

Die »Mantarine« entsteht

Ein Segelboot aus dem 3D-Drucker, Teil 2

Nach dem wir in der letzten Ausgabe der ModellWerft den Rumpf fertig verklebt haben, setzen wir nun den Bau des Segelbootes *Mantarine* aus dem 3D-Drucker fort.



Abb. 9: Der Bumper wurde aus TPU gedruckt (links). Da die CAD Daten zur Verfügung standen, passte der Bumper perfekt auf den Bugspant (rechts)



die PLA-Einstellungen, setzte allerdings die Geschwindigkeiten auf die Hälfte herab. Das ging super und kurze Zeit später hielt ich den ersten Bumper in der Hand. Nur – er war knüppelhart und völlig ungeeignet. Das Filament allein war aber so weich und elastisch, wie ich mir das vorgestellt hatte. Was war falsch? Nach einigen Experimenten war klar, dass das mittelharte TPU in einem größeren Volumen nicht weich genug war. Mit 30% Infill war der Bumper fast schon so hart wie aus Vollmaterial. Ich reduzierte den Infill im Endeffekt auf 0, so dass der Bumper nun ein Hohlkörper mit 0,5 mm Wandstärke ist. Er lässt sich problemlos mit etwas Krafteinsatz mit den Fingern zusammendrücken und entspricht so genau den Anforderungen. Auch TPU lässt sich mit Sekundenkleber kleben und der Bumper konnte seinen Platz auf dem Bugspant finden. Einen so gut passenden Bumper hatte ich noch nie (Abb.9).

Der Bumper

Um den Rumpf zu komplettieren, fehlte jetzt nur noch der Bumper. Das Schöne an der 3D-Konstruktion und dem 3D-Druck ist ja, dass man den Bumper gleich mitkonstruieren und drucken kann. Gemäß Klassenregeln muss der Bumper, der ja eine Art Stoßstange darstellt, aus einem elastischen, schockab-

sorbierenden Material gefertigt sein. Die üblichen Druckmaterialien sind natürlich viel zu hart für eine solche Aufgabe. Für das Anfertigen eines Bumpers muss man auf TPU ausweichen. Mir stand ein mittelhartes TPU von SaintSmart (Shore-Härte 95A) zur Verfügung. Für die Druckparameter übernahm ich

Der Kiel

Bevor es jetzt an die Technik ging, standen noch die Anhänge auf der to-do-Liste. Leider entspricht der Kielkasten der *Manta* nicht meiner Werftnorm, so dass ich die vorhandenen Kiele nicht verwenden konnte. Da das ganze Vor-

Abb. 10: Rumpf und Kiel in der Justierhilfe. Die Flosse passt schon mal. Das Blei wird in der vordersten Position verklebt



haben ja eher Experimentalcharakter hatte und dabei weniger der Bau eines optimierten Rennbootes im Vordergrund stand, fertigte ich die Kielflosse aus einem 47-mm-Aluminium-Rotorblattprofil. Im Bestand gab es passend dazu noch ein 600er-Prothmann-Blei. Die Flosse wurde zunächst oben hinten ausgeklinkt und an den Kielkasten angepasst. Dann kam das Ganze in meine Justierhilfe, in der das Blei unter einem Winkel von 2 Grad zur Wasserlinie mit der Flosse verklebt wurde (Abb. 10). Dabei sitzt das Blei recht weit vorn („Pinocchio-Ballast“ – der mit der langen Nase), damit der Schwerpunkt nicht zu weit nach achtern rutscht. Der Schlitz wird anschließend mit Epoxidharz ausgegossen und verspachtelt. Für den Testbetrieb bleiben Finne und Blei erst einmal metallisch blank, eine Lackierung kann später immer noch erfolgen.

Vor der Kielaufrichtung im Rumpf habe ich mich eine ganze Weile gedrückt. Bisher habe ich immer VA-Schrauben mit dem Kopf in die Flossen geklebt und verstiftet, so dass das Gewindeteil nach oben als Stehbolzen herausragte. Die Sicherung des Kiels erfolgte dann mit einer Rändelmutter. Jetzt sind mir aber schon einige Male Segelserveros aus zunächst rätselhafter Ursache bei Flautenbedingungen abgebrannt, wobei sich letztlich herausstellte, dass die Schot sich gerade bei Flaute, wenn das Rigg durch Wellengang anfängt zu schlagen, ab und zu mal an der Rändelmutter verhakt und das Servo blockiert. Was also tun? Das Internet half auch hier. In einem älteren Beitrag im RG65-Forum wurde mal eine Scheibe als Mutter diskutiert, die in die Flosse eingesetzt wurde. Das war eigentlich die Idee. Eine ausreichend dicke Alu-Scheibe mit 8 mm Durchmesser wurde quer durchgebohrt, und in die Bohrung wurde ein M3-Gewinde geschnitten. Die Flosse erhielt oben eine entsprechende Querbohrung, in die die Scheibe hineinpasst. Die Idee war eigentlich für laminierte Flossen gedacht, funktioniert bei den Aluprofilen aber genauso. Man muss nur beim Bohren aufpassen. Durch die beiden Holme in dem Aluprofil macht sich das bescheiden und der Bohrer fängt leicht an zu rattern! Besser ist es, ein 6-mm-Rundal als Basis zu nehmen. Dann passt der Bohrer zwischen den beiden Holmen problemlos hindurch. Übrigens, beim

Nachforschen stellte sich heraus, dass auch diese Scheibenmutter eine Idee von Andreas Hoffmann war.

So weit, so gut. Jetzt muss die Scheibenmutter aber noch in ihrer Position fixiert werden, damit sie sich nicht weg-drehen kann. Die Bohrung war durch das Gerappel, was die Holme verursacht haben, etwas zu groß geworden, Einklemmen oder simples Einkleben war also keine Lösung. Die Klebeflächen wären zu klein gewesen.

Durch das ausgeschlagene Loch war der Kopf der Kielflosse nicht mehr sehr ansehnlich, aber das verschwindet ja im Kielkasten. Also habe ich einfach eine 2-mm-Bohrung in den Spalt gesetzt, in der ein Stückchen 2-mm-VA-Draht als Verdrehsicherung fungiert. Voila – das Ganze gewinnt zwar keinen Schönheitspreis mehr, aber es funktioniert!

Gesichert habe ich die ganze Angelegenheit dann doch noch mit einigen Tropfen Epoxidharzkleber, damit diese spezielle Art von Mutter bei ausgebautem Kiel nicht verloren gehen kann. Zur Montage im Rumpf wird einfach eine M3-Zylinderkopfschraube von oben her eingeschraubt.

Auf dem Foto sind auch die Abdeckleisten für die Schnittkanten gut zu erkennen, an denen das Flossenprofil offen ist. Die Abdeckleisten sind simple T-Profile gedruckt aus PLA und in die offenen Profilkanten eingeklebt.

Das Ruder

Andy hatte inzwischen ein druckbares Ruder gezeichnet und mir die Datei zur Verfügung gestellt.

Nach den ersten Druckversuchen in PLA entschloss ich mich, das Ruder lieber in PETG zu drucken. PLA ist doch arg spröde und dadurch an der Hinterkante recht empfindlich gegen Schläge. PETG ist dagegen zähelastisch. Mit etwa 0,1 mm Layerhöhe gedruckt, ist das auch schnell erledigt – denkt man. Bei den ersten Rudern habe ich mit 25% Infill gearbeitet, um Gewicht zu sparen. Das ging aber voll daneben. Das Infillmuster zeichnete sich in der Oberfläche ab. Überall dort, wo kein Material im Kern war, beulte sich die Wandung nach außen. Bei 35% oder mehr Infill war der Effekt zwar weg, dafür verzog sich das Blatt beim Kleben.

Apropos Kleben: PETG war ein für mich neues Material, bei dem sich das Pro-

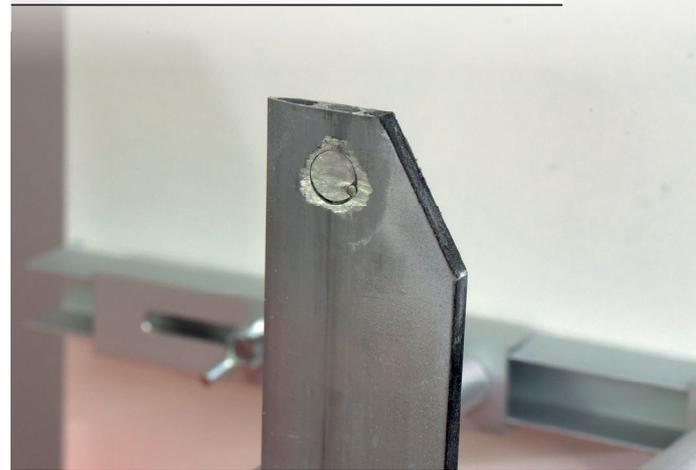


Abb. 11: Die Scheibenmutter im Kielkopf. Das Gewinde geht von oben nach unten durch. Die durch das Ausklinken entstandenen offenen Profilkanten sind mit gedruckten Abschlussleisten verschlossen

blem des Klebens wieder stellte. Eine Internet-Recherche brachte mich auf Dachrinnenkleber (der für die Kunststoff-Dachrinnen). Das Zeug ist zwar nicht ganz einfach zu verarbeiten, zumal, wenn es sauber werden soll, aber es klebt das PETG durch Verschweißen.



Abb. 12: Die zwei Hälften des in PETG gedruckten Ruderblatts

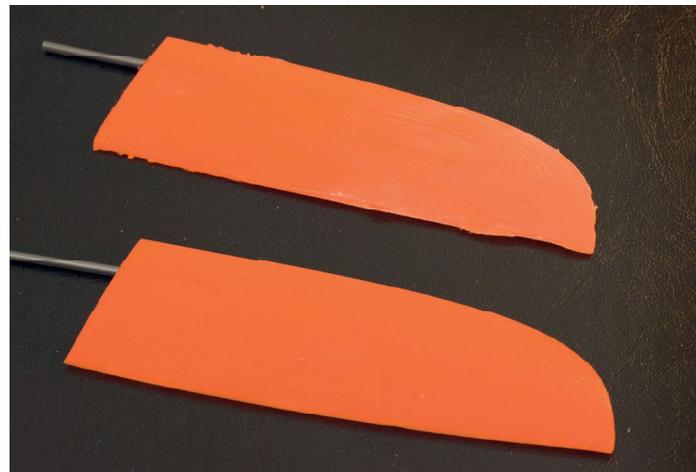


Abb. 13: Der erste Klebversuch (oben) endete in einem Desaster. Nach dem Wechsel des Klebers war das Ergebnis überzeugend (unten)



Abb. 14: Ethylacetat verschweißt PETG –ein Tropfen genügt. Außerdem zeigt das Bild die beim Druck erzeugten Aussparungen für Ruderwelle und Verstärkung



Abb. 16: Das fertig lackierte Ruderblatt wartet auf den Einbau

Nun scheint das PETG aber ziemlich dampfdicht zu sein. D. h., die in dem Kleber enthaltenen Lösemittel haben alle Zeit der Welt, Unheil anzurichten, ehe sie einen Weg an die Außenwelt gefunden haben. Den Erfolg sieht man auf Abb. 13 am oberen bzw. hinteren Ruderblatt. Die Oberfläche ist beulig und die Kanten sind teilweise angefressen. Das war wohl zu viel des Guten. Der Dachrinnenkleber, so perfekt er



Abb. 15: Da PETG leicht durchscheinend ist, kann man gut die gekröpfte Ruderwelle und den zur Stabilisierung der Fläche eingelegten Kohlestab erkennen

klebt, ist also mit Vorsicht zu genießen. Wie das vordere Ruderblatt zeigt, geht es aber auch besser. Das Geheimnis heißt Ethylacetat. Das ist ein Lösemittel aus der Lebensmittelindustrie, das auch in Nagellackentferner enthalten ist. Auch dieses Zeug verschweißt PETG, verdampft aber wesentlich schneller und man kommt mit sehr geringen Mengen aus. Das Verkleben mit Ethyl-

Abb. 17: Das Ruderhorn besteht aus einem in PETG gedruckten Kunststoffkörper, einem handelsüblichen Stelling und einer VA-Schraube (links). Wegen des kurzen Rudergestänges ist ein recht langer Schlitz in der vorderen Cockpitwand nötig (rechts)



acetat ist damit so ähnlich, wie das Verkleben von ABS mit Azeton.

Abb. 14 zeigt das Ergebnis eines Klebetests an einem missratenen Druckteil. Man sieht, dass sich die Klebestelle – es war nur ein Tropfen Ethylacetat – auch mit Gewalt nicht mehr trennen ließ. Gut zu sehen sind auf dem Bild auch die Aussparungen für Ruderwelle und Verstärkungsstab. Das ist einer der großen Vorteile des 3D-Druckens. Man konstruiert derartige Details gleich mit, lässt sie drucken und braucht sie hinterher nicht mühsam aufzubohren oder auszufräsen.

Zur Oberflächenglättung ist das Ruderblatt mit einem Überzug aus 25 g/cm² Glasseide und Epoxidharz versehen. Das macht das Ruderblatt zwar nochmals etwas schwerer, spart aber viel Schleiferei. Außerdem wird die scharfe Hinterkante etwas stabiler. Die ist bei PETG und durch die Drucktechnik anders nicht wirklich beanspruchbar. Das zeigt, dass normales PETG für diesen Anwendungszweck offenbar auch nicht optimal geeignet ist. Ein mit Carbonfasern gefülltes PETG liegt aber schon in der Werkstatt. Vielleicht geht das besser.

In Abb. 15 wartet das fertige Ruderblatt auf das Oberflächenfinish. Da das PETG leicht transluzent (durchscheinend) ist, ist die für einen guten Formschluss gekröpfte Ruderwelle gut zu sehen. Sie wird beim Verkleben der beiden Blathälften ebenso wie die Stabilisierung aus einem 2-mm-Kohlestab mit etwas Epoxidharz fixiert, damit sie hinterher nicht schlackern kann. Das fertig verschliffene Ruderblatt ist genau wie der Rumpf zum Abschluss farblos mit der Sprühdose lackiert (Abb. 16).

Ach ja, einen Ruderhebel braucht es auch noch. Alles, was ich im Fundus hatte, war immer mindestens 1 bis 2 mm zu lang. Das Cockpit der *Manta 2017* ist schon arg schmal. Also wurde ein neues, passendes Ruderhorn gezeichnet und gedruckt. So ein Ruderhorn ist übrigens ein gutes Übungsstück für die 3D-Konstruktion. Ein paar Gehversuche mit Fusion360 hatte ich schon hinter mir; das Ruderhorn war endlich mal etwas Sinnvolles. Gedruckt ist das Ruderhorn wie das Ruderblatt in PETG. In eine passgenaue Öffnung wird ein Stelling eingesetzt. Die Inbusschraube klemmt das Ruderhorn auf der Ruderwelle fest (Abb. 17).

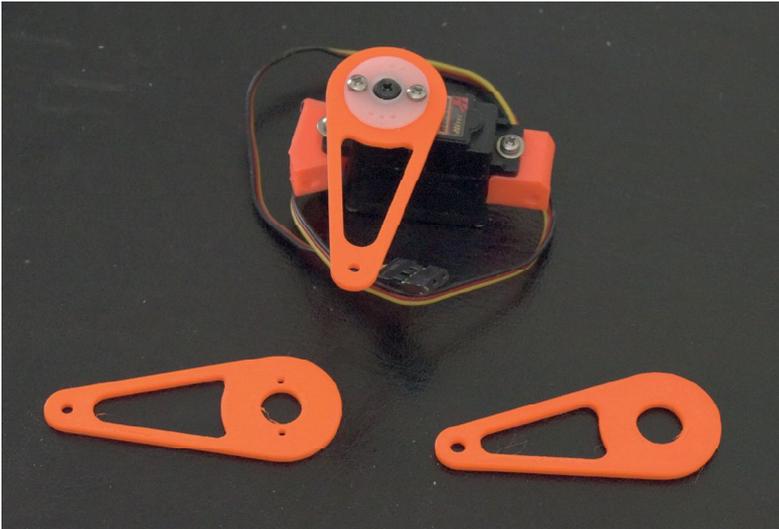


Abb. 18: Die kleinen, schiefwinkligen Klötzchen der Halterung für das Segelservo erlauben eine problemlose Befestigung durch die vorderen Decksausschnitte. Der ebenfalls gedruckte PETG-Servoarm wird mit selbstschneidenden Schrauben an eine mitgelieferte Steuerscheibe geschraubt

Die Technik

Die Halterung für das Ruderservo war ja bereits mit dem Rumpf verklebt, aber die Bohrungen für die Ruderwelle mussten noch vorsichtig aufgebohrt werden. Das habe ich mit etwas Untermaß gemacht und abschließend den ganzen Koker mit einer Reibahle auf Maß aufgerieben. Je besser der Drucker eingestellt ist, desto weniger Arbeit hat man dabei. Für das Rudergestänge musste jetzt noch in das Querschott des kleinen Cockpits ein Schlitz (Abb. 17) eingearbeitet werden, was ich als Nachteil des offenen Cockpits empfinde. Die Erfahrung hat gezeigt, dass durch einen gut gearbeiteten Koker kein Wasser eindringt. Bei der doch relativ großen

Öffnung, die bei dem vergleichsweise kurzen Rudergestänge nötig ist, ist das aber vorprogrammiert. Vielleicht wäre eine Anlenkung über zwei Seilzüge geschickter gewesen, aber ich empfinde diese Lösung im Steuerverhalten immer als etwas schwammig. Das Rudergestänge ist aus 1,5-mm-VA-Draht. Gute Erfahrungen habe ich dabei mit Schweißdraht gemacht, den es für relativ wenig Geld in 1-m-Stäben bündelweise zu kaufen gibt.

Die Befestigung für das Segelservo ist etwas speziell und man muss sich erst einmal ein paar Minuten mit den merkwürdigen und unregelmäßig geformten Teilen beschäftigen. Die Halterung ist nämlich ziemlich pfiffig konstruiert, was sich aber erst bei genauerem Hinsehen

erschließt. Beide Befestigungsschrauben lassen sich problemlos durch die vorderen Decksöffnungen erreichen. Um das zu ermöglichen, sitzt eine der Schrauben schräg. Als Segelservo kommt entweder ein Hyperion DH-13 FMB oder ein von der Bauform her identisches Hitec HS7245 MH zum Einsatz. Auf die Stellscheibe wird ein aus PETG gedruckter Arm für die Segelverstellung aufgeschraubt und das Servo wird möglichst auf 180 Grad Stellwinkel programmiert (Abb. 18).

In der Vergangenheit habe ich meine Empfänger in der Regel mit Klettband am Kielkasten befestigt. Das war immer fummelig und nicht jedes Klettband klebte gut genug. Diesmal habe ich eine Halterung gedruckt, die mit einem Klecks farblosen Polyesterspachtels an den Kielkasten geklebt wurde. Der Empfänger lässt sich einfach in die Halterung clipsen (Abb. 19). Urheber der Halterung, der geneigte Leser mag es schon erraten haben, ist wieder Andy Hoffmann. Die zugehörige STL-Datei hat er übrigens auf Thingiverse (<https://www.thingiverse.com/thing:2747227>) veröffentlicht.

Andy ist in der Tat ein unerschöpflicher Quell an Ideen. An seinem Rechner war zwischenzeitlich auch eine recht elegante Akkuhalterung entstanden (Abb. 20), die zwar für NiMHs gedacht ist, aber meine LiFePOs auch aufnimmt (auch wenn sie dann ungeschickterweise hochkant stehen und die Kabel von unten gegen den Deckel drücken).

Die Akkuhalterung bildet auch gleich noch das Widerlager für die Schotführung, die aus einem gebogenen Alurohr mit einem Teflon-Inliner besteht.

Abb. 19: Die Empfängerhalterung ist ein PETG-Druckteil (links), das ich einfach an den Kielkasten geklebt habe (rechts)

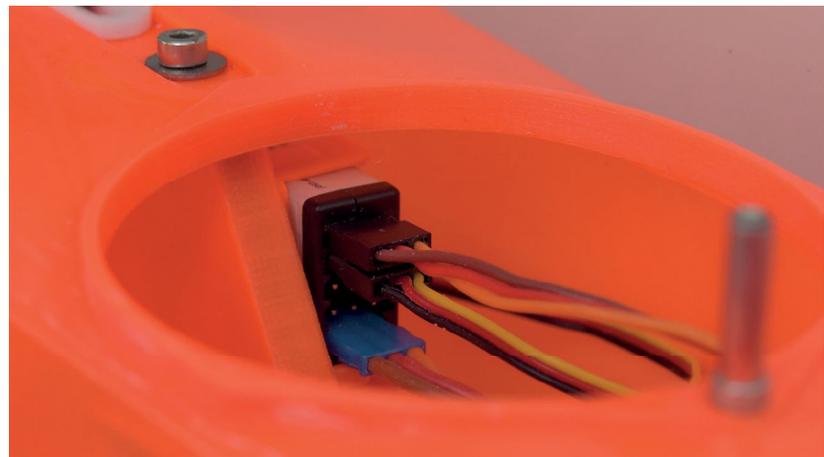
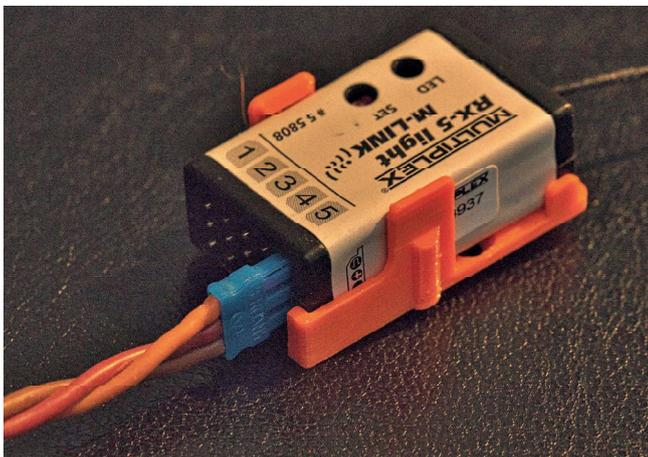




Abb. 20: Die Akkuhalterung, die gleichzeitig auch die Lagerung für das Schottröhrchen darstellt, ist eigentlich für NiMH-Zellen gedacht

Das Rohrbiegen war etwas „tricky“. Das 4x3,1-mm-Alurohr wurde mit einer Rohrbiegevorrichtung um 90 Grad abgewinkelt. Mit etwas Gefühl ist das sauber und eng genug hinzubekommen. Um an der Akkuhalterung vorbeizukommen, ist aber eine zweite Biegung um ca. 20 Grad rechtwinklig zur ersten Biegung erforderlich. Die Biegevorrichtung bekam ich nicht mehr richtig angesetzt und es war dummerweise das letzte Stück passenden Alurohrs aus meinem Fundus. Beim vorsichtigen Versuch, das Rohr frei Hand zu biegen,

knickte es natürlich ein (Abb.21). Der Inliner verhinderte aber schlimmeres. Optisch sieht die Schotführung alles andere als gut aus, aber sie erfüllt ihren Zweck.

Die Austrittsöffnung nach oben hin wird durch einen 2-mm-Hohlriet gebildet. Der passt genau in den 3x2-mm-Inliner hinein und wird mit dem Schottröhrchen verklebt.

Rigg und Segel

Weil ich dann gerade so schön beim Drucken war, ging es gleich an das nächste Teil. Das neue Rigg braucht ja auch einen Ausleger für das Achterstag. Ich war das Gefummel mit den Kohlestäben leid und habe kurzerhand einen druckbaren Ausleger konstruiert (Abb. 22). Ich wollte es natürlich besonders schön machen und habe es wohl etwas übertrieben (Abb. 22 links). Das Druckergebnis war noch leidlich (aber nicht so, als dass ich das auf einem meiner Boote zeigen möchte), aber die mechanische Stabilität war überhaupt nicht gegeben. Der Gitterarm bog sich unter Belastung einfach seitlich weg. Also musste etwas Solideres her. Das sieht zwar nicht ganz so elegant aus, funktioniert aber (Abb. 22 rechts). Auch das wird ein Testfall für das Carbongefüllte Filament.

Die *Manta* sollte natürlich ein Swingrigg tragen. Als Abwandlung meiner bisherigen Riggentwürfe und unter Einbeziehung einiger Ideen von Manfred Prothmann zeichnete ich diesmal ein hohes, schlankes Rigg, das eher für leichten

Wind gedacht ist. Wie bei meinen anderen Riggs ist das Vorsegel dabei nicht als Pendelfock ausgeführt, sondern es fährt an einem Babybaum. Nach meinem Verständnis müsste sich so eine geringfügig größere Höhe am Wind erzielen lassen.

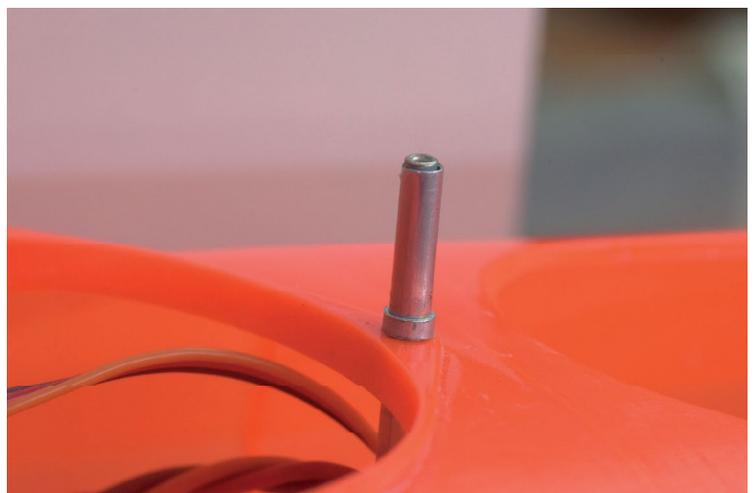
Bei meinen bisherigen Swing-Rigg-Booten habe ich als Babybaum ein 4-mm-Kohlerohr verarbeitet. Dabei war es immer etwas fummelig, Baumbänder, Augen und den Lagerstift zu montieren. Dank 3D-Druck hat das neue Rigg einen flachen Baum. Die benötigten Augen und die Aufnahme für den Lagerstift wurden gleich mitkonstruiert und gedruckt. Ebenfalls auf meinem Drucker entstanden die Baumbänder. Diese sind so eng gestaltet, dass sie zwar auf dem Baum klemmen, sich aber zum Trimmen noch verschieben lassen (Abb.24 und 25).

Einige selbstgedruckte Klemmschieber und Baumbänder für den Swingbaum komplettieren das Rigg. Für die Sicherung der Baumbänder auf dem Swingbaum war dann aber doch noch Silikonschlauch nötig. Auf den laminierten und von Hand zugesägten Baum gingen die gedruckten Baumbänder entweder nicht hinauf oder sie verrutschten unter Last. Für das nächste Rigg werde ich den Swingbaum wohl fräsen lassen müssen.

Der Lukendeckel

Als letztes Teil fehlte jetzt noch der Deckel für das Luk, durch den man den Akku tauschen und eingedrungenes

Abb. 21: Das Alurohr der Schotführung ist beim Biegen leider eingeknickt. Der Teflon-Inliner hat aber schlimmeres verhindert (links). In den Inliner passt genau ein kleiner Hohlriet, wie er auch als Segelöse eingesetzt wird (rechts). Wenn alles passt, wird dieser mit dem Aluröhrchen verklebt



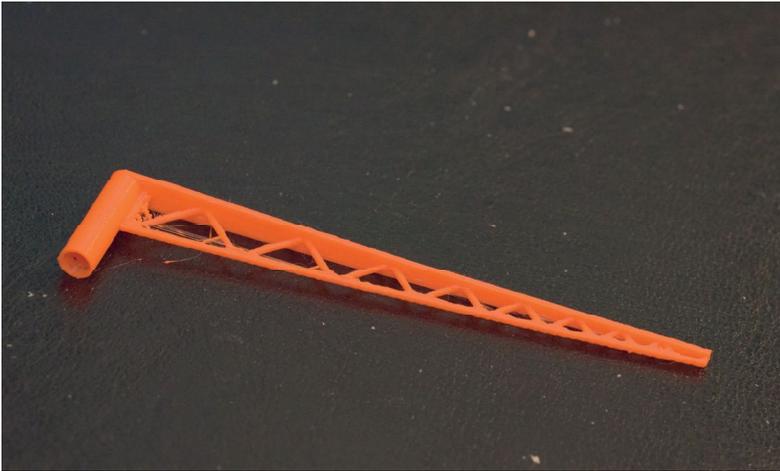


Abb. 22: Der erste Versuch, einen gedruckten Mastausleger zu konstruieren, war mechanisch ein Reinfall. Die Gitterstruktur war zu filigran und bog sich unter Belastung einfach weg (links). Nicht ganz so filigran, aber ausreichend stabil war dann die zweite Version (rechts). Gedruckt ist das ganze wieder in PETG

Wasser entfernen kann. Die Luköffnung ist für Verschlüsse von 70-mm-Zeichnungsrollen konstruiert. Die Idee ist eigentlich sehr pfiffig, aber bedingt durch die Bauform wird bei rauherem Wetter dort immer Wasser darinstehen. Also wurde ein Deckel konstruiert und in TPU gedruckt. Das für den Bumper verwendete mittelharte TPU war hierfür aber schon zu hart, so dass der Deckel entweder zu leicht herausfällt oder aber nur mit Gewalt in die Öffnung passt und dann fast von allein wieder herauspringt. Mit einem umkonstruierten Deckelrand und dem semisoft TPU von Extrudr konnte ich dieses Problem aber lösen.

Bootsständer

Für meine wachsende RG-Flotte musste auch unbedingt ein neuer Ständer her. Holzständer sind in der Regel entweder zu edel sowie sehr grobschlächtig und sind etwas pflegeintensiv, wenn man Wert auf die Optik legt. Die von den großen Klassen her bekannten, frei drehbaren Konstruktionen sind nicht überall einsetzbar und helfen insbesondere in der heimischen Werft nicht weiter. Es sollte also eine Konstruktion aus eloxierten Alu-Profilen werden. In meinem Fundus fand ich noch Zeichnungen und Fotos für einen IOM-tauglichen Klappständer aus Vierkant-Alurohr. Die Idee war gut, aber 20×20-mm²-Profile sind für eine RG vielleicht doch etwas schwer. Für diese Profilgröße gibt es aber die ganzen Eckverbinder und Verschlusskappen als Fertigteile im Handel. Für die leich-

teren 15×15-mm²-Profile ist das Angebot viel spärlicher und manche Teile gibt es gar nicht.

Aber wozu gibt es den 3D-Druck? Als Übungsstück wurde der Ständer mit allen Einzelteilen 3D nachkonstruiert (diesmal in FreeCAD) und an die eigenen Vorstellungen angepasst. Die Füße, die Eckverbinder und die Endstücke entstanden aus demselben TPU, wie der Bumper. Nur für die T-Verbinder für die Auflager musste ich auf PETG ausweichen. Das TPU war für die Dauerbelastung durch eine RG zu weich und verformte sich innerhalb von nur wenigen Tagen dauerhaft.

Eine detaillierte Beschreibung des Ständers mit Links zu den benötigten Druckdateien würde diesen Betrag hier sprengen, ist aber in Vorbereitung.

Die Werftprobefahrt

Im August 2019 war es dann endlich so weit. Die letzten Restarbeiten waren erledigt und ich konnte die Decksöffnungen mit Patches aus Selbstklebefolie verschließen. Übrigens, gedruckte Schablonen machen die Übertragung auf die Folie einfach, wenn man keinen Schneidplotter sein Eigen nennt.

An einem leider recht grauen Augusttag ging es dann aufs Wasser. Wind war, sogar zum Teil ziemlich heftig, Fallböen mit den entsprechenden Winddrehern gab es auch. Das war zwar besser als Flaute, aber ideales Wetter für eine erste Probefahrt sieht anders aus.

Etwas nervös war ich daher schon, als ich die Mantarine das erste Mal ihrem Element übergab. Allerdings gab es

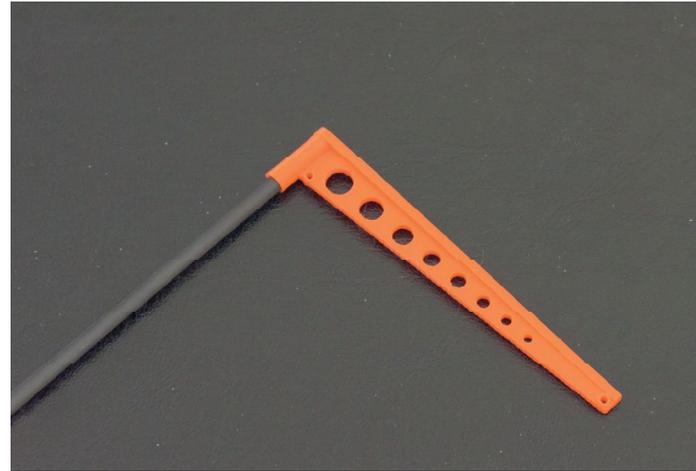


Abb. 23: Der Babybaum ist ebenfalls ein PETG-Druckteil (1.). Die ziemlich filigrane Aufnahme für den Lagerstift aus 1,5-mm-VA-Draht entsteht beim Drucken gleich mit und erfordert kaum Nacharbeit (2.). Auch das Lager für Stift ist gedruckt und wird in den Swingbaum eingeklebt (3.)



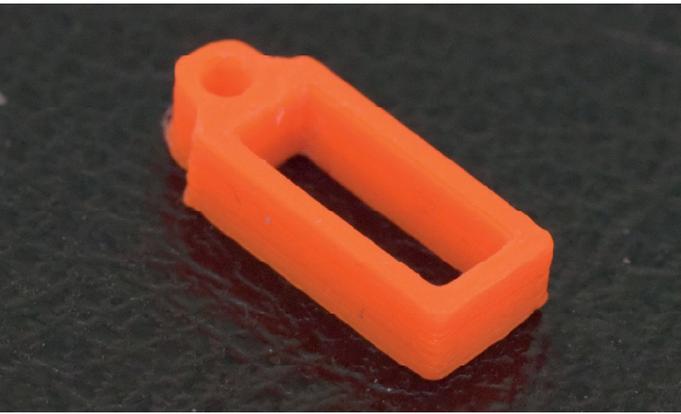


Abb. 24: Nachdem mir als Baumbänder eingesetzte Silikonschläuche schon mehrfach unter Last von den „Leinen“ aufgeschnitten wurden, habe ich erstmals auch diese Teile gedruckt



Abb. 25: Das Rigg ist fertig

Abb. 26: Der Lukendeckel aus semisoftem TPU der Fa. Extrudr

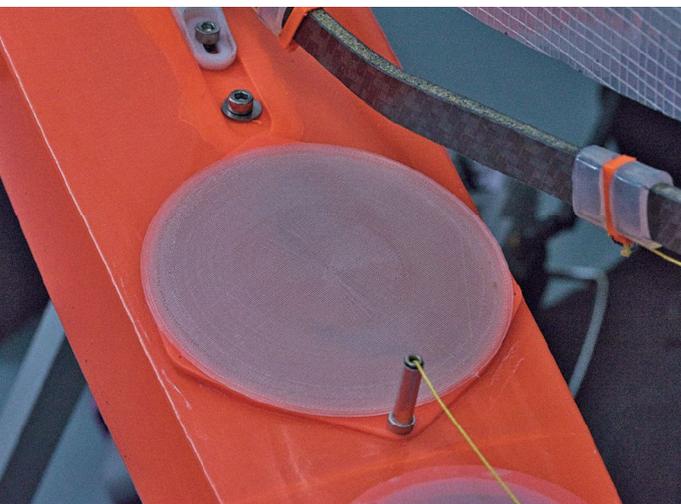
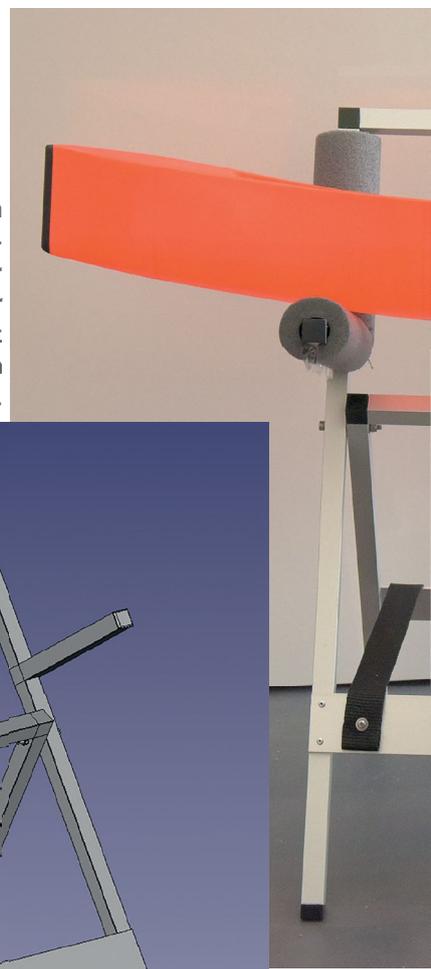


Abb. 27: Der Bootsständer entstand im Wesentlichen aus 15x15-mm²-Aluminium-Vierkantrohr. Füße und Winkelverbinder sind aus TPU gedruckt. Die T-Verbinder für die Auflager sind aus PETG. TPU hat sich unter der Last schon nach wenigen Tagen dauerhaft verformt.



keinen Grund dafür. Die Wasserlage war perfekt, das Boot sprang sehr gut an und drehte wie auf dem Teller. Die Mantarine suchte sich die Windkante weitgehend von allein und zeigte wenig Neigung in Böen aus dem Ruder zu laufen. Auch die Tendenz zum Unterschneiden war gering und ließ sich in der Regel über die Segel aussteuern. Andy, das Boot ist ein super Entwurf! Nur mein Rigg entsprach nicht ganz meinen Erwartungen. Der Grundtrimm stimmte überhaupt nicht und ich bekam das Großsegel nicht sauber zum Stehen. Trimmtechnisch hatte ich wohl einen schlechten Tag erwischt. Mastbiegung und Vorliekskurve wollten partout nicht zusammenpassen, obwohl ich wieder das bewährte Skyshark 2PT Mastrohr verwendet hatte und in der Werkstatt alles noch gut ausgesehen hatte.

Gut, für diese Bedingungen war das Rigg eigentlich auch nicht entworfen, aber so durfte das nicht sein. Erst zu Hause in der Werkstatt fand ich des

Rätsels Lösung. Die Riggspannung war viel zu schwach. Das sehr hohe, schlanke Rigg erfordert doch erheblichen „Dampf“ auf Vor- und Achters-tag, um die Mastbiegung besser zu kontrollieren. Das Großsegel stand sofort erheblich besser und eine kräftige Verschiebung des Holepunktes für das Großsegelschothorn nach vorn brachte auch den Twist unter Kontrolle.

Fazit und Danksagung

Hurra, meine erste selbstgedruckte RG65 schwimmt und segelt richtig gut. Das Projekt hat sich zwar erheblich länger hingezogen als gedacht, aber als Anfänger im 3D-Druck nimmt man natürlich jeden Umweg, den man gehen kann, mit. Die erfolgreiche Werftprobefahrt der *Mantarine* macht aber Lust auf mehr, zumal ich neben dem Lernen des 3D-Drucks auch die ersten Hürden der 3D-Konstruktion genommen habe. Das alles zusammen eröffnet nicht nur für die RC-Segelei, sondern für den Mo-



Abb. 28: Einsatzklar für die Werftprobefahrt

dellbau insgesamt doch etliche neue Möglichkeiten.

Das Projekt „Printed Matter“ ist damit also noch nicht am Ende. Inzwischen gibt es von Andreas Hoffmann die *Manta Evo*, den Nachfolger der *Manta 2017*. Die ersten Teile sind schon gedruckt und ein neuer, größere Drucker ist auch im Bau...

Danke, Andy, für Deine tollen Risse, und Danke, Philipp, für das Aufbereiten der *Manta 2017* für den 3D-Druck. Ohne Euch beide hätte ich mich an das Thema 3D-Druck so schnell nicht herangetraut. Dank auch an Andreas „Kuddel“ Kudella, der immer wieder ein kompetenter Diskussionspartner ist. Kuddel hat auch die *Mantarine* während der Fotosession gesteuert und war genauso begeistert von den Segeleigenschaften wie ich.



Abb. 29: Andreas Hoffmann ist mit der *Manta 2017* ein guter Wurf gelungen