

Hanflaminate im Test

Natürliche Kunststoffe – das klingt wie die Quadratur des Kreises, ist aber tatsächlich machbar:
Laminate aus modernen Kunstharzen und Hanffasern könnten glasfaserverstärkten Kunststoffen eines Tages Konkurrenz machen (wir berichteten in Palstek 3/97). Ob sich die umweltfreundlichen Laminate auch im Bootsbau einsetzen lassen, hat der Berliner Schiffbauingenieur Jörg Albrecht jetzt in einem "low budget – high tech" Projekt untersucht.

Das Naturprodukt Hanffaser ist normalerweise als Dichtmittel für Rohrverbindungen bekannt. Bisherige Versuche als Verbundwerkstoff beschränkten sich auf die Erprobung von Festigkeits- und Steifigkeitswerten unter Laborbedingungen. Eine spezielle Anwendung im Bereich des Bootsbaus ist bislang noch unerforscht. Warum sollen überhaupt Hanflaminate untersucht werden, mag man sich fragen, warum soviel Aufwand betreiben, wo es doch Glasfaser gibt? Dabei sprechen viele Gründe für solche Untersuchungen: Einsparung von

Energie, die Vermeidung von Abfällen und die Sicherung von Arbeitsplätzen in der Landwirtschaft sind wohl die wichtigsten.

Hanf wächst mit der Energie der Sonne und bindet CO_2 aus der Luft in seinen Fasern. Bei der thermischen Entsorgung von Hanfwerkstoffen kann die von der Pflanze gespeicherte Energie der Sonne CO_2 -neutral als Heizernergie genutzt werden. Die entstehenden Aschereste finden als Isolationsmaterial Verwendung.

Die Entsorgung der mit Harz verbunden Laminate findet derzeit noch wie

bei formverleimten Holzstücken statt. Bei zukünftigen Baustoffen aus Biomolekülen soll eine Kompostierung möglich sein.

Die Agrarimporte von Billigprodukten aus aller Welt machen den deutschen Bauern das Leben nicht gerade leicht. Mit dem Hanfanbau besteht die Chance, die Landwirtschaft als Produzent hochwertiger Fasern wieder als Zulieferer der Industrie zu etablieren. So können Arbeitsplätze in der Agrarwirtschaft an die industrielle Entwicklung gekoppelt werden.

Hanf liefert neben Rohstoffen für Textilien auch Dämmstoffe für die Bauindustrie und Fasern für den Fahrzeug- und Bootsbau.

Testziele

In unserem Versuch sollte der Einfluß der Luftfeuchtigkeit als die maßgebliche Umgebungsbedingung für den Einsatz des Werkstoffes im Bootsbau untersucht werden. Die Annahme, daß die Eigenschaften der Hanffasern im wesentlichen von der Luftfeuchtigkeit abhängen, bestätigte sich.

Erstes Ziel des Projektes war die Untersuchung der Festigkeit sowie der Steifigkeit von Hanflaminaten in Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit.

Zweites Ziel des Projektes war eine Abschätzung der Kosten im Verhältnis zum Nutzen. Für uns war wichtig, welche Materialkosten entstehen, um eine bestimmte Kraft (Festigkeit) aufzunehmen oder eine bestimmte Durchbiegung (Steifigkeit) zuzulassen.

Die Materialkosten für Laminate allgemein hängen im wesentlichen von dem Harzpreis und dem Preis der Fasermatten ab. Je nachdem welche Menge der beiden Komponenten pro Fläche in dem Laminat verarbeitet werden, ergeben sich die Kosten pro Flächeneinheit.

Das Verhältnis der Werkstoffe, Harz und Fasermatte, wird durch den Faservolumengehalt oder den Fasermassengehalt ausgedrückt. In den Versuchen berücksichtigten wir also auch das Verhältnis der Werkstoffanteile bei den Teststücken.

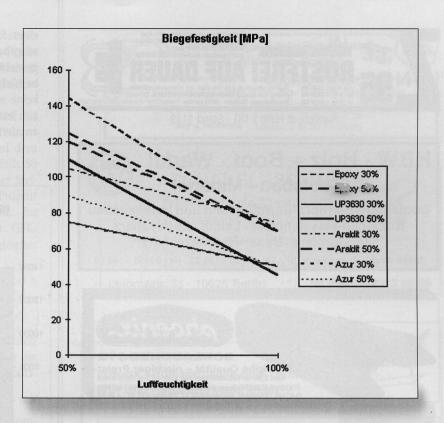
Projektpartner

Um das langwierige Verfahren für die Bewilligung von Fördermitteln zu vermeiden und recht bald Ergebnisse zu erzielen, habe ich mich auf die Suche nach Partnern gemacht, die sich an einem umweltgerechten Werkstoff im Bootsbau aktiv beteiligen wollen. Ich danke für die Unterstützung vor allem dem Institut für Strukturmechanik der DLR-Braunschweig, insbesondere Herrn Riedel, der die umfangreichen Versuche ermöglicht hat.

Die Versuche

Hier eine Zusammenfassung der Testergebnisse, welche sich auf die Biegefestigkeit und die Biegesteifigkeit der Hanffaserlaminate beschränken und die verschiedenen untersuchten Randbedingungen wie Luftfeuchtigkeit und Faservolumengehalt berücksichtigten.

Wir testeten einen Werkstoff aus Hanffasern und herkömmlichen Epoxid-



Interpolierte Testergebnisse zur Biegefestigkeit von Hanflaminaten.

und UP-Harzen. Die Auswahl der Harze erfolgte danach, ob sie nach den Angaben der Hersteller für den Bootsbau geeignet sind.

Aus der Vielzahl der Harzhersteller haben wir vier ausgewählt und je ein Kilogramm aus der laufenden Produktion zum Test verwendet.

Die Test-Produkte:

ACRÜ-Polyesterharz mit Härter AZUR-S VISCOVOSS mit Härter LN-Epoxy A+B mit Härter CIBA Araldit LY564 + CIBA Härter HY560

Bei dem Wirrfaserflies aus Hanf handelte es sich um ein sehr grobes Vlies mit einem Flächengewicht von 550 Gramm pro Quadratmeter und einer Dicke von insgesamt circa vier bis fünf Millimeter.

Die Laminat-Proben für die Testreihen wurden im Vakuumverfahren hergestellt. Die Luft wurde aus dem Laminat gesaugt, so daß im Werkstoff ein niedrigerer Druck herrscht und der Luftdruck von außen den Werkstoff zusammenpreßt und verdichtet. Die von uns verwendeten Hanffasermatten waren ohne "Schlichte" ver-

arbeitet worden. Bei der Herstellung von Matten aus Glasfasern wird die "Schlichte" aufgebracht, um die Durchtränkung der Glasfasermatten mit dem Kunstharz zu fördern und die wasserbeständige Haftung der beiden Komponenten langfristig zu verbessern.

Um Fehler und den Einfluß von Unregelmäßigkeiten im Material bei den Ergebnissen auszuschließen, haben wir in dem Materialtest insgesamt 32 Versuchsreihen mit je sieben Proben gestartet und ausgewertet. So stellten wir sicher, daß wir einen guten statistischen Mittelwert der Ergebnisse bekommen.

Die Probestücke der Hanflaminate haben wir in den jeweiligen Testreihen auf ihre Biegefestigkeit und ihre Biegesteifigkeit (E-Modul) untersucht.

Die vier Harzsorten wurden mit zwei verschiedenen Faservolumengehalten von 50 Prozent und 30 Prozent für jeweils zwei unterschiedliche Luftfeuchtigkeiten, 50 und 100 Prozent, getestet. Die Luftfeuchtigkeit haben wir in einem abgeschlossenem Behälter eingestellt, welcher zu einem Teil mit einer Salzlösung gefüllt war. Die Probestücke wurden so lange (circa für vier Wochen) über der Lösung gelagert, bis keine Gewichtszunahme mehr zu registrieren war und wir von



Hanseboot Halle 1 OG · Stand 1149

HBW · Holz + Boot · Wedel **Bootsbau - Material**



Bootsbau-Sperrholz für Außenhaut und Innenausbau Bootsbau-Massivhölzer · Leime · Epoxydharz Starkfurniere · Benar-Hartholzschutz

22880 Wedel - Industriestr. 57 - Tel. 04103 - 155 23 - Fax 04103 - 149 09



SCHIFFSFENSTER NACH MAß



in Aluklemmprofilen für 6 - 15 mm Glas. Windschutzscheiben, auch ganz klappbar, HOUDINI - Decksluken, auch nach Maß, diverse Sonderposten, Liste anfordern!

Technischer Yachtservice

Tel. 0 54 84 / 9 70 81 · Fax 9 70 82

Hanseboot Halle 1 · Stand 1007



Synthesegummi WKT

für eine dauerhafte Abdichtung von Holzdecksfugen und andere anspruchsvolle Anwendungen

> alterungsbeständig > UV- und ozonbeständig > leicht und blasenfrei > dauerelastisch > nicht versprödend zu verarbeiten

Synthesegummi WKT wurde unter anderem für die Holzdecks folgender Schiffe eingesetzt:
Abdul Aziz - Amphiritte - Anny - Arcona - Aschanti of Saba - Aspasia Alpha - Astor - Century - Crown Odyssee - Elbe III - Elsbrecher Stettin - Europa - Galaxy - Germania VI - Gleela - Gorch Fock - Großherzogin Elizabeth - Hohentwiel - Homeric - Katalina - Krusenstern - Lill Marleen - Mercury - Meteor - Oriana - Passat - Poseidon - Princess Mashunt - Rickmer Rickmers - Royal Viking Schiffe - Schaarhörn - Sea Cloud of Grand Cayman - Stadt Kiel - Superstar Leo - Wind Song - Wind Spirit - Wind Star sowe viele weitere bekannte Yachten und Cruiseliner

NUL PIETZSCHKE HEMISCH-TECHNISCHE FABRIK, TARPEN 13, 22419 HAMBURG, TEL: 040 / 5273841, FAX: 040 / 5273892

Hanseboot Halle 11 OG · Stand 1146

Schiffsrenovierung mit GISA TEX

Modernisierung von Wand und Decken mit wasserfesten Spezialmaterialien
BELLINA THERMOTEX – THERMO ISOCELL – KUNSTLEDER – ISOLIERSTOFFE
DECKSBELÄGE – POLSTERSTOFFE – KASCHIERTE WANDBELÄGE – KLEBSTOFFE

ULTRA THERM die fantastische Wärme-ISOLATION für Polstersitze – ANTIRUTSCHBELÄGE – SCHAUMSTOFFE – MOTORSCHALLSCHLUCKER RG 35

POLSTERFERTIGUNG NACH MASS – PLICHTPOLSTER – BOOTSSITZE gesamtes Polsterzubehör, Knöpfe, Garne, Klettbänder, Reißverschlüsse, Nadeln, alles in Kunststoff

POLIGRAS BODENBELÄGE – ISOLATION GT DRYWEAVE gegen nasse Polster Sonnenschutzfolien, spezielle Allergiker Polsterstoffe und Kunstleder, Bootsgardinenschinen

Unser Musterkatalog mit original Farb- und Materialmustern liegt für Sie bereit: GISA TEX Giersberg GmbH, Budenerstr. 28, 76448 Durmersheim, Tel. 0 72 45/ 29 60, Fax 56 16

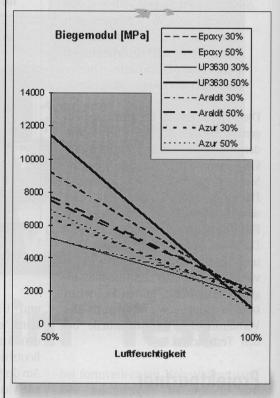
GISA TEX SCHIFFSINNENAUSSTATTUNG



Dipl.-Ing. Berndt Zamostny PF 510749, 30637 Hannover Hannoversche Straße 32, 30916 Isernhagen OT Awb. Tel/Fax: 0511 / 5478385 Tel.: 0172 / 5423590

Holzkonservierungsmittel aus Balsamterpentinöl und Leinölfirnis Esche-Bootshaken, verjüngt mit stabilem Holzgriff, Wassertiefen-Meßmarken und Bronze- oder Messingbeschlag, lackiert in Längen bis ca. 4 m - Eigene Herstellung -

einer Sättigung der Stücke mit Feuchtigkeit ausgehen konnten. Es hatte sich ein Gleichgewicht zwischen Luftfeuchtigkeit und Probestück eingestellt, und die Proben nahmen keine weitere Feuchtigkeit aus der Luft mehr auf. Jetzt konnten wir mit den Biegeversuchen an den Probestücken beginnen.



Interpolierte Testergebnisse zur Biegesteifigkeit von Hanflaminaten.

Die Ergebnisse

Betrachtet man die Materialwerte in der Zusammenfassung, zeigen die untersuchten Proben generell bei 50 Prozent Luftfeuchtigkeit bessere Werte als bei 100 Prozent. Die Laminate aus UP-Harzen weisen bei einer Luftfeuchtigkeit von 50 Prozent und einem Faservolumengehalt von 50 Prozent eine höhere Festigkeit und Steifigkeit auf als Laminate mit 30 Prozent. Bei einer Luftfeuchtigkeit von 100 Prozent gleichen sich die Werte wieder an.

Das Laminat aus Epoxid-Harz zeigt ein anderes Verhalten. Die Werte liegen zwar über denen der UP-Laminate, aber bei 50 Prozent Luftfeuchtigkeit weist das Laminat mit 30 Prozent Faservolumengehalt einen besseren Wert auf als das Laminat mit 50 Prozent. Bei 100 Prozent Luftfeuchtigkeit gleichen sich auch beim Epoxid-Harz die Werte an.

Durch die geringe Dichte der Hanffasern (wie auch bei Hohlfasern) entsteht eine Art "Sandwicheffekt" des Laminats. Dies hat zur Folge, daß die Laminate gegenüber einem Vergleichslaminat aus GFK teilweise bessere Werte im Preis und Gewicht bei gleicher Steifigkeit oder Festigkeit haben.

Bei einer Verwendung von Hanflaminat mit einem Faservolumengehalt von 50 Prozent unter 50 Prozent Luftfeuchtigkeit und dem Vergleich mit GFK-Material mit ebenfalls 50 Prozent Fasermassengehalt bei gleicher Steifigkeit ist das Hanflaminat um 35 Prozent billiger und sieben Prozent leichter. Im Verhältnis zu dem entsprechenden GFK-Material ist das Hanflaminat bei gleicher Festigkeit zehn Prozent billiger.

Schlußbetrachtung

Die Ergebnisse der Untersuchungen führen zu folgenden Empfehlungen, die ich für die Anwendung von Hanflaminaten im Bootsbau gebe:

Für eine praktische Anwendung kommen Laminate mit hohem Faservolumengehalt in Frage, da diese billiger sind.

Aufgrund der hohen Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit ist vorerst nur der Formenbau für GFK-Rümpfe oder der Bau von Inneneinrichtungen zu empfehlen.

Zur Zeit müssen die Laminate unbedingt im Vakuumverfahren hergestellt werden.

Firmen, die an neuen Projekten in dem Bereich Interesse haben, können mich unter folgender Fax/Telefonnummer oder e-mail erreichen: Techno Consult Ingenieurbüro, Jörg Albrecht, Tel. / Fax: 030 - 449 28 00, e-mail: solarship@aol.com



Jörg Albrecht wurde 1963 in Heidelberg geboren. Er studierte Schiffbau in Hamburg. Bereits während des Studi-

ums arbeitete er am Institut für Meerestechnik. Nach dem Diplom war er unter anderem in der Versuchsanstalt für Wasser- und Schiffbau tätig. Sein Spezialgebiet sind Elektroantriebe für Schiffe, die solargestützt betrieben werden. Zur Zeit betreibt er ein eigenes Ingenieurbüro in Berlin.

Hochwertige Edelstahlbeschläge zu günstigen Preisen



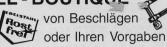
erien- u. Sonderanfertigung Yacht- u. Bootsbeschläge

Bug- u. Heckkörbe

FREUDENSTEIN EDELSTAHLBAU Dipl.-Ing. Thomas Freudenstein Stapelholmer Weg 18 · 24988 Oeversee Telefon: 0 46 30 / 9 31 30

SCHÄKEL-BOUTIQUE

Anfertigung nach Ihren Ideen



Telefax: 0 46 30 / 9 31 50

Serien & Sonderanfertigung, Bug & Heckkörbe, Badeleitern, Geräteträger, Mastlegevorrichtungen, Edelstahl-Tanks, Terminal-Walzungen, Yacht- u. Bootsausrüstung

Leibnizstr. 33 · 10625 Berlin

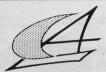
Tel./Fax 030/313 50 06

CHRISTIAN G. AHRENS

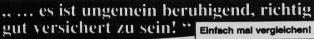
Boot- und Yachtzubehör

Tauwerk - Edelstahlseile und Terminals Farb- und Reparaturmaterialien Nautische Geschenkartikel - Bekleidung

Matthäikirchstr. 35 30519 Hannover Postfach 89 02 29 30515 Hannover TeJ. (05 11) 86 51 76 Fax (05 11) 86 27 51



Fachberatung durch Bootsbauer! Reparaturdienst!





Hamburger Yacht-Versicherung Schomacker Versicherungsmakler GmbH Rödingsmarkt 16 · 20459 Hamburg

Tel.: (040) 36 98 49-0 · Fax: (040) 36 98 49-11

E.-J. BOWMANN Apparatetechnik Harald Schönstein GmbH

Wärmetauscher aus Aluminiumguß für Innenbordmotore



- ♦ Auspuffsammelrohre
- ♦ Öl-/ Motorwasserkühler
- ♦ Ladeluftkühler
- ◆ Umrüstsätze

e-mail: APTE-Hamburg@T-online.de

D-22594 Hamburg · Tel.: 040 / 89 3003 · Fax: 040 / 89 3004

Reparaturschweissungen

Aluminium-VA-Stähle-Gußlegierungen Behälterbau, Einzelanfertigungen nach Wunsch Vorortmontagen EUROPAWEIT möglich

Graf 's Alutec · Dortmunder Str. 407 · 44577 Castrop-Frohlinde · Tel. 02305/962350 · Fax 962352

alle, alle, alle Stromerzeuger • Kühlgeräte • Heizungen!!!!



3.800 m²

DER SCHLAUCHBOOT UND AUSSENBORDERRIESE

alle, alle Lacke • Sikkens • International • Hempel + Pflegemittel

Bootsbausperrholz!!!