16
24.7.2019

Yacht

EUROPAS GRÖSSTES SEGELMAGAZIN

TRINK WASSER

Nie wieder Flaschen schleppen: Was moderne Filtersysteme leisten

OSTSEE

Revier-Highlights mal anders erleben: Chartertörn auf schnellen Pogos

WINDPARKS

Großer Report: Alles, was Segler über die neuen Anlagen wissen müssen

NEUE BOOTE

- Für Individualisten: Faurby 460E
- Für Selbstbauer: 25-Fuß-Kreuzer
- Für Sportler: Dehler 30 od

FEUER

Wie Sie Ihr Schiff gegen Brandrisiken absichern

FASZINATION

KLASSIKER

Innenansichten vom größten Szenetreff der Ostsee.
Plus: Die wundersame Auferstehung der 12-mR-Yacht „Jenetta"

4 190744 005501 16

Karl Dehler (vorn) und Berater Oliver Schmidt-Rybandt beim Probesitzen auf dem Kern der Decksform

30 od

VOM ENTWURF ZUM BOOT
Die Entstehung der Dehler 30 one design begleitet die YACHT exklusiv in einer großen mehrteiligen Serie

»DAS WERTVOLLSTE, DAS WIR HABEN«

Bei einem neuen Serienboot ist der **FORMENBAU** *einer der wichtigsten Produktionsschritte. Am Beispiel der Dehler 30 one design wird deutlich, welch immenser Aufwand dabei nötig ist*

FOTO: YACHT/N. GÜNTER

Die große Fünfachs-Fräse trägt im ersten Schritt viel Material vom Styroporblock des Rumpfkerns ab

Sie sehen von außen unförmig aus, irgendwie unfertig: Rohe Stahlprofile umspannen wie ein Gerüst die rauen, grünlich gefärbten Glasfaserhüllen. Und doch misst Karl Dehler den Formen höchsten Stellenwert bei. „Sie sind das Wertvollste, das wir haben", sagt der Initiator und Projektleiter der neuen Dehler 30 one design.

Deshalb überwacht er diesen Fertigungsschritt der Entwicklung mit Argusaugen. „Aus den Formen entsteht die eigentliche Yacht", so Dehler. „Wer diese besitzt und pflegt, kann auch Jahre später immer wieder identische Boote bauen." Dazu ist dann kein Konstrukteur mehr nötig, alle Planungen sind abgeschlossen, alle Erkenntnisse stecken in diesen Formteilen. Die spätere Serienfertigung dagegen ist für eine Werft wie die Hanseyachts AG Routine.

Die Dehler 30 od wird aus Glasfaser mit Vinylesterharz und PVC-Schaumkern im Infusionsverfahren laminiert. Die Bodengruppe enthält zudem Kohlefaser-Unidirektional-Gelege, um einen aussteifenden Rahmen zu gewährleisten. Beim Laminieren arbeiten die Bootsbauer von außen nach innen, bringen zunächst eine Schicht Gelcoat in die Form ein, bei der Dehler 30 od ein helles Grau mit rotem Wasserpass. Als Hilfe für die Bootsbauer sind die Formen mit grünem Gelcoat beschichtet. Die Farbe bietet einen starken Kontrast zum eingebrachten Gelcoat des Bauteils; so kann der Laminierer erkennen, wo zu wenig Schichtstärke aufgetragen wurde, wenn die Gelcoatschicht noch nicht deckt. Die Formen könnten auch schwarz oder dunkelblau sein, nur wäre dann kein Kontrast gegeben, falls ein Kunde ein Boot in dieser Farbe ordern würde. „Grün erschien uns als Rumpffarbe einer Dehler einfach am unwahrscheinlichsten", so Karl Dehler.

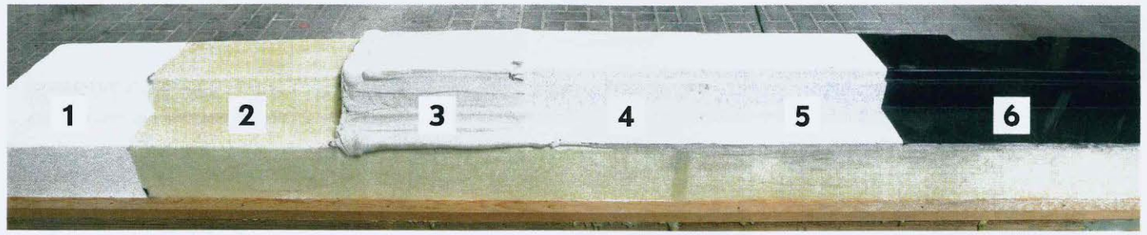
DER FORMENBAU IST KOMPLEX – UND KOSTET 300 000 EURO

Auf die Gelcoatschicht wird eine Lage Glasfaser per Hand auflaminiert. Diese härtet mindestens 24 Stunden lang aus, um sicherzustellen, dass der folgende Sandwichkern sich nicht durch die äußere Lage bis →

FOTOS: HANSEYACHTS AG (7), YACHT/N. GÜNTER (R. O.); ZEICHNUNG: JUDEL VROLIJK & CO.

VOM KLOTZ ZUM KERN

Die Qualität des **MODELLBAUS** *ist entscheidend für die späteren Bauteile. In einem aufwändigen Prozess entstehen alle GFK-Teile als Eins-zu-eins-Kerne für das Abformen*



1 Aus Styropor entsteht die Grundform. Sie wird mit etwa 10 bis 12 Millimeter Untermaß gefräst, ist also kleiner als die spätere Form. 2 Das Styropor wird mit Glasmatte und styrolfreiem Harz versiegelt. Das verbindet die Styroporblöcke und gibt dem Kern Festigkeit. Styrol würde das Styropor schmelzen. 3 Der Kern wird großzügig mit Modellbaupaste bespachtelt, mit wenigen Millimetern Übermaß. 4 In einem groben Schruppgang wird die Paste von der Fräse abgezogen, es bleiben noch etwa 2 Millimeter Übermaß. 5 Im Feinschichtgang wird das Modell nochmals gefräst, aber mit feinerer Zeilung, womit eine glattere Oberfläche erreicht wird. Danach wird per Hand geschliffen. 6 Mit Primer werden die Poren verschlossen, letzte Macken verspachtelt, alles einmal geschliffen. Es folgt ein Polyesterlack, fünf bis sechs Schleifdurchgänge, von 400er-Körnung bis 1000er, zuletzt wird hochglanzpoliert.

AUSSCHNEIDEN
Der Rumpf der Dehler 30 od nach dem ersten Fräsgang. Die Bugsektion wurde extra gefertigt. Erstmals sehen die Konstrukteure ihren Entwurf in der Realität

VERSIEGELN
Mit GFK-Glasgelege wurden die Styroporblöcke per Hand überlaminiert. Dieser Überzug verbindet die Blöcke und verleiht dem Modell mehr Festigkeit

BESCHICHTEN
Die Modellbaupaste ist das Teuerste an der Form – je weniger Übermaß aufgetragen wird, umso günstiger. Die Segmentierung dient der Kontrolle der Auftragsstärke

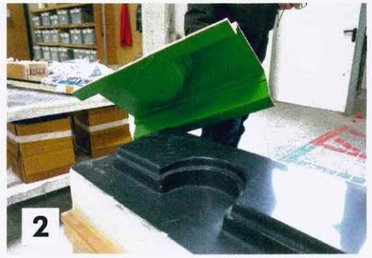
SCHRUPPEN
Bis auf einen Millimeter Übermaß wird die Paste abgefräst, die Bugsektion ist jetzt angeklebt. Große Fehlstellen werden mit Paste verschlossen und verspachtelt

VERFEINERN
Zum dritten Mal kommt die Fünfachs-Fräse zum Einsatz, diesmal für eine feine Oberfläche. Dieser Gang dauert am längsten, er wird meist übers Wochenende ausgeführt

LACKIEREN
Das fertige Rumpfmodell der Dehler 30 od. Es muss perfekt sein, etwaige Macken in diesem Modell würden sich später in jedem gebauten Rumpf wiederfinden

VOM KERN ZUR FORM

Auch bei der Herstellung der Formen ist **HÖCHSTE GENAUIGKEIT** *entscheidend. Sie bestimmen die Maßhaltigkeit für die spätere Serienfertigung*



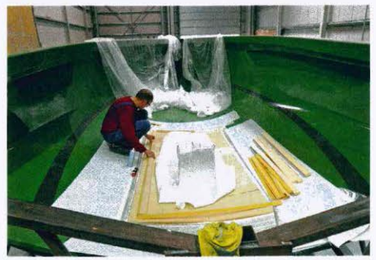
Der Ablauf des Formenbaus am Modell gezeigt, unten am tatsächlichen Kern. [1] Der graue Kern (siehe Seite 53) wird auf Hochglanz poliert und mit Trennmittel beschichtet. Zuerst bekommt er einen Anstrich mit einem grünen Formbau-Gelcoat. Die grüne Farbe bietet einen Kontrast zum Gelcoat beim späteren Laminieren. Auf den Kern werden mehrere Lagen Glasgelege laminiert, mit speziellem Formbauharz, das wenig schrumpft. Große Bauteile werden mit Balsa versteift. [2] Das Formteil ist fertig und wird vom Kern entformt. [3] Die fertige Form wird wieder mit Trennmittel beschichtet, danach mit Gelcoat lackiert. Dann beginnt das Laminieren des eigentlichen Bauteils, hier mit trockener Matte angedeutet, egal ob im Handauflegeverfahren oder per Vakuum-Infusion wie bei der Dehler 30 od.

GRUNDIEREN
Auf das Gelcoat wird Fusselmatte bis zu 18 Millimeter dick mit Vinylesterharz aufgebracht. Sie verringert Lufteinschlüsse und schrumpft nur geringfügig

VERSTEIFEN
Die erste Lage aus Fusselmatte lässt man aushärten, damit sich der folgende Balsakern nicht ins Gelcoat durchdrückt. Ein Stahlrahmen verhindert das Verwinden

ENTFORMEN
Nach dem Aushärten kann die Form vom Kern getrennt werden. Bei der Dehler 30 od besteht der Rumpf aus zwei Halbschalen, das erleichtert das Entformen

VERBINDEN
Der Flansch um den Rumpf dient der Aufnahme der Dichtung beim Infusionsverfahren. Mittels der Bolzen im Flansch können die Halbschalen immer wieder passgenau zusammengefügt werden



FERTIGEN
Die Halbschalen sind zusammengesetzt. In dieser Form wird nun jedes Boot laminiert – Stück für Stück genau identisch

FOTOS: HANSEYACHTS AG (4, L. M., L. U. L.), YACHT/N. GÜNTER (6)

TEAMARBEIT
Am 3D-Modell werden immer wieder verschiedene Konfigurationen für Leinenverläufe und Beschläge erwogen

Das Entwicklungsteam testet am Kern des Decks die Positionierung der Beschläge

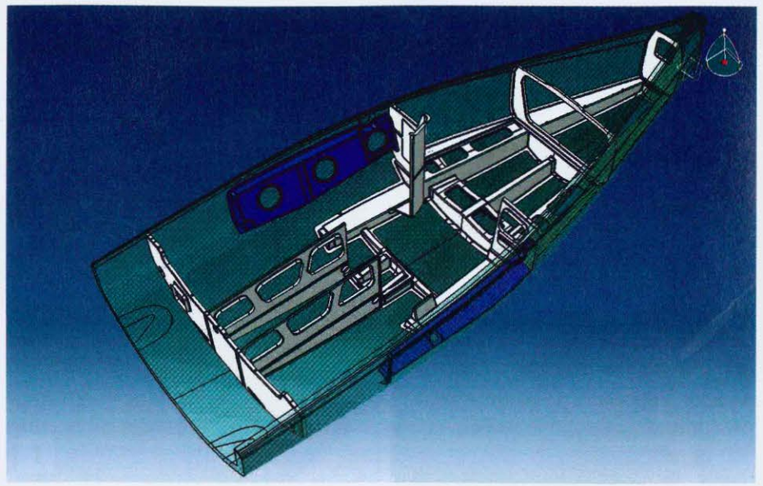
ins Gelcoat durchdrücken kann, was als Struktur später in der Außenhaut sichtbar wäre. Zugleich vereinfacht diese Methode die Fertigung. Denn die nun folgende Schaumschicht ist in Paneele eingeteilt, welche computerberechnet und per CNC-Fräse vorgefertigt und durchnummeriert bereitliegen; diese müssen nur in der richtigen Reihenfolge in die Form gelegt werden. Darüber kommt wieder Glasfaser, dann ein Entlüftungsgewebe, darüber Folie, welche an den Flanschen der Form luftdicht verklebt wird. An verschiedenen Stellen befinden sich Ventile, über einige wird ein Vakuum angesaugt, über andere fließt das Harz ein. „Dieser gesamte Prozess läuft sehr kontrolliert ab, und man kann bis zuletzt immer noch korrigieren", so Dehler. „Um dagegen per Hand nass in nass zu laminieren, braucht man schon ein paar Leute, die wissen, was sie tun und die ohne große Pausen an einem Bauteil durcharbeiten können."

So aber müsse nur der Hahn aufgedreht werden, und das eigentliche Laminieren erledige sich quasi von selbst, wenn das Vakuum das Harz in die Fasern zieht. Auch dafür ist natürlich Fachwissen und Erfahrung nötig, aber dieser Prozess ist, einmal eingespielt, kontrollierter als das Handauflegeverfahren. Und er garantiert immer gleiche Bauteile, was bei einer Einheitsklasse wie der Dehler 30 od immens wichtig ist.

NICHT ALLES KANN AM RECHNER SIMULIERT WERDEN

Damit jedoch auf diese Weise gefertigt werden kann, sind akkurate Formen nötig. Die Baukosten allein für sämtliche Formen der neuen Dehler belaufen sich auf rund 300 000 Euro. Deshalb lohnt dieser Aufwand auch nur bei nennenswerten Stückzahlen – jedes gebaute Boot holt wegen der dann geringeren Fertigungskosten einen Teil der hohen Formkosten wieder herein. Zudem setzt das Dehler-Team bei der 30 od auf eine neue Bauweise. Die ebenfalls in Formen gefertigten Innenstrukturen und Einbauten sind mit Flanschen versehen und werden mittels dieser nur noch in den Rumpf geklebt. Das ersetzt aufwändige Winkellaminate und spart bei der Fertigung Zeit.

Damit die Verklebungen zuverlässig halten, müssen sie akkurat zueinander passen, was nur wenige Millimeter Toleranz zu- →



PLANUNG AM RECHNER
Wie die einzelnen Bauteile im Rumpf angeordnet werden und sich teilweise ineinander verzahnen, wurde vom Designbüro Judel/Vrolijk detailgenau am Computer festgelegt. Hier der offene Rumpf mit den aussteifenden Elementen, die alle eingeklebt werden

lässt; entsprechend genau müssen deshalb die Formen gefertigt sein. Das ist bei Hanseyachts der Job von Stephan Eigendorf, Chef der sogenannten Tooling-Abteilung, welche die Formen herstellt. „Eine der größten Herausforderungen besteht darin, die Schrumpfungsprozesse des Materials im Griff zu haben", so Eigendorf. „Da hat jeder Hersteller seine eigenen Erfahrungen und setzt auf unterschiedliche Werkstoffe." Denn falls eine Form im Herstellungsprozess unkontrolliert schrumpfe oder sich verziehe, passten später die Teile schlicht nicht zusammen. So soll es in der Vergangenheit durchaus schon vorgekommen sein, dass gerade bei sehr großen Bauteilen, wie Rumpf und Deck, das Deck beim späteren Auflegen einfach in den Rumpf gefallen sei.

Der Ausgangspunkt für eine Form ist immer ein Positivkern, welcher das spätere Bauteil originalgetreu abbildet. Bei kleineren Stückzahlen oder Einzelbauten wird dieser manchmal aus Holz gefertigt, als Leistenmodell über Mallen aufgebaut. In der Serienproduktion und bei Werften mit großen Stückzahlen übernimmt dies heutzutage eine Fräse. Hanseyachts in Greifswald verfügt gleich über zwei solcher Maschinen: eine große Fünfachs-Fräse für Bauteile mit maximal 17 mal 6 Meter Grundfläche und einer Höhe von drei Metern sowie ergänzend eine Roboterfräse für kleinere Teile.

Bei der Menge an Bootstypen und Modellen im Sortiment von Hanseyachts, darunter Motor- und Segelyachten sowie Katamaranen, ist es schon eine Herausforderung, überhaupt einen freien Platz auf der Fräse zu bekommen. Deshalb wurde die Decksform der Dehler 30 od nicht in Greifswald gefräst, sondern extern.

Die grundsätzlichen Schritte bei der Kernfertigung sind auf Seite 51 dargestellt. Als Ausgangsmaterial wurde bei der Dehler Styropor verwendet; es eignen sich aber auch andere Schaumstoffe oder Hölzer. Der kritischste Schritt ist das Schruppen nach der Beschichtung des Kerns mit Modellbaupaste. Diese ist teuer, wird aber verwendet, weil sie kaum schrumpft. Zwar wird der Fräsvorgang zuvor im Computer simuliert; an komplizierteren Formen wie Rundungen oder Aussparungen gerade beim Deck kann es dennoch zu Kollisionen kommen – dann macht die Fräse nicht das, was sie eigentlich soll. Deshalb wird dieser Schritt komplett überwacht, ein Mitarbeiter hat ständig die Hand am Not-Aus-Knopf.

Das abschließende Feinfräsen, das die meiste Zeit in Anspruch nimmt, kann über Nacht oder über ein Wochenende erfolgen, da die nötigen Wege des Fräskopfes bereits beim Schruppvorgang erarbeitet, wenn nötig angepasst und abgespeichert wurden. „Wir schalten die Fräse meist am Freitag kurz vor Feierabend an", erklärt Eigendorf. „Wenn wir dann am Montag wiederkommen, ist der Durchgang abgeschlossen."

BEIM BAU DER 30 OD SIND NUR KLEINE TOLERANZEN ERLAUBT

Wenn der Kern fertig ist, bekommen Konstrukteur und Bootsbauer zum ersten Mal zu Gesicht, wie das zuvor im Computer entworfene Bauteil in der Realität aussieht. Solch ein spannender Moment ergab sich beim Besuch in Greifswald, als gerade die Decksform per Lkw angeliefert wurde. Karl Dehler tigerte dabei abwechselnd von einem Ende der Form zum anderen oder saß für sich allein, in Gedanken versunken, den Blick starr auf das eigentlich unspektakulär stumpfgrau daliegende Bauteil gerichtet.

Kaum vom Auflieger gehoben, war Dehler der Erste an Bord und saß direkt auf dem Seitendeck des Cockpits, den Blick nach vorn gerichtet. Man musste kein Hellseher sein, um zu ahnen, dass da in seinen Gedanken schon Gischt über den Bug flog.

Dabei ist solcherlei Anspannung im Zeitalter computergestützter Fertigung eigentlich unerklärlich – alles kann zuvor am Rechner simuliert werden, das Modell beinhaltet jeden Beschlag, jede Trimmleine. „Es ist aber immer noch etwas anderes", sagt Dehler, „ob man einen Dummy in die virtuelle Plicht setzt oder selbst darin sitzt und alle Zugwinkel, vor allem aber die Ergonomie fühlen kann." So sprangen nach ihm auch sofort Konstrukteur Matthias Bröker nebst Beschlagshersteller an Deck, um das Cockpitlayout zu prüfen.

Dieser Praxistest ist deshalb so wichtig, weil alle Änderungen, die sich jetzt ergeben, noch in die Decksform eingearbeitet werden können. Etwa, ob die Rezesse für die geplanten Jockey-Poles – Ausleger, welche den Holepunkt des Code Zero nach außen verlagern – an der richtigen Stelle sitzen. Denn falls sich später noch Änderungen ergeben sollten, welche nicht in der Form vorgesehen sind, wie vielleicht ein zusätzliches Podest für eine Klemme, müssten diese bei jedem laminiertem Deck nachträglich angebracht werden, was das Boot wegen der zusätzlichen Arbeitsstunden verteuern würde.

Podeste wären dabei sogar das kleinere Übel. Rezesse oder andere Aussparungen dagegen würden bedeuten, Löcher in das fertige Deck zu schneiden und diese entsprechend wieder zu schließen, mit anschließender Gelcoat-Versiegelung, Schleifen und Polieren – ein in der Serienfertigung nicht bezahlbarer Mehraufwand.

Sobald die finale Form des Kerns festgelegt ist, folgt die Abformung: die Herstellung des Werkzeugs, mit dem dann die eigentlichen Bauteile gefertigt werden. Dieser Vorgang ist auf Seite 52 beschrieben. Der Kern hat danach ausgedient, findet manchmal noch ein zweites Leben als Schauobjekt, gerät jedoch meistens in irgendeiner Werftecke in Vergessenheit. Er hat seine Schuldigkeit getan, hat der Form im Wortsinne ihre Form gegeben.

In dieser Form können dann mehrere hundert Bauteile laminiert werden. Jede Werft hütet sie wie einen Schatz. Denn auch nach Jahrzehnten kann sie noch verkauft werden, wenn etwa eine andere Werft eine Lizenz an einem bereits ausgelaufenen Modell erwirbt und dieses wieder auflegt. Auch neue Kerne können aus diesen Formen hergestellt werden.

Der Rumpf der Dehler 30 od wird aus zwei Hälften gefertigt, wegen des nach achtern geneigten Buges wäre ein Ausformen sonst nicht möglich. Um beide Formteile immer wieder passgenau zusammenzubringen, werden Bolzen in den Flansch laminiert, welche in passenden Löchern auf dem Gegenstück stecken. Die Formen erhalten je nach Größe aussteifende Strukturen, hier einen Balsaholzkern sowie ein Stahlgerüst, welches zuvor am Computer berechnet wurde. Damit wird ein Verziehen der Form vermieden, und sie kann mittels untermontierter Rollen transportiert werden.

Mit Erscheinen dieser Ausgabe ist der Rumpf samt Innenstruktur fertig und das Deck des Prototypen kurz vor dem Auflegen. Dann erfolgen der verbleibende Innenausbau und die finale Montage der Beschläge. Wie die Werft das Ziel, einen fahrtentauglichen Hochseeracer für den Doublehand-Betrieb, umsetzt, wird in einer der kommenden Folgen beschrieben. Davor zeigen wir jedoch ausführlich den innovativen Antrieb der Dehler 30 od und erklären, warum sich die Werft gegen einen Elektro-Pod und für einen komplett einziehbaren Antriebsstrang entschieden hat.

Eine nicht ganz unwesentliche Änderung zur ursprünglichen Spezifikation ergab sich übrigens im Verlauf der Entwicklung. Anders als bisher berichtet, wird die Dehler 30 od nicht mit einer Aluminium-Kielfinne ausgerüstet, die im Strangpressverfahren entsteht. „Die Idee war verlockend", so Karl Dehler, „denn dieses Verfahren hätte absolut identische Finnen bei überschaubaren Stückpreisen garantiert."

Wie es aber im Verlauf solch einer kompletten Neuentwicklung normal sei, hätten die anschließenden Recherchen bei potenziellen Produzenten etwas anderes ergeben. Die Herstellung der Matritze, durch welche das Aluminium gepresst würde, wäre so teuer, dass unwahrscheinlich hohe Stückzahlen hätten produziert werden müssen, damit die Kalkulation aufgehe.

Die Finnen sollen nun aus Kohlefaser gefertigt werden, was zudem den Vorteil hat, dass der Schaft am kritischen Übergang zum Rumpf etwas stärker ausfallen kann, sich dafür aber das Profil bis nach unten zum Kiel verjüngt, was strömungsgünstiger ist und damit noch ein Quäntchen mehr Speed bringen könnte.

Zwar ist auch dafür noch mal ein Satz Formen nötig, aber darauf kommt es bei dem bisher betriebenen Aufwand für dieses Projekt dann auch nicht mehr an.

LARS BOLLE

30 od

IN DER NÄCHSTEN FOLGE
Wir zeigen das einziehbare Antriebssystem, ein sehr interessantes Detail der neuen Dehler 30 one design

FOTOS: YACHT/N. GÜNTER (R. L.), WERFT (R. R.); ZEICHNUNG: HANSEYACHTS AG/DENNIS PFIZENMAIER

FERTIGUNG DER FORMEN
Für ein Teil der Bodengruppe, die Aufnahme des Kiels, wird hier die Form laminiert. Die Drehknebel dienen später zum Ablösen der Form vom darunter befindlichen Kern

EINBAU DER FORMTEILE
In den Formen wurden die einzelnen Teile der Inneneinrichtung und -struktur laminiert, entformt und hier beim Prototypen zunächst lose eingesetzt. Erst wenn alles genau passt, wird verklebt