeckt wird. Die Schnittränder arbeite ich mit Bandschleifer und Exzentrerschleifer nach, um saubere Übergänge zu haben.

Nun baue ich die Konsole wieder ab und beseitige den Glasstaub.

Auf der Konsole wird dann im Verschraubungsbereich ein besonderes Klebeharz aufgebracht. Die Kontaktflächen der späteren Verschraubung reibe ich vorher mit einem Lappen, den ich mit Aceton getränkt habe, ab, um Wachsrückstände vom Trennwachs zu beseitigen und eine kontaktfreudige Klebeverbindung herzustellen.

Das Klebeharz ist thixotropiert und hat eine Konsistenz etwa wie Zahnpasta. Das ist auch gut so. Ansonsten würde mir nämlich das Klebeharz beim nachfolgenden Kippen der Konsole wieder von der Klebestelle laufen. Aber das Klebeharz bleibt artig und bleibt an der Stelle, wo es später kleben soll.

Die Konsole wird wieder mit der Positionseinrichtung und Kran an der richtigen Stelle positioniert und dann mittels der genannten Verschraubung in V4A, nun aber mit selbstsichernden Muttern, selbstverständlich auch aus V4A verschraubt.



### Motorkonsole 4

Das Klebeharz drückt sich an den Rändern raus und wird anschließend mit einem Lappen beseitigt.

Nun laminiere ich die Konsole, die zumindest im unteren Bereich nur "stumpf" angesetzt ist von innen fest. Dabei benutze ich den gleichen Laminataufbau, wie beim Unterteil,

da ich keine Schwachstelle haben will.

Da man Polyesterlaminat eigentlich nur maximal senkrecht auftragen kann, drehe ich anschließend das Unterteil mit meinen beiden Elektrokränen und stelle es "kopfüber" ab, damit ich auch den oberen Teil festlaminieren kann.

---

## BAU DES OBERTEILS

Die Konsole ist dran, jetzt brauchen wir ein Oberteil.

Wir wachsen unsere Oberteilform mit Trennwachs und polieren sie anschließend und das zweimal hintereinander.

Nun spritzen wir mit dem Kompressor Gelcoat in die Form.

Die vorbeschleunigte Gelcoat hatten wir wieder mit 2 % MEKP-Härter versetzt. Nach etwa einer Stunde ist diese Arbeit beendet und die Gelcoat in der Form.

Jetzt muss die Gelcoat 12 Stunden trocknen.

12 Stunden später:

Die erste Lage wird eingebracht. Wir benutzen eine 225 Gramm Glasfasermatte. Das vorbeschleunigte Laminierharz versehen wir bei unseren Harzansätzen auch wieder mit 2 % MEKP-Härter.

Gerade die erste Lage muss wieder peinlichst genau entlüftet werden. Dazu benutzen wir den Entlüftungsroller und tränken auch immer nur soviel an Matte, wie wir entlüften können, bevor das Material fest wird.

Die erste Lage ist eingebaut. Die muss wieder 12 Stunden trocknen.

Weitere 12 Stunden später:

Wir belegen jetzt unsere Form nass in nass mit dem eigentlichen Laminataufbau, der wie folgt aussieht:

450 gr. Matte  
670 gr. Roving  
450 gr. Matte  
670 gr. Roving  
450 gr. Matte

Nun lassen wir wieder alles trocknen und werden am nächsten Tag entformen.

Der nächste Tag ist da. Wir schneiden mit der Flex die nicht benötigten Polyesterüberstände am Formenrand ab.



**Oberschale**

Dann treiben wir wieder unsere Hartholzkeile zwischen neues Bauteil und Form.

In die so entstehende Spalte lassen wir wieder etwas Wasser laufen, was uns die Entformungsarbeit erleichtert, um nicht zu sagen, abnimmt.



**Oberschale mit Balsahirnholzkern**

Es knistert wieder, bis sich das Fertigteil mit einem "Plopp" aus der Form löst und auf einem hauchdünnen Wasserbett schwimmt.

Tags zuvor hatte ich mir noch -3- Zuglaschen anlamiert, um das Fertigteil dann besser aus der Form heben zu können.

Das Fertigteil sieht dann zunächst wie folgt aus:

Als nächstes werden dann noch einige Verstärkungen eingebaut.

Was wird verstärkt und womit?

Das Armaturen Brett wird von der Laminatseite her mit einer 16 mm AW 100-Holzplatte verstärkt und diese mit -2- weiteren Matten a 450 Gramm überlamiert.

Außerdem wird die Decksfläche vorne verstärkt, damit die nicht nachgibt, wenn man drüber läuft.

Auf dem vorderen Teil bringen wir auf der Laminatseite auch einen 3/8 Zoll Balsahirnholzkern auf und laminieren den auch mit -2- zusätzlichen 450 gr. Matte über.



**Oberschale mit Holzkonstrukt**

Dann bringen wir eine flache Holzkonstruktion im vorderen Teil ein, bestehend aus 10 mm AW 100 Holz und laminieren auch

diese mit -2- weiteren 450 gr. Matten über.

Nun lassen wir wieder alles trocknen.

Dann wollen wir das Boot mal wieder etwas weiter bauen.



**Zusammenbau Unter-Oberschale**

Wir haben jetzt eine fertig ausgesteifte Oberschale und eine fertig ausgesteifte Unterschale mit einer anlamierten Motorkonsole.

Dann wollen wir mal ein Boot daraus machen.

Wir müssen jetzt die Oberschale dauerhaft mit der Unterschale verbinden. Wenn das geschehen ist, werden wir den Rand besäumen und eine Gummischeuerleiste aufziehen.

Die Gummischeuerleiste dient der Optik und zum Schutz bei Anlegemanövern. Wir wollen schließlich das neue Boot nicht

verkratzen.

Nachdem die Ränder beider Schalen (Oberschale und Unterschale) grob besäumt sind, wollen wir jetzt die Oberschale aufsetzen.

Wir setzen in einem Eimer etwa 1,5 L thixotropiertes Klebeharz an. Dieses Klebeharz hat die Konsistenz von Zahnpasta und läuft nicht weg wie ein normales Harz.

Dieses Harz bleibt im gewissen Umfang etwas elastisch und hat eine außerordentlich gute Klebewirkung.

Die Ränder unserer beiden Schalen haben wir entstaubt und mit einem Lappen, den wir in Aceton getränkt hatten, fettfrei gemacht.

Dieses Klebeharz, welches auch vorbeschleunigt ist, versetzen wir wieder mit 2 % MEKP-Härter.

Wir müssen uns jetzt beeilen!



Wir haben Gummihandschuhe an und tragen mit einem Japanspachtel das Klebeharz etwa einen halben cm hoch auf den Rand der Unterschale auf. Im Prinzip könnte man auch eine alte Tortenspritze nehmen oder ähnliches.

Mit etwas Übung hat man das Klebeharz in 5 Minuten auf den Rand aufgebracht.

Nun setzen wir das Oberteil auf und richten es aus. Dann fixieren wir das Oberteil am Unterteil. Dazu nehmen wir kleine Schraubzwingen.

Wir setzen zuerst vorne am Bug ein an und dann hinten am Heck jeweils an der Ecke eine. Dann gehen wir in die Mitte, dann wird die Mitte halbiert usw. bis wir dann etwa 100 Schraubzwingen in gleichen Abständen angesetzt haben. Zwischen den Schraubzwingen setzen wir dann jeweils noch eine Poppniete, die wir später nach dem Trocknungsprozess wieder ausbohren.

Wir haben jetzt also etwa 200 Punkte am umlaufenden Rand, um den Anpressdruck während der Trocknungsphase des Klebers zu erhöhen.

Das Ganze müssen wir dann bis zum nächsten Tag trocknen lassen.

Das Oberteil ist jetzt fest mit dem Unterteil verbunden. Da ich aber ein Mensch bin, der viel Wert auf Sicherheit legt, genügt mir diese normalerweise durchaus ausreichende Klebeverbindung noch nicht.

Schließlich wird dieses Boot später eine Geschwindigkeit von 128 km/h erreichen, wobei Torsionskräfte am Rumpf in der Bewegung auftreten, die nicht zu unterschätzen sind.

Im Inneren des Bootes fülle ich den Spalt zwischen Oberschale und Unterschale mit Glasfaserspachtel und schleife den über. Das Ganze wird entstaubt.

Ich schneide mir Mattenstreifen in etwa 10 cm Breite aus einer 450 Gramm Matte und laminiere diese Mattenstreifen in -4- Lagen nass in nass über die Übergänge.

Zum Verständnis:

Die Klebeverbindung an den Bauteilrändern wirkt wie ein Aussteifungsprofil, welches Zug- und Druckbelastungen mit enormen Widerstandskräften entgegenwirkt. Zudem werden die -4- Mattenstreifen, die ich in Überlappung zur zusätzlichen Verbindung der Bauteile eingesetzt habe, bei Ihrer möglichen Belastung nicht nur auf Biegung sondern auch auf Zug belastet.



Die beiden Schalen (Oberteil und Unterteil) sind nun dauerhaft verbunden.

Der Rand der beiden Teile wird jetzt mit einem Bandschleifer geschliffen in der Vorbeitung der Montage einer Scheuerleiste aus Gummi.

Hinweis: Es gibt verschiedene Möglichkeiten, Polyesterteile miteinander zu verbinden. Eine elegante Lösung ist sicherlich die Überlappung von GfK-Teilen, die einander überlappen und auch eine hervorragende Verbindung in Bezug auf die Widerstandskräfte in der Zugebelastung bringen.

Es wird dann üblicherweise ein Aluprofil aufgesetzt mit einer Kedereinlage aus Gummi.

Aus meiner Sicht hat dieses angebliche "Schutzprofil" nur eine Alibifunktion. Es dient eigentlich mehr der Optik und wird meiner Meinung nach seinem bestimmungsmäßigen Gebrauch nur unzureichend gerecht.

Das Gummi in der Kederleiste gibt sicherlich beim Anlegen nach. Wenn es aber mehr nachgeben müsste, als es die Auftragsstärke des Gummis zulässt, geht es an das Aluprofil, ich sage, an das Alu-Optik-Profil".

Nach kurzer Zeit kann das Aluprofil unschön aussehen. Aus diesem Grunde bevorzuge ich das traditionelle Gummiprofil, welches -2- Schalen überlappt.

Nun gut. Ich sage einfach einmal: Geschmackssache. Jeder hat da bezüglich eines notwendigen Schutzprofils seine eigenen Vorstellungen.

Die Ränder sind geschliffen und entkratet. Wie bringt man eine Gummischeuerleiste an?

Ich selbst benutze eine schwarze Kunststofftuppe, die man auch im Baugewerbe nutzt. Darin habe ich heißes Wasser mit etwa 70 Grad und meine zusammengerollte Gummischutzleiste.

Die Tuppe steht auf einem kleinen Rollwägelchen, damit ich sie hinter mir her ziehen kann. Ich trage Arbeitshandschuhe, weil ich mir bei 70 Grad keine Verletzungen (Verbrennungen) zufügen will. Habe schließlich keine masochistische Ader

Die Gummischeuerleiste muss vom umlaufenden Maß her etwa 20 % kürzer sein, als das umlaufende Maß an der Stelle, wo ich sie anbringen will.

Wenn ich die Gummischeuerleiste kalt anbringen würde, hinge sie bei Erwärmung/ Sonneneinstrahlung "schlapp" am Boot.

Wenn sie dagegen heiß und gespannt um den Rumpf gezogen wird, legt sie sich bei Erkalten wie eine zweite Haut schlüssig um den Montagerand und ist nach dem Erkalten nicht in ihrer Schutzwirkung oder Elastizität beeinträchtigt.

Bei Ansetzen der Gummischeuerleiste beginne ich im Heckbereich in der Mitte und fixiere die Scheuerleiste mit einer Schraubzwinde.

Ich ziehe das dehnbare Profil um den Rand und befinde mich dann wieder am ersten Befestigungspunkt. Ich setze erneut eine Schraubzwinde. Nach Erkalten des Gummiprofil setze ich zunächst -2- Poppnieten an den Enden, um zu verhindern, dass sich die Gummischeuerleiste wieder vom Rand löst und entferne die Schraubzwingen.

Den Übergang von Anfang und Ende des Gummiprofils "überlappe" ich mit einem VA-Profil.

Bei Ansetzen der Gummischeuerleiste beginne ich im Heckbereich in der Mitte und fixiere die Scheuerleiste mit einer Schraubzwinde.

Ich ziehe das dehnbare Profil um den Rand und befinde mich dann wieder am ersten Befestigungspunkt. Ich setze erneut eine Schraubzwinde.

Nach Erkalten des Gummiprofil setze ich zunächst -2- Poppnieten an den Enden, um zu verhindern, dass sich die Gummischeuerleiste wieder vom Rand löst und entferne die Schraubzwingen.

Den Übergang von Anfang und Ende des Gummiprofils "überlappe" ich mit einem VA-Profil.

Von unten setze ich in Abständen von etwa 25 cm Poppnieten aus V4A-Edelstahl, die auch anschließend dauerhaft verbleiben.



Habe leider kein Bild mehr vom Aufziehen der Scheuerleiste

Deshalb stelle ich ein Ersatzbild ein, wo man einen weiteren Baufortschritt sieht.

So, die Windschutzscheibe habt Ihr nun auch schon gesehen. Die habe ich aber nicht selber hergestellt. Die hat eine amerikanische Firma hergestellt.

Die Windschutzscheibe besteht aus getöntem Einscheiben-Sicherheitsglas, eingefasst in einem polierten Alurahmen. Das Mittelteil kann man aufklappen, so dass man auch beim Anlegen über den Bug aussteigen kann.

---

## SONSTIGE GEWERKE

So, die Windschutzscheibe habt Ihr nun auch schon gesehen. Die habe ich aber nicht selber hergestellt. Die hat eine amerikanische Firma hergestellt.

Die Windschutzscheibe ist aus getönten Einscheiben-Sicherheitsglas, eingefasst in einem polierten Alurahmen. Das Mittelteil kann man aufklappen, so dass man auch beim Anlegen über den Bug aussteigen kann.

## MOTORBEFESTIGUNG/-AUFNAHME

Ich mache dann mal weiter mit der Motorbefestigung/-Aufnahme.

Wir haben also eine Motorkonsole, die am Unterteil des Boots festlaminiert ist. Jetzt brauche ich noch eine Haltevorrichtung an der Konsole selbst, an der ich den Motor festschrauben kann.

Dazu habe ich eine passgenaue Holzplatte hergestellt, die hinten an der Konsole verschraubt wird. Die Holzplatte ist etwa 8 cm dick und besteht aus verschiedenen Schichten.

Ich habe einzelne Holzplatten (AW 100) in einer Stärke von je 10 mm genommen und dazwischen jeweils eine 450 gr.-Matte auflaminiert. Wenn man das Ganze übereinandergelegt hat, werden etwa 20 Schraubzwingen angesetzt, um der Anpressdruck während der Trocknungsphase zu erhöhen.

Am nächsten Tag ist Holz-GFK-Platte getrocknet. Die Schraubzwingen werden entfernt. Ich bearbeite die Holzplatte mit einem Bandschleifer, bis sie die endgültige Form angenommen hat.



**Gesamtansicht des Boots**

Dann wird die Holzplatte entstaubt und -3- mal mit einem einkomponenten Harz gestrichen, um sie gegen Feuchtigkeit zu schützen.

Die Platte wird nun mit -4- Schraubverbindungen an der Konsole festgeschraubt. Die untere Verschraubung, die nur auf Druck belastet wird in der

Vorausfahrt, stelle ich aus 12 mm V4A her mit selbstsichernden Muttern auch aus V4A.

Für die obere Verschraubung, die auf Zug belastet wird in der Vorausfahrt, verwende ich 16 mm Gewindestangen aus V4A. Die Gewindestangen gehen nicht nur durch das Holz und in die Konsole hinein. Die Gewindestangen gehen durch die Konsole und die dicke Verstärkungsplatte im

Bootsheck durch. Dadurch, dass die Gewindestangen durch die Erhöhungen an der Konsole gehen, sind sie von außen nicht sichtbar.

Um die örtliche Druckbelastung auf dem Holzwiderlager zu reduzieren, verwende ich breite Unterlegscheiben, die ich vorher selbst hergestellt habe. Ich will schließlich nicht, dass sich die Verschraubung in das Holz rein drückt.

Zudem bringe ich mir an der Konsole noch einen Hilfsspiegel für die Aufnahme eines Hilfsmotors an, den ich in vergleichbarer Art, aber nicht so aufwändig hergestellt habe.



**Heckansicht Motorspiegel**

Für den Hilfsspiegel wäre es sicherlich besser, wenn dieser am Heck an der Backbordseite angebracht wäre. Dies hängt mit der Drehmomentabstützung eines rechtsdrehenden Propellers zusammen, wobei die Heckpartie bei Geradeausfahrt um den Lateralschwerpunkt nach Steuerbord versetzt wird.

Andererseits sind die erforderlichen 5 Ps einer Hilfsmaschine noch gut zu bändigen, zumal man mit der Hilfsmaschine nur in Verdrängerfahrt fährt und auch mit dem Unterwasserteil des Hauptantriebs mit steuern kann.

Bei einer angenommenen Konstruktionswasserlänge von 5 m wäre das dann  $4,5 \times$  die Wurzel aus  $5 = 10,06$  km/h oder 5,43 kn.

Der wesentliche Grund, warum ich die Hilfsmaschine an der Steuerbordseite platziere ist der, dass ich eine Rechtssteuerung habe und Schaltzüge und andere zum Betrieb der Maschine notwendige Utensilien auf der Steuerbordseite am Heck ankommen.

Aus diesem Grunde bringe ich Bootsleiter an der Backbordseite am Heck an, um nicht über Schaltzüge etc. ins Boot klettern zu müssen, wenn ich z.B. nach dem Wasserskilaufen oder Schwimmen wieder ins Boot will.

Fällt mir gerade ein. Häufiger wird schon einmal im Forum nachgefragt, wie man Belegklampen richtig befestigt. Dazu will ich jetzt nichts sagen, weil das Thema im Forum schon hinreichend und auch sachgerecht erörtert wurde.

Ich möchte aber einmal darauf hinweisen, dass ich mein Boot an nur -4- Belegklampen heben kann. Das geht auch noch, wenn der 225 Ps Außenborder angebaut und der 200 L-Tank voll ist. Achtet mal auf die Bilder.

Im Heckbereich habe ich eine Sitzbank eingebracht, die auf einer lamelierten Trägerkonstruktion beruht.

Bisher haben wir nur den Begriff "laminieren" kennengelernt. "Laminieren" bedeutet die Verarbeitung von Matten und Rovings mit Harz.

"Lamelieren" ist etwas anderes. Hier geht es darum, mit mehreren Lagen Holz, einen Holzträger zu schaffen, der bieguingsresistenter ist, als ein normaler Holzbalken, da die Klebestellen in der Biegung auf Zug belastet werden. Es ist im Prinzip das gleiche System wie bei einer Dachträgerkonstruktion aus Leimbindern, nur eben viel kleiner.

Man klebt mit Harz mehrere Schichten Holz (AW 100) aufeinander. Das Ganze sieht dann aus, wie der Griff eines Tischtennischlägers.

Auch hier werden dann Schraubzwingen angesetzt, damit die Holzflächen satt aufeinander kleben. Am nächsten Tag nimmt man die Schraubzwingen ab und besäumt die Holzträger, entweder mit dem Elektrohobel, oder mit dem Bandschleifer.

Nach Montage werden diese Träger mit einem Einkomponentenharz -3- mal gestrichen, um sie wasserresistent zu machen. Ich benutze dazu "G4-Haftvermittler".

Ich brauche -4- waagerechte Träger und -4- senkrechte Träger.

Die waagerechten Träger werden zum Spiegel hin mit rostfreiem Winkeleisen befestigt. Nach vorne liegen sie auf den senkrechten Trägern auf.

Die waagerechten Träger reichen so weit nach vorne Richtung Bug, damit sie den "Leerraum" im Heckbereich überbrücken, den man beim Einbau des doppelten Bodens gesehen hat. Da blieb das letzte Stück frei.

Jetzt könnte man natürlich mutmaßen, dass in diesem "freien Stück" der Bootsboden nur unzureichend, mangels fehlender Unterkonstruktion eines doppelten Bodens, ausgesteift wäre.

Dem ist aber nicht so, weil auch hier Balsahirnholz im Sandwichbau eingearbeitet ist und das Laminat an dieser Stelle durch die Anbindung der Konsole deutlich dicker ist, als an anderen Stellen.

Außerdem wird in diesem "Leerraum" noch ein nach oben hin offenes Behältnis einlaminiert, welches unseren Tank später aufnimmt. Dieses einlamierte Behältnis, auch aus 10 mm AW 100 mit -2- 450 gr. - Matten überdeckt, gibt praktisch die gleiche Stabilität/Aussteifung wie die normale Unterkonstruktion des doppelten Bodens.

Indem ich hier keinen doppelten Boden im üblichen Sinne eingebaut habe, spare ich auch noch einmal das Gewicht einer AW 100 Platte in einer Stärke von 12 mm, plus -2- Lagen 450 gr. Matten in etwa 2 m<sup>2</sup> Größe ein und schaffe mir Platz für den 209 L-Tank.

Das sind dann eben noch einmal  $2 \times 0,12 \times 0,8 = 19,2$  Kg, plus die beiden Mattenlagen getränkt mit etwa 4 kg an zusätzlicher Gewichtsersparnis, die eine durchgehende 12 mm AW 100-Holzplatte an Mehrgewicht mit sich bringen würde.

Wenn ich diese 23,2 Kg jetzt durch Einsatz von Kohlefaser einsparen müsste, wäre das kostenmäßig auch nicht unbedeutend.

So gibt es eben viele Stellen am Boot, wo man durch einen gewissen durchdachten konstruktiven Aufwand, der durchaus etwas arbeitintensiver sein kann, trotz Allem Gewicht und Geld einsparen kann, ohne Verzicht auf erforderlicher Stabilität. Trotz Allem schafft man sogar noch Platz für andere nötige Einbauten.

Kritiker mögen jetzt sagen: "Mangels doppeltem Boden in dem Bereich hat der ja keinen Auftrieb im Heck, wenn er Wasser aufnimmt".

Den möchte ich entgegenhalten, dass in diesem von mir erwähnten Behältnis zur Aufnahme des Tanks ein 209 L fassender V4A-Tank eingebaut wird.

Der kann auch nicht hochschwimmen, weil er eingeschäumt ist.

Benzin hat eine spezifische Dichte von 0,7. Das bedeutet:  $209 \times 0,7 = 146,3$  Kg plus natürlich das Tankgewicht von 23 Kg = 169,3 Kg in Relation zu 209 L Fassungsvermögen. Also bleiben im ungünstigsten Fall im Heck noch  $209 - 169,3$  Kg = 39,7 Kg an Auftrieb über und im günstigsten Fall bei praktisch leerem Tank 209 Kg an Auftrieb.

Ich habe im doppelten Boden insgesamt einen Auftrieb von etwa 500 L (Kp) in mehreren Kammern. Um mein Boot schwimmfähig zu halten bei einem Eigengewicht von 700 Kg brauche ich aber gar nicht mehr als 700 Kp Auftrieb, es reicht weit weniger, wenn ich die spezifischen Dichten von Wasser und GFK und natürlich das Motorgewicht gegenüberstelle. Der Auftrieb insgesamt ist mehr als genug, um das Boot auch bei Wasserübernahme schwimmfähig zu halten.

Kommen wir noch einmal zu dem Trägersystem im Heck zurück.

Es ergibt sich ein Trägersystem, was weit widerstandsfähiger ist, als eines, aufgebaut aus normalen Balken.

Auf dieser Unterkonstruktion wird dann die Sitzbank aufgelegt. Nach vorne hin ist dieses Trägersystem durch eine 8 mm AW 100 Platte geschlossen.

## DIE SITZBANK

Die Sitzbank besteht aus einer Grundplatte von 10 mm AW 100, 100 mm Schaumstoff und einem Überzug aus Kunstleder.



**Sitzbank Unterkonstruktion**

Die Seitenteile im Boot stellen wir aus 8 mm AW 100 her, beaufschlagen sie mit 10 mm Schaumstoff und überziehen sie mit Kunstleder. Gleiches machen wir mit der Armaturenblechverkleidung.

Die wasserfesten Lautsprecher haben ein eigenes Gehäuse, um einen erforderlichen Resonanzkörper zu haben.

Auf der Steuerbordseite im Heck habe ich eine Haltevorrichtung für einen Mercedes Reservekanister eingebaut. Der fast 7 L.



**Sitzbank Unterkonstruktion 1**

Der Reservekanister sitzt quasi auf einer Gewindestange mit Abstützungsrahmen und wird mittels einer Flügelmutter festgesetzt. Der sitzt "bombenfest" an das Behältnis für die Aufnahme des Tanks geschraubt.

Auf der Backbordseite habe ich eine Haltevorrichtung eingebaut, die der Aufnahme eines 5 Ps Hilfsmotors dient.

Ich bin der Meinung, dass der Hilfsmotor nicht unbedingt am Spiegel fest montiert sein muss.

Der Hilfsmotor ist also rutschsicher unter im Achterdeck untergebracht und kann im Bedarfsfall aus der Spanneinrichtung gelöst und am Heck montiert werden.

Damit das Ganze etwas nett aussieht, ist auch dieser Teil unter der Sitzbank mit verrottungsfestem Teppichboden ausgestattet.

Was man jetzt noch nicht sehen kann, ist, dass sich hinter dem Tank die Starterbatterie rutschfest untergebracht befindet und ein -2- Kg-Feuerlöscher.



**Sitzbank Unterkonstruktion 2**

Der Bilgenbereich ist selbstverständlich mit LT-Lack ausgemalt.





**Boot Bugansicht**

Grundsätzlich habe ich alle Sicherheitsfeatures bis auf den Drehzahlmesser und den Spritdurchflussmesser doppelt verbaut aus Sicherheitsgründen.

Das bedeutet also: Steuerkompass plus elektronischem Kompass, Fishfinder plus Echolot in digitaler Anzeige, Benzinuhr mit Referenzsystem mit Durchflussanzeige.

Weitere Bilder vom Cockpit gibt es morgen.

## SCHEIBENBAU

Dann will ich Dir mal kurz erklären, wie man so etwas machen könnte. 3 bis 4 mm kalt gebogen und eingespannt kann man vergessen. Da wäre der nächste Bruch vorprogrammiert. Die Scheibe wäre auch zu labil.

Am besten nimmt man 6 mm Plexiglas, welches heiß gebogen wird und nach dem Erkalten auch seine Form behält.

Zunächst brauchst Du praktisch ein ausgesteiftes Holzmodell in der zukünftigen Form. Dieses Holzmodell musst Du mit einem Tuch überspannen.

Das Längenmaß Deiner Plexiglasplatte, die Du kaufen musst, ergibt sich aus dem ablaufenden Maß der Unterkante Deiner Scheibe zuzüglich eines Montagerandes, der später abgeschnitten wird. Die Breite aus der Scheibenhöhe (Länge) in der Neigung.

Du müsstest Dir ein kleines Heizöfchen zurecht zimmern, welches senkrecht aufgestellt oder aufgehängt wird und von vorne zu öffnen ist.

Die Plexiglasplatte hängst Du senkrecht auf. Oben und unten am Rand hast Du sie am Montagerand mit einer Holzklammer befestigt.

Von unten bringst Du in das Öfchen Heißluft ein mit ca. 80 Grad. Dann lässt Du die Scheibe etwa 30 Minuten in dem Öfchen, damit sie sich gleichmäßig erwärmen kann. Über 100 Grad solltest Du auf keinen Fall gehen, dann wird die Scheibe zu labil.

Wenn die Scheibe nun ihre Hitze erreicht hat, wird sie um den Holzkern gezogen, der mit einem Tuch versehen ist, um Kratzer zu verhindern.

Wenn die Scheibe dann kalt geworden ist, hat sie die Form, die Du brauchst. Jetzt muss sie nur noch besäumt werden. Das kannst Du mit einer Bandsäge machen oder mit einer eingespannten Stichsäge, die mit hartmetallbestückten Sägeblatt versehen ist.

Die Schnittkanten kannst Du anschließend mit 180er oder 240er Schleifpapier "brechen".

Für die Oberkante nimmt man normalerweise ein Aluprofil mit 6 mm Öffnung und schlägt das mit einem Gummihammer auf. In Abständen von etwa einem halben Meter solltest Du das Aluprofil mit Popnieten sichern. Ich würde welche aus VA nehmen.

Für die Unterseite gibt es als Meterware Kunststoffprofile in der die Unterkante geführt und gehalten wird. Genauso gibt es im Zubehör für den unteren Rand Schraubbefestigungen, die mit Gummilager

in der Scheibe gehalten werden und am anderen Ende durch das Polyester verschraubt werden. Es gibt auch Endstücke für die Scheibenenden.

## WAS WICHTIG IST, BEIM BOHREN VON PLEXIGLAS!

Das kannst Du nicht mit einem scharfen Bohrer machen, da fliegt Dir der Scheibenrand weg.

Mit einem neuen scharfen Bohrer solltest Du zunächst einmal in einen Kalksandstein bohren, um den Schneidwinkel abzuflachen. Anschließend klappt das Bohren prima ohne Verluste oder Schrott.

Ich hatte ja darauf hingewiesen, dass ich noch ein paar abschließende Erklärungen bringen will, die sich auf Details beziehen. Warum ich das Eine oder Andere dann eben so gemacht habe, entspringt meiner Überlegung.

Es muss nicht unbedingt besser sein, als andere bewährte Lösungen, ist aber aus meiner Sicht vernünftig und sollte durchaus bei sicherheitsrelevanten Überlegungen in Betracht gezogen werden.

Was der Einzelne an seinem Boot macht und auch wie, ist natürlich seine Entscheidung. Es gibt da keine genormten Sicherheitsstandards bei gewissen Dingen. Bestimmte Lösungen ergeben sich im Laufe der Zeit, wenn man schon einige schlechtere Lösungen gesehen und vielleicht auch selbst vorher schlechtere Lösungen ausprobiert hat.

Ich hatte Euch Bilder in diesem Trööt gezeigt, wo ich das ganze Boot an nur vier Klampen mittels zweier elektrischer Kräne angehoben habe. Das geht auch mit Motor und vollem 206 Liter-Tank. Das Boot wiegt dann 500 Kg (Rumpfgewicht), 209 Kg (225 Ps-Suzuki 2-Takter) 206 Liter Sprit (144,2 Kg) = 853,20 Kg. Auf jeder Belegklampe lasten also  $853,20 : 4 = 213,30$  Kg.

## KLAMPEN



Klampe



Befestigung Klampe

Welche Klampen habe ich gewählt, und wie habe ich sie befestigt?

Es gibt Klampen aus Delrin, die mit -2- M5-Schrauben befestigt werden.

Nett anzusehen, aber nicht unbedingt zu empfehlen, wenn die Verschraubung mit 5 mm Messing oder Messing verchromt erfolgt und die Unterlegscheiben gerade einmal 10 mm breit sind.

Ich benutze Klampen aus V4A mit -4- Befestigungspunkten.

Der "Unterbau" im Polyester sollte aus meiner Sicht, bei diesem Bootsgewicht aus -10- Lagen im belasteten Bereich mit einem Glasgewicht von 5325 Gramm/m<sup>2</sup> bestehen.

Jetzt muss man natürlich nicht den gesamten Bereich so verstärken, sondern nur den Bereich von etwa 10 mal 20 cm bis zu dem Punkt, wo die Fläche in eine Senkrechte übergeht. Ab der Senkrechten wird das Laminat nicht mehr auf Biegung, sondern nur noch auf Zug belastet, wobei die Belastbarkeit auf Zug um ein Vielfaches höher ist. Die Krafteinleitung erfolgt im 60 Grad Winkel, was bedeutet, dass das Laminat im Unterbau

entsprechend ausgeführt wird.

Die ganze Fläche im Oberteil bei diesem Boot mit -10- Lagen auszuführen würde der Stabilität sicherlich nicht abträglich werden, ist aber nicht notwendig und würde nur zusätzliches Gewicht schaffen, was auch Ps-mäßig bewegt werden muss.

Vielleicht nochmal als Hinweis: Es handelt sich hier um ein Boot mit einer LÜA (Länge über Alles) von 7 m Länge.

Ich benutze -4- M6-Verschraubungen aus V4A mit 20 mm breiten Unterlegscheiben, die eine Stärke von 2 mm haben. Die Schrauben (Mutter) sind selbstsichernd.

Die einzelne Belegklampe könnte ich durchaus auch mit mehreren Tonnen in senkrechter Richtung belasten, ohne dass die Verschraubung oder die Klampe bricht.

Im Bereich meiner auf Zug oder Druck belasteten Stellen gibt es auch keine "Haarrisse" im Gelcoat.



**Unterlegscheiben Motorspiegel**

"Haarrisse" in der Gelcoat weisen immer auf eine unzureichende Aussteifung des Unterbaus hin!

Jetzt gibt es mal Bilder.

Eine Verschraubung an einem Spiegel (innen und außen) sorgt immer für entsprechende Druckmomente in einem sehr begrenzten Bereich, die sich gerade im Vorwärtstrieb über die Aufstandsflächen der Unterlegscheiben im Bereich der oberen Verschraubung definieren.

In meinem Fall galt es, an den oberen -2- Befestigungspunkten von innen ein entsprechendes Widerlager für 225 Ps zu schaffen.

dem ich Einige ins Gröbeln gebracht habe, hatte gemessen 280 Ps. Auch die galt es "zu bändigen".

Tatsache ist es, dass wir im oberen Bereich ein "Zugmoment" haben und im unteren Bereich ein "Druckmoment".

Das "Druckmoment" ist nicht das Problem, weil es vom Lastenmomentenansatz her (örtliche Nähe zum austeifenden Laminat im 90 Grad-Winkel) gut beherrschbar ist.

Das Problem war, die Krafteinleitung auf den "inneren Spiegel" im Bereich der oberen Verschraubung so zu übertragen, dass sich die "üblichen" Unterlegscheiben einer M12-Verschraubung nicht durch das Laminat in das Holz einarbeiten und hier ihr Unwesen treiben.

Was habe ich dagegen getan?

Ich habe mir selbst Unterlegscheiben aus Polyester hergestellt in einer Stärke von 15 mm bei 100 mm Durchmesser. Ich habe damit die Krafteinleitung oder "Punktbelastung" auf eine größere Fläche verteilt.

Vielleicht zum Verständnis:

Eine Unterlegscheibe von Durchmesser 20 mm hat eine Aufstands Fläche von 20 durch 2 gleich 10mm im Quadrat mal Phi, was folgende

Aufstands fläche ergibt:



20 durch 2 gleich 10 mal 10 gleich 100 mal 3,14 gleich 314 mm<sup>2</sup> an Aufstandsfläche.

Ich habe gewählt:

100 durch 2 gleich 50 mal 50 gleich 2500 mal 3,14 gleich 7850 mm<sup>2</sup> an Aufstandsfläche.

Diese Fläche ist groß genug, um die auftretenden Lastmomente auf den "inneren Spiegel" so zu verteilen, dass das den Holzkern überziehende Laminat nicht im Andruckbereich "abschert" und sich die Unterlegscheibe ins Holz "einarbeitet".

Ich stelle mal wieder Fotos dazu ein, denen man entnehmen kann, wie man den auftretenden Druck so verteilen kann, dass sich die Verschraubung nicht zwangsläufig in den Untergrund "einarbeitet" und Nässe zieht, die früher oder später zur Verrottung eines Bauteils führen.



**Tankentlüftung**

### TANKBELÜFTUNG

Ein Problem vieler Boote ist die Tankbelüftung, weil die Tankbelüftung in einem Bereich angebracht wird, wo zwangsläufig Spritzwasser "anfällt".

Dieses Spritzwasser muss grundsätzlich über einen Wasserabscheider "entsorgt" werden.

Ich empfehle auch keine "abschließbaren" Tankdeckel mit einem im Tankdeckel eingebauten Schloss. Damit habe ich auch meine Erfahrungen gemacht.

Ein solcher Tankdeckel lässt Tröpfchen für Tröpfchen Wasser in den Tank. Den Rest könnt Ihr Euch denken.

Besser ist es, einen Tankdeckel ohne Schloss zu nehmen und den gegebenenfalls mit einem Bügel zu versehen, der ein Öffnen des Tankdeckels unmöglich macht. Auch damit kann man einem möglichen "Spritzklau" vorbeugen.

Die Tankentlüftung sollte an einer solchen Stelle angebracht sein, wo es "nicht rein regnen" kann und wo auch kein Spritzwasser reinkommt.

Ich habe für mein Boot eine Stelle gewählt, wo der Tankentlüftungsstutzen in einer "Mulde" unter der hinteren Liegefläche liegt und zudem auch so hoch ist, dass kein rückwärtiges Schwallwasser eindringen kann, wenn ich das "Gas" wegnehme und von hinten die Heckwelle kommt.

Zudem sollte man die Entlüftungsleitung von der Entlüftungsstelle her noch einmal "nach oben" führen, bevor sie zum Tank geht, um für alle Eventualitäten ein Eindringen von Wasser in das Tanksystem zu verhindern.

Zudem benutze ich einen Wasserabscheider von Volvo mit einem Schauglas, der zwar aus mir unverständlichen Gründen für "Benziner" nicht mehr zertifizierungskonform ist, was mich aber weniger "an ficht", weil es sich hier um mein eigenes Boot handelt.

Und nun wieder Bilder.

## EINZELLÖSUNGEN



**Steckdose im Cockpit 1**

Nur eine Kleinigkeit und normalerweise eigentlich gar nicht erwähnenswert.

12 Volt Stromversorgung für diverse mögliche Verbraucher.

Laptop mit Navigationssoftware aufladen, oder mit Fremdspannung betreiben, Lampe mit Stromversorgung versehen - ich stelle mir gerade einen Suchscheinwerfer mit 55 Watt Xenon her - oder Hand-GPS mit Strom versorgen, Kühlbox betreiben oder Vieles mehr.

Eine Steckdose sollte vorhanden sein mit Normanschlüssen und selbstverständlich über eine Sicherung abgesichert sein.

Sind zwar alles nur Kleinigkeiten, aber hilft ungemein.

## RADIOEINBAU/ LAUTSPRECHER.



**Radorahmen**

Ein Radio sollte im offenen Cockpit grundsätzlich nur mit einem wasserdichten Einbaurahmen mit Deckel eingebaut werden, sonst kann das Radio bei Regen schon nach wenigen Wochen oder Monaten zerstört sein.

Ähnlich sieht es mit den Lautsprechern aus, die in nicht wasserfester Ausführung oftmals nur eine Saison überstehen, wenn überhaupt.

Damit der Klang der Lautsprecher auch entsprechend "rüberkommt", sollte hinter dem Lautsprecher ein Gehäuse wie eine Lautsprecherbox sein, welches auch mit Dämmwolle aus dem Lautsprecherbau gefüllt ist.

Lautsprecher ohne Gehäuse hören sich schrecklich an und sind nur "Krachmaschinen".

Als Gehäuse habe ich 12 mm AW 100 verwendet. Die Gehäuse sind verleimt mit wasserfestem Leim von Ponal und verschraubt.

Im Armaturenbrett sind -2- Lautsprecher und im Fußraum der Rücksitzbank ebenfalls -2- Lautsprecher verbaut. Das reicht für einen guten Sound auch bei Fahrt. Ein Subwoofer ist nicht notwendig.



**Lautsprecher Sitzbank 1**

Die Lautsprecher sind von Conrad Electronics in wasserfester Ausführung und halten über Jahre. Zudem sind sie eigentlich sehr günstig und haben einen guten Frequenzgang.

Das Radio ist mit CD-Player und nichts Besonderes, reicht aber für diesen Zweck mit 4 x 50 Watt Ausgangsleistung völlig aus.

Ihr habt Euch bestimmt schon einmal gefragt, wie man Konturen seitengleich herstellen kann. Mit dem Auge, dem



**Lautsprecher Cockpit**

Zollstock (Schätzseisen) und der eigenen optischen Wahrnehmung geht das nicht, insbesondere dann nicht, wenn wir es mit Rundungen zu tun haben.

Hilfsmittel, wie eine überdimensionale CNC-Fräse, mit der man einen Kern vorab bearbeitet, lasse ich jetzt einmal außen vor, weil sie beim Hobbybauer nicht zum Einsatz kommen.

Ihr würdet Euch wundern, welche Differenzen Ihr hättet, wenn Ihr beim Positivkern auf der Steuerbordseite etwas aufbaut und anschließend auf der Backbordseite das Gleiche, oder umgekehrt.

Man bedient sich zwangsläufig gewisser Hilfsmittel, greift auf der einen Seite ab und überprüft beim Aufbau auf der anderen Seite, ob die Proportionen die gleichen sind.

Ich stelle Euch jetzt mal ein Hilfsmittel vor, mit dem man in der Lage ist, Konturen seitengleich herzustellen, bzw. von der einen auf die andere Seite zu übertragen.

Im Klartext bedeutet das: Man stellt eine Seite fertig. Wenn man dann die andere Seite aufbaut, überprüft man immer wieder mit dem Konturenprüfer durch Anhalten, ob die andere Seite genau die gleichen Abmessungen hat. Wenn nicht, muss man beim Positivkern wieder aufspachteln, nachschleifen und erneut überprüfen, ob beide Seiten nun seitengleich sind.

Auch wenn es optisch nicht unbedingt auffallen würde, weil man nicht gleichzeitig beide Seiten betrachten kann, wäre es für einen Bootsbauer peinlich, wenn später der Kunde sagen könnte: "Was haben Sie denn da gemacht? Die eine Seite ist ja einen halben Zentimeter höher" ..... oder wie immer auch.

Bei einer handwerklichen Arbeit wird man zwar nie so genau arbeiten können wie eine CNC-Fräse, die im hundertstel Millimeterbereich arbeitet, man sollte aber stets bemüht sein, ein optisch einwandfreies Ergebnis zu erreichen, was nicht beanstandet werden kann.

Nun gut, wie sieht das Hilfsmittel dafür aus?

### KONTURENABGREIFER

Ich stelle Euch jetzt einmal einen Konturenabgreifer vor, wie ich ihn selbst beim Bau eines Positivkerns einsetze.

Der Konturenabgreifer besteht aus mehreren Elementen, die man in einem gewissen Rahmen beliebig verlängern kann. In Führungen befinden sich Stahldrähte, die sich beim Anlegen an die Kontur anpassen. Damit sie nach dem Abgreifen nicht verrutschen können, sind sie etwas "stramm" geführt.



**Konturenabgreifer**

Ich habe jetzt einmal mit einem und dann mit zwei Elementen "Abgriffe" vorgenommen, die man auf der einen Seite vornimmt und damit auf der anderen Seite überprüft, ob der Unterbau dort auch in die Kontur passt.

Der Einfachheit halber habe ich einfach einmal beliebige Gegenstände "abgegriffen", um das System zu verdeutlichen.

## COCKPIT



Cockpit 1



Cockpit 2