

Die inneren Werte

"Das Wesentliche ist für die Augen unsichtbar..."
(Antoine de Saint-Exupéry, Der Kleine Prinz)
von Borek Dvořák

Legende

Allgemeines - Übersicht
Segelverstellervo
Segelwinde mit direkter Auf- und Abwicklung der Segelschot
Segelwinde mit Endlosschot
Getriebemotor mit Rutschkupplung
Sondersysteme
Theoretisches - Ideen
Praktisches - Bau

Und so wird's gemacht:
Grundkörper mit Windenhalterung
Schotspannung
Seitenwangen
Die Spindel
Die Spannmutter
Ausleger
Montage
Endlosschot, Segelschoten
Gute Fahrt

Vor etwa zwei Jahren habe ich im Beitrag "Das Spiel mit dem Wind" (MW 1/2000 und 2/2000) versucht, die Auslegung, den Bau und den Betrieb vorbildähnlicher Modellsegelboote allgemein zu beschreiben. Aufgrund des Umfangs dieses Themenkreises war es allerdings kaum möglich tiefer in die Problematik einzutauchen. Viele Rückfragen von Modellbaukollegen haben gezeigt, daß zumindest bei einigen Bereichen Nachholbedarf besteht. An erster Stelle unter den "heißen Themen" lag die Problematik der Auslegung und des sinnvollen Einbaus der notwendigen Fernsteuerungskomponenten, also der verdeckt im Rumpf eingebauten Technik. Dieses Thema soll hier etwas ausführlicher unter die Lupe genommen werden.

Allgemeines - Übersicht

Bedingt durch den logischen Wunsch, ein über Jahre hinweg zuverlässiges und einwandfrei funktionierendes Modellsegelboot zu haben, werden an die Segelverstellung folgende Anforderungen gestellt:

- Die (oft sehr langen) Schotwege müssen in dem (oft sehr engen) Modellrumpf untergebracht werden können.
- maximale Zuverlässigkeit
- minimales Gewicht
- hohe Festigkeit und Starrheit
- Wartungsfreundlichkeit
- minimale Reibungsverluste

Es gibt nun einige Lösungswege, die diese Anforderungen mehr oder weniger erfüllen. Schauen wir uns die gebräuchlichsten Systeme näher an:

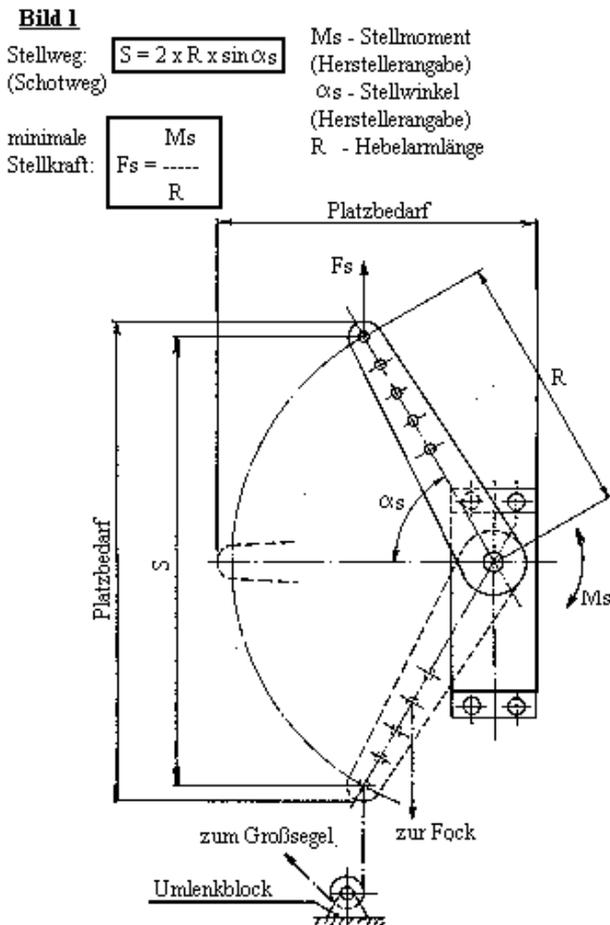


Bild 1: Prinzipskizze eines Segelverstellservos

Segelverstellervo (Bild 1)

Anstelle der üblichen Steuerscheibe wird an einem Servo mit möglichst hohem Stellmoment ein langer Hebelarm befestigt. Abhängig von den benötigten Schotwegen werden die Segelschoten an den entsprechenden Stellen des Hebelarms angeknötet. Das Segelverstellervo wird an einer geeigneten Stelle im Rumpf z.B. auf einer Platte angeschraubt.

Vorteile:

einfache Anfertigung, gute Zuverlässigkeit, sehr niedriges Gewicht, wartungsfreundlich, mäßige (jedoch meistens ausreichende) Festigkeit und Starrheit, sehr niedrige Reibungsverluste, preiswert, mehrere unterschiedlich lange Schotwege einfach realisierbar.

Nachteile:

großer Platzbedarf querschiffs, keine langen Schotwege und hohe Stellkräfte realisierbar, vorbildwidrig ruckartige Bewegungen der Segel

Fazit:

eine akzeptable Lösung für kleine Segelflächen und kurze Schotwege. Der konkurrenzlos einfache Aufbau macht dieses System besonders für Anfänger sehr attraktiv.

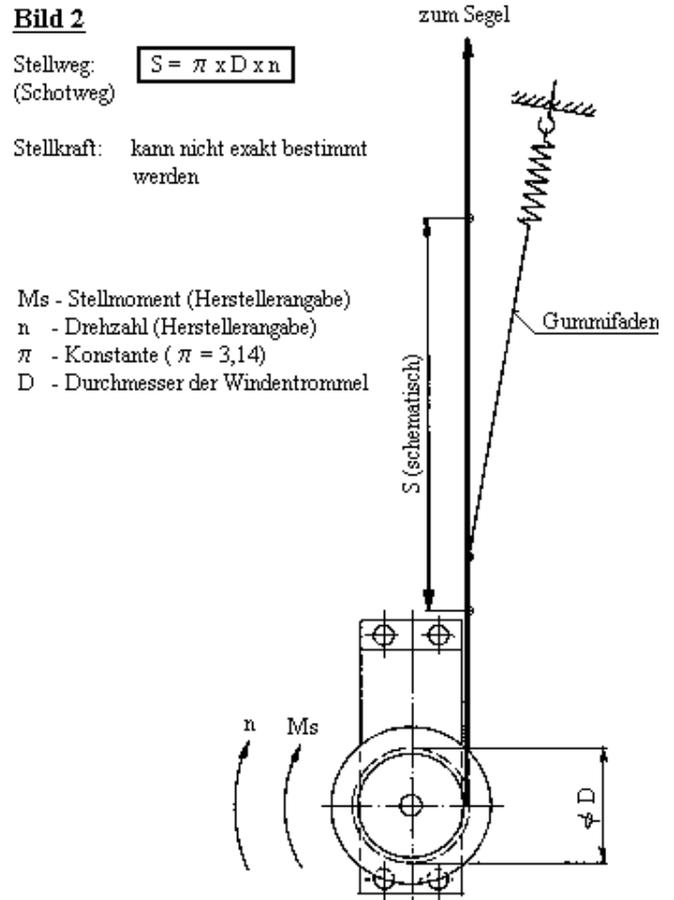


Bild 2: Prinzipskizze einer Segelwinde mit direkter Auf- und Abwicklung der Segelschot.

Segelwinde mit direkter Auf- und Abwicklung der Segelschot (Bild 2)

Die Segelschot wird von der Windentrommel direkt auf- und abgewickelt. Ein an der Schot angeknöteter Gummifaden soll für die Vorspannung sorgen und somit dem Vertörnen der Schot entgegenwirken (dies tut er allerdings - wenn überhaupt - nur kurzfristig). Die Befestigung der Segelwinde erfolgt ähnlich wie bei einem Segelverstellervo z.B. auf einer Platte. Vorteile: einfache Anfertigung, sehr niedriges Gewicht. Nachteile: mangelhafte Funktionsfähigkeit und Zuverlässigkeit; die in Richtung "dichtholen" wachsende Spannkraft des Gummifadens geht auf Kosten der Stellkraft. Fazit: So nicht!!!

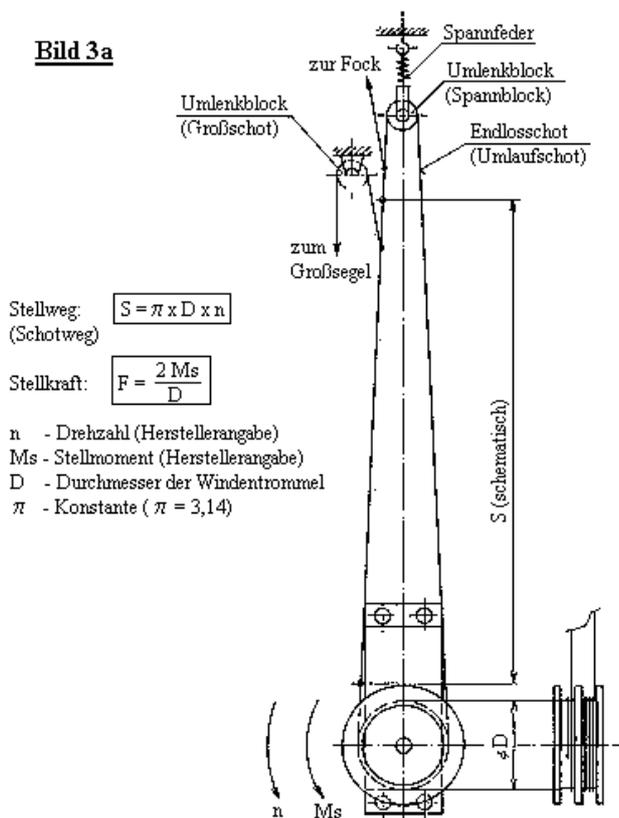
Bild 3a

Bild 3a: Prinzipskizze einer Segelwinde mit Endlosschot, Winde am Ende der Endlosschot angeordnet.

Segelwinde mit Endlosschot (Bild 3a und 3b)

Die Segelwinde wird mit einer zwei-Rillen-Trommel versehen (dies ist bei den meisten mir bekannten Windentypen die Standardausführung der Trommel). Die auf der unteren Trommelhälfte aufgewickelte Schnur der Endlosschot wird über einen Umlenkblock zur oberen Trommelhälfte geführt. Die von der einen Trommelhälfte abgewickelte Schnurlänge wird also gleichzeitig von der anderen Hälfte wieder aufgewickelt. Die Bewegungen der Endlosschot übertragen sich auf die Segelschoten, die an der Endlosschot befestigt sind. Der Umlenkblock muß zwecks Vorspannung der Endlosschot federnd aufgehängt werden. Man kann entweder die Segelwinde und den Umlenkblock jeweils separat im Rumpf befestigen (aufgrund mangelhafter Wartungsfreundlichkeit und niedrigerer Zuverlässigkeit ist dies die schlechtere Lösung) oder man sieht ein herausnehmbares Gerüst vor, worauf sämtliche Komponenten der Segelverstellung befestigt werden (optimale Lösung).

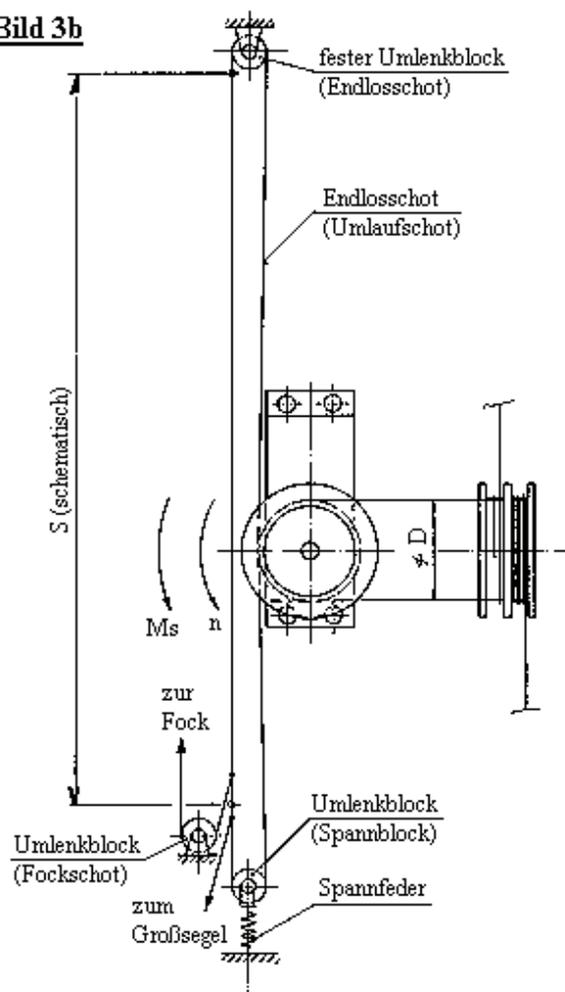
Bild 3b

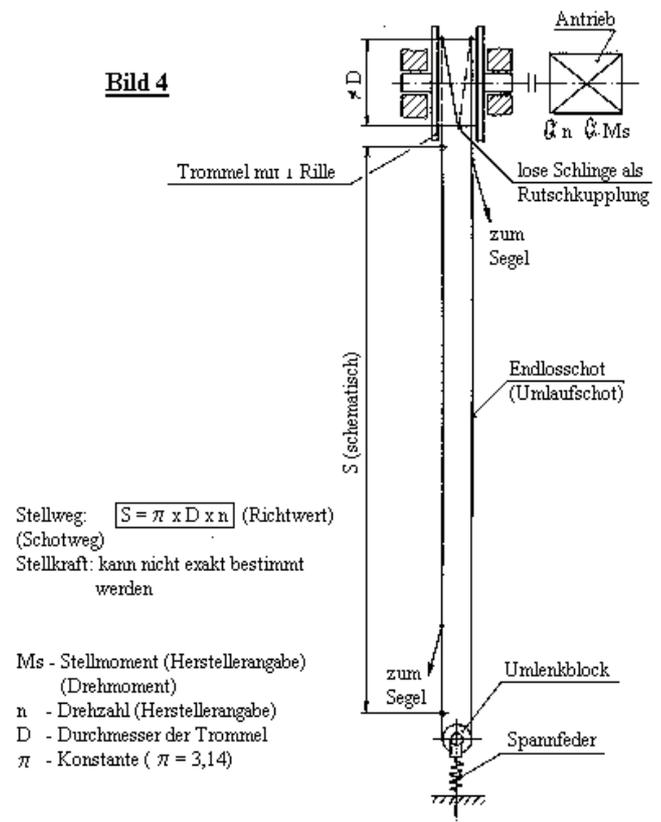
Bild 3b: Prinzipskizze einer Segelwinde mit Endlosschot, Winde in der Mitte der Endlosschot angeordnet.

Vorteile: sehr hohe Zuverlässigkeit, hohe Festigkeit und Starrheit, sehr wartungsfreundlich (Voraussetzung: Aufbau auf einem herausnehmbaren Gerüst), kleine bis mäßige Reibungsverluste (Voraussetzung: reibungsarme Blöcke), lange Schotwege und hohe Stellkräfte sind realisierbar, eine Feineinstellung ist möglich. Nachteile: mäßiger bis großer Platzbedarf längsschiffs, höheres Gewicht, aufwendigere Anfertigung als bei dem Segelverstellervo. Fazit: Ein Profisystem für lange Schotwege und hohe Stellkräfte bei maximaler Zuverlässigkeit. Für mittlere bis große Modelle gaffelgetakelter Schiffe ist dies oft die einzige praktikable Lösung. Zusätzlich zu diesen oft anzutreffenden Systemen möchte ich noch zwei weitere Lösungswege aufführen, von denen besonders der erstere für bestimmte Spezialanforderungen eine gute Alternative ist.

Getriebemotor mit Rutschkupplung (Bild 4)

Bild 4: Prinzipskizze eines Getriebemotors mit Rutschkupplung. Auf der Abtriebswelle eines Getriebemotors wird eine (selbst anzufertigende) Windentrommel mit einer Rille befestigt. Die Endlosschot wird nicht an die Trommel angeknötet, sondern nur lose mit einer oder zwei Windungen um die Trommel gelegt. Der Antrieb erfolgt also nur durch die Reibungskräfte zwischen der Trommel und der Endlosschot (Vorspannung!). Die Segelschoten werden an die Endlosschot angeknötet. Beim Erreichen der Endlage (z.B. Segel ganz dichtgeholt) erhöht sich der Widerstand an der Schot, und die Trommel fängt an, unter der Endlosschot durchzurutschen. Die Spanne der Abwandlungen dieses Lösungsprinzips geht von der soeben beschriebenen Einfachausführung bis zu einstellbaren (richtigen) Rutschkupplungen und aufwendigen Steuerelektroniken. Vorteile: keine Schäden im Rigg beim Verhaken der Schoten (Rutschkupplung). Nachteile: bei der o.a. Einfachausführung keine Proportionalität, Anfertigung aufwendig. Fazit: vorteilhaft für das Steuern baumloser überlappender (Vor-)Segel und für das ferngesteuerte Setzen und Bergen der Segel. Wegen der erforderlichen speziellen Fachkenntnisse und einer überdurchschnittlichen Werkstattausrüstung kommt jedoch dieses System für einen Anfänger wohl (leider) kaum in Frage.

Bild 4



Sondersysteme (Bild 5)

Bild 5: Beispiel eines Sondersystems (Prinzipskizze).

In diesem Bereich toben sich experimentierfreudige Profis aus und bringen uns durchschnittliche Modellbauer zum Staunen. Als Beispiel möchte ich ein System erwähnen, von dem vor einigen Jahren in der Modellbau-Fachpresse berichtet wurde. Ein/e liegende/r (Abtriebswelle waagerecht) Segelwinde/Getriebemotor treibt über eine flexible Welle direkt eine auf Deck stehende Winsch an. Die Segelschot wird also (wie beim Vorbild) von der Trommel der Winsch auf- und abgewickelt. Da ich dieses System weder selbst

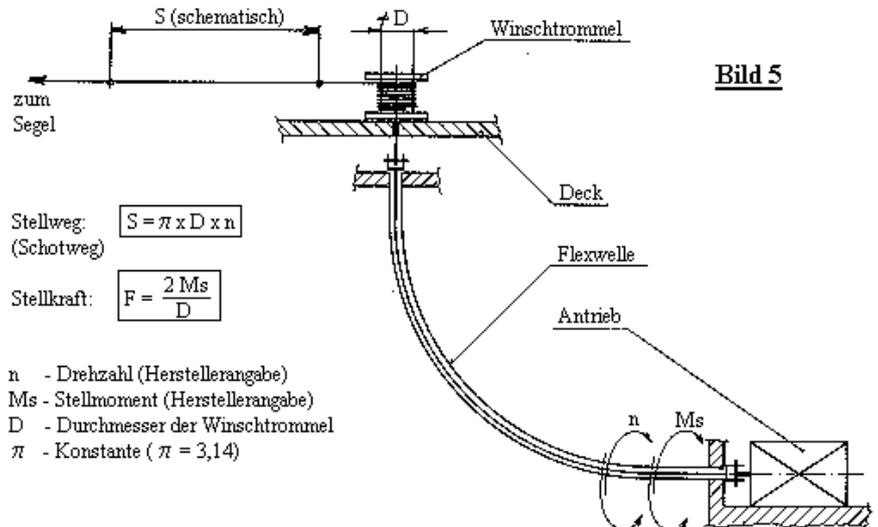


Bild 5

gebaut habe noch an Modellen anderer Modellbauer in der Praxis begutachten konnte, kann ich hier keine Bewertung vornehmen. Die Grundidee finde ich sehr interessant, obwohl sie sicherlich auch mit einigen Problemen behaftet ist (z. B. die Schotspannung, Länge des Schotwegs / erforderliche Drehzahl der Winde, Reibungsverluste). Von den soeben vorgestellten Systemen halte ich das Prinzip "Segelwinde mit Endlosschot" für das interessanteste und zugleich auch für klärungsbedürftig. Aus diesen Gründen habe ich es für die nachstehende (Bau-)Beschreibung ausgewählt. Während der selbsterklärende Einbau des durchaus praktikablen Segelverstellungsservos mit dem Einbau einer Rudermaschine vergleichbar ist, sollte eine Segelwinde mit direkter Auf- und Abwicklung der Segelschot als die ungeeignetste der vorgestellten Varianten betrachtet und möglichst vermieden werden. Die restlichen beiden Systeme sind Lösungen spezieller Anforderungen und daher nicht universal einsetzbar.

Theoretisches - Ideen

Vor dem Baubeginn sind einige wenige grundsätzliche Überlegungen anzustellen:

- Sollen die Segelwinde und die Umlenklöcke einzeln im Rumpf fest eingebaut oder eine herausnehmbare Einheit (Gerüst) vorgesehen werden?
- Materialwahl für das Gerüst (Festigkeit, Starrheit, Gewicht)
- Segelwinde am Ende der Endlosschot oder in der Mitte angeordnet
- Auswahl der verwendeten Komponenten (Festigkeit, Reibungsverluste).

Ein herausnehmbares Gerüst hat gegenüber den einzeln im Rumpf fest eingebauten Komponenten natürlich viele Vorteile. Eine solche Einheit läßt sich außerhalb des Modellrumpfes wesentlich bequemer und genauer herstellen und später ggf. auch warten bzw. modifizieren. Das alles spiegelt sich dann logischerweise in einer höheren Zuverlässigkeit wieder. Damit so auch lange Schotwege realisiert werden könnten, ist es meistens notwendig, das Windengerüst als ein Teleskop vorzusehen.

Foto 1: Das Windengerüst arretiert im ausgefahrenen Zustand, so wie es im Modellrumpf später eingebaut wird

Im verriegelten "langen" Betriebszustand (Foto 1) werden innerhalb des im Rumpf zur Verfügung stehenden Raumes die geforderten langen Schotwege erreicht, für den Aus- und Einbau durch die meist kleine Decksöffnung wird das Gerüst einfach entriegelt und zusammengeschoben.(Foto 2)



Foto 2: Für den Ein- und Ausbau werden zwei Schrauben gelöst und der Ausleger wird in den Grundkörper eingeschoben

Die teleskopische Anordnung bedingt zusammen mit den Anforderungen in bezug auf eine hohe Festigkeit und Starrheit bei einem möglichst niedrigen Gewicht die Materialwahl: Vorzugsweise finden Aluminium-Profile Verwendung, von denen in jedem Baumarkt ein breites Sortiment zur Verfügung steht.

Für die Anordnung der Segelwinde in der Mitte des Gerüsts sprechen zwei wesentliche Gründe: Die Abtriebswelle einer so eingebauten Winde wird kaum auf Biegung beansprucht, sondern nur auf Torsion - und gerade dies ist die Belastungsart, die für das Getriebe der Winde, für die Abtriebswelle und die Lager günstiger ist. Darüber hinaus kommt bei dieser Einbauart die Winde näher an den Verdrängungsschwerpunkt (bzw. Gewichtsschwerpunkt) des Modells heran. Diesen Vorteil halte ich für sehr wichtig, weil sich dadurch die Segeleigenschaften verbessern und die Wendigkeit zunimmt.

Für die Bestückung gilt: Das Beste ist gerade gut genug. Nach diesem Motto kommen kugelgelagerte Blöcke und reibungsarme Rohre (Teflon, Nylatron, Polyurethan, Messing) zum Einsatz. Für die Endlosschot und die Segelschoten eignet sich am besten Drachenschnur. Optimal ist die 8-fach geflochtene Dyneema (Durchmesser 0,6 bis 0,8 mm, Bruchlast 50 kg), die sehr weich ist und sich kaum rekt.

Für die Bestückung gilt: Das Beste ist gerade gut genug. Nach diesem Motto kommen kugelgelagerte Blöcke und reibungsarme Rohre (Teflon, Nylatron, Polyurethan, Messing) zum Einsatz. Für die Endlosschot und die Segelschoten eignet sich am besten Drachenschnur. Optimal ist die 8-fach geflochtene Dyneema (Durchmesser 0,6 bis 0,8 mm, Bruchlast 50 kg), die sehr weich ist und sich kaum rekt.

Praktisches – Bau

Der Bau erfordert keine besonderen Kenntnisse oder Werkzeuge, und den Arbeitsaufwand schätze ich auf ca. 10 bis 20 Arbeitsstunden ein. Auch die Materialkosten dürften mit etwa 40,- bis 50,- DM wohl kaum eine Hobbykasse überfordern. Für sämtliche Klebeverbindungen wird ein spezielles Epoxyd (Zweikomponentenkleber) für Metalle verwendet. Für die Fixierung der korrekten Position der zu klebenden Teile zueinander eignen sich hervorragend Federspannzwingen (Baumarkt) verschiedener Größen.

Das teleskopische Windengerüst besteht aus nur drei Baugruppen (Foto 3)

1. Grundkörper mit Windenhalterung
2. Schotspannung
3. Ausleger

Foto 3: Das Windengerüst vor der Montage: oben der Ausleger mit festem Umlenklöcke und 2 Halteschrauben, unten der Grundkörper mit Schotspannung. Die Segelwinde SW 150 sowie der Rutscher mit der Spindel und dem Spannblock sind bereits montiert

Der Grundkörper und der Ausleger werden - wie bereits erwähnt - aus Baumarkt-Alu-U-Profilen hergestellt. Beim Kauf muß man darauf achten, daß die Profile ohne großes Spiel ineinander passen, aber noch leicht verschiebbar sind. Da die einzelnen Baumärkte zum Teil unterschiedliche Profil-Sortimente anbieten, kann es ggf.



passieren, daß man erst im zweiten oder dritten Baumarkt fündig wird. Ich habe folgende U-Profile ausgewählt (Bezugsquelle: Knauber-Baumarkt): 8 x 10 / 8 x 13,5 / 10 x 16,5 / 20 x 20 [mm].

Vor dem Baubeginn muß der erforderliche Schotweg errechnet werden (Berechnung siehe "Das Spiel mit dem Wind" MW 1/2000 und 2/2000), und der Trommeldurchmesser und/oder die Drehzahl der bereits vorhandenen Segelwinde müssen angepaßt werden. Es muß auch geklärt werden, welche Gerüstgröße durch die größte Decksöffnung noch hindurchpaßt. Das kann man entweder zeichnerisch im Bauplan (Linienriß) ermitteln, oder man baut sich schnell einen "Dummy", z. B. aus Leisten- und Sperrholzresten, mit dem man sich durch Probieren am Modell an die maximale Gerüstlänge herantastet. Diese Untersuchungen ergeben die Länge des Gerüsts sowohl im herausgefahrenen als auch im zusammengeschobenen Zustand. Sollte die erforderliche Schotweglänge die Einbaumöglichkeiten im Rumpf überfordern, so kann man in die Endlosschot einen "mitfahrenden" Block integrieren und dadurch den erreichbaren Schotweg verdoppeln.

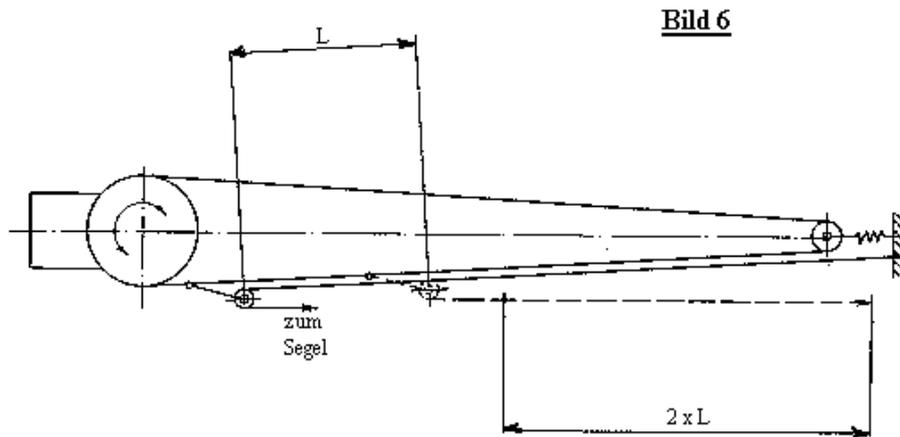
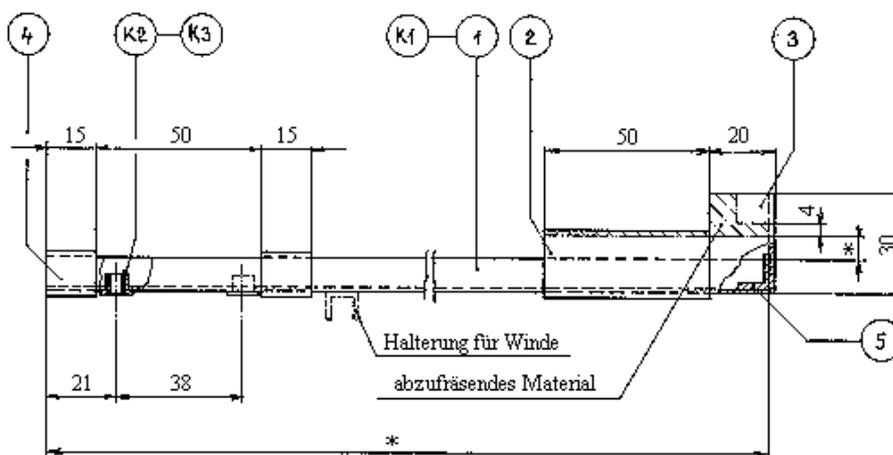


Bild 6

Bild 6: Prinzipdarstellung für das Verdoppeln des Schotwegs.
Man muß sich hierbei allerdings darüber im Klaren sein, daß die Stellkraft bedingt durch diese Maßnahme automatisch halbiert wird.

Und so wird's gemacht:
Grundkörper mit Windenhalterung

Bild 7



* - individuelles Maß nach Bedarf

Bild 7: Der Grundkörper des Windengerüsts (Fertigungszeichnung).
Die mit Sternchen bezeichneten Maße sind von den Platzverhältnissen im jeweiligen Modellrumpf bzw. vom Typ und von der Halterung der verwendeten Segelwinde abhängig.

Alle Teile des Grundkörpers und der Windenhalterung werden gemäß bzw. Stückliste von den Profilstan- gen abgesägt, und die Schnittkanten werden gebrochen.

An allen Teilen muß an den späteren Klebestellen die bei den Baumarkt-Profilen übliche Beschichtung (die Profile sind eloxiert) abgeschliffen werden. Vorteilhafterweise kann man diesen Arbeitsschritt mit einem im Bohrfutter einer Minibohrmaschine eingespannten Fächerschleifer erledigen. Als Basis für den Aufbau dient ein Stück U-Profil 10 x 16,5 mm. Seine Länge ist von den zuvor untersuchten Längen im "langen" sowie auch im "kurzen" Betriebszustand abhängig. In meinem Fall waren das 360 mm - diese Länge trifft z.B. für die "Atlantis" von Robbe oder für den "Dorian Gray" von Hoppe zu.

An ein Ende des Basisstücks werden zwei Zuschnitte aus dem 20 x 20 -er Profil gewissermaßen "über Eck" angeklebt. (Foto 4)

Foto 4: Die Schachtel am Ende des Grundkörpers samt Verstärkung aus einem Alu-Winkel ist verklebt und verschraubt, die überstehenden Schraubenenden müssen noch abgetrennt und bündig mit der Innenwand abgeschliffen werden

Die so entstandene Schachtel nimmt später die Baugruppe "Schot- spannung" auf. Direkt auf dem Basisstück werden an seinem anderen Ende zwei ca. 15 mm lange Zuschnitte aus dem 20 x 20 -er Profil im Schraubstock zu Schellen gebogen (Foto 5), nach (Bild 7) ausgerich- tet und verklebt.

Foto 5: Die fertig gebogene Schelle.

Je nach zur Verfügung stehender Segelwinde wird ihre Halterung an- gefertigt und abhängig von den Platzverhältnissen im Rumpf bzw. von der Gewichtsverteilung am Grundkörper plaziert.

Zwei Lösungen für zwei unterschiedliche Windentypen zeigen die Fo- tos 6 und 7:

Foto 6: Die Halterung für die Robbe-Segelwinde SW 150 wurde aus 1,5 mm Alublech hergestellt

und

Foto 7: Die Halterung für die HS 725 BB von Hitec besteht aus zwei quer zum Grund- körper angebrachten Alu-U-Profilen 8 x 10 mm. Die vier kleineren Bohrungen sind für das Anschrauben der Winde vorgesehen, die zwei größeren dienen der Befestigung der gesamten Einheit im Rumpf.

Wie auch immer die Windenhalterung konzipiert ist, sie wird an ge- eigneter Stelle an das Basisprofil angeklebt. Nach dem Aushärten des Klebers werden sämtliche Klebestellen mit Schrauben M2 gesichert. Achtung! An einigen Stellen müssen Senkkopfschrauben vorgesehen werden - siehe Fotos.

Dabei ist es natürlich günstig, die dafür erforderlichen Arbeitsgänge zusammenzufassen und in einer Art Serienproduktion zu erledigen. So werden also alle Bohrungen auf einmal angerissen und ggf. gekörnt, die Kernlöcher von 1,6 mm Durchmesser mit der Minibohrmaschine (möglichst im Bohrmaschinenständer) gebohrt und angesenkt und überall das M2-Gewinde geschnitten. Beim Verschrauben ist es sicherlich kein Fehler, vor dem Eindrehen jeder Schraube einen Tropfen Epoxyd auf das Gewinde zu geben.

Nach dem Aushärten des Klebers müssen dann die nach innen überstehenden Gewindeenden bündig mit der jeweiligen Profil-Innenseite abgeschnitten und beigeschliffen werden. Sehr gut geeignet ist für solche Arbeiten eine im Bohrfutter einer Kleinbohrmaschine eingespannte Trennscheibe.

Die Segelwinde wird an ihrer Halterung provisorisch befestigt und die Seiltrommel aufgesetzt. Die Mitte der Seiltrommel in senkrechter Richtung (die Mitte des Mittelstegs zwischen den beiden Rillen) markiert die Null-Ebene des ganzen Systems, auf die die Mitten der beiden Umlenkblöcke möglichst genau zu bringen sind.

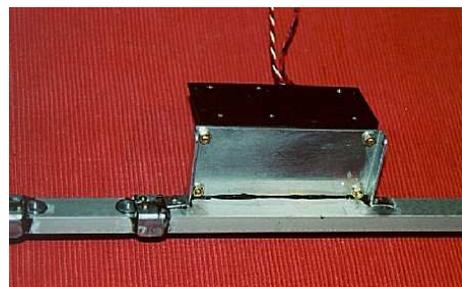
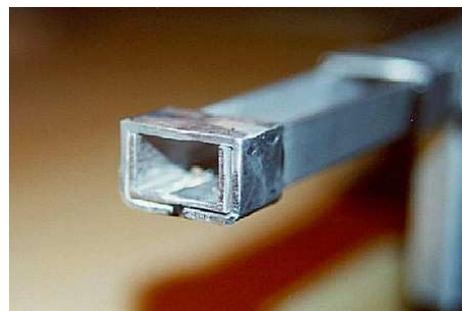
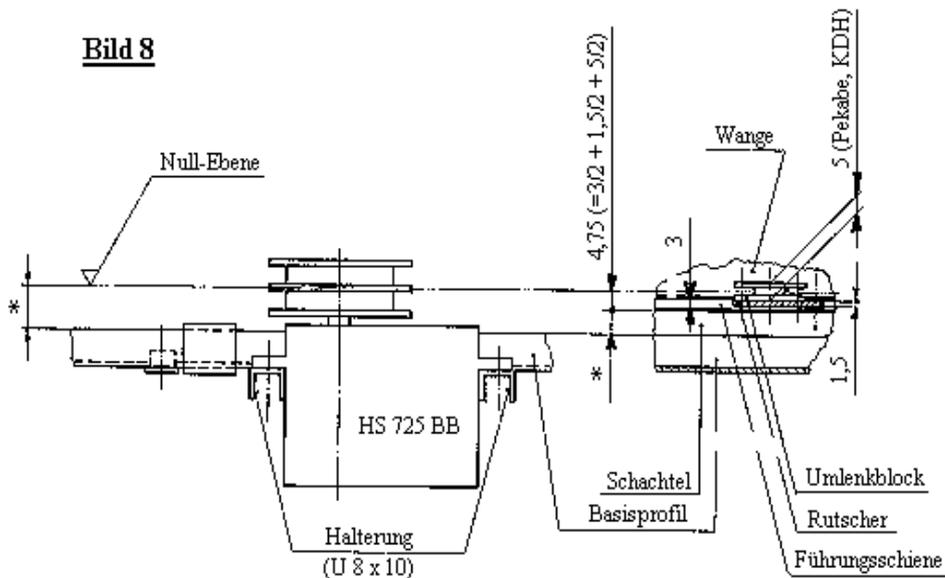


Bild 8



* - individuelles Maß nach Bedarf

Bild 8: Ermittlung der Null-Ebene des Systems und gleichzeitig ein Einbauvorschlag für die Segelwinde HS 725 BB von Hitec.

Die Entfernung der Null-Ebene von der Oberkante des Grundkörpers kann jetzt (z. B. mit einem Meßschieber) an der Windentrommel ausgemessen werden. Von diesem Maß zieht man die halbe Höhe des Umlenckblocks, die halbe Dicke des Rutschers und die halbe Breite der Führungsschiene ab (für die in der Stückliste aufgeführten Komponenten beträgt dieses Maß 4,75 mm).

Das Ergebnis ist die Soll-Höhe der Seitenwangen der Schachtel über der Oberkante des Grundkörperprofils. Da die Schachtel aus dem 20 x 20-er Aluprofil in der Regel immer eine größere Höhe aufweist, müssen die Seitenwangen entsprechend der Soll-Höhe abgefräst oder abgesägt werden (Foto 8).

Foto 8: Fräsen der Seitenwangen auf die zuvor ausgemessene bzw. errechnete Soll-Höhe. Wenn ich keine Fräsmaschine hätte, würde ich beidseitig am Ende der Schachtel jeweils ein 4 mm Loch als Auslauf bohren, und entweder mit der Tischkreissäge oder mit einer Hand-Bügelsäge zwei parallele Sägeschnitte zum jeweiligen Loch hin ausführen.

Die Kopfplatte und zwei kleine Laschen von den Seitenwangen läßt man jedoch in voller Höhe stehen.

Schotspannung

Die Aufgabe dieser Baugruppe besteht darin, der Endlosschot ständig eine gewisse Vorspannung zu geben und dadurch das Abrutschen der Endlosschot von der Windentrommel zu verhindern (Zuverlässigkeit!).

Üblicherweise wird entweder der Umlenckblock vorgespannt an einer Spiralfeder aufgehängt oder eine Spiralfeder wird direkt in die Endlosschot integriert.

Foto 9: Die Seitenwangen unmittelbar vor dem Verkleben mit der Schachtel. Beachten Sie die abgeschliffenen Flächen sowie auch die stehengebliebene Lasche hinten links. Es ist offensichtlich, warum die hier verwendeten Schrauben Senkköpfe haben müssen.

Das vorgestellte System (Foto 9) mit einem zwangsgeführten abgefederten Umlenckblock mit Einstellschraube hat gegenüber den üblichen Anordnungen zwei wesentliche Vorteile: Die Führung verhindert das Verdrillen der Endlosschot und die Einstellschraube macht ein genaues "Dosieren" der Vorspannung erst möglich.



Zuerst werden die

Seitenwangen (Bild 9) aus einer 1,5 mm dicken Leiterplatte mit Führungen aus einem Messing-U-Profil 3 x 3 x 0,5 mm vorbereitet. Bei mir waren die Maße der Rohstücke 142 x 40 mm für den Leiterplattenzuscchnitt bzw. 139 mm Länge des U-Profiles. Auf die Leiterplatte werden zwei Markierungslinien über Kreuz angerissen.

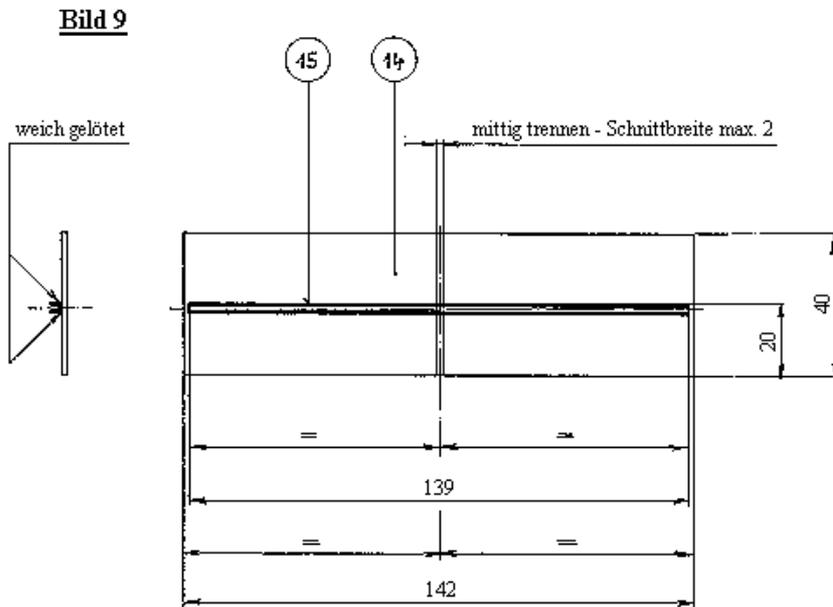


Bild 9: Rohling der Seitenwangen der Schotspannung (Fertigungszeichnung).

Die eine Linie soll den Leiterplattenzuscchnitt exakt in der Mitte halbieren (Maß $71 = 142/2$), die andere Linie markiert die Unterkante der Führungsschiene aus Messing-U-Profil 3 x 3 x 0,5 mm. Die Führungsschiene wird an ihrer Unterkante vorverzinnt und nach dem Ausrichten mit Hilfe einiger Lötpinzetten mittig auf die Leiterplatte weich gelötet (Foto 10).

Foto 10: Die Messing-Führungsschiene wurde mit dem Leiterplatten-Zuscchnitt weich verlötet. Die Seitenwangen entstehen durch das Zersägen dieses Rohteils entlang des in der Mitte deutlich sichtbaren Anrisses.

Es hat sich bei mir bewährt, die Schiene zuerst mit dem Lötkolben an die Platine zu "heften" und direkt danach mit dem Flambrenner fertig zu verlöten.

Die Flamme darf nicht all zu groß eingestellt werden und muß während des Lötvorgangs ständig längs der Führungsschiene hin und her bewegt werden.

So gelingt die Lötverbindung am besten, ohne daß sich die Kupferfolie der Platine von der Basis-GFK-Platte durch die Hitzeeinwirkung löst. Nach dem Abkühlen und dem Entfernen der Flußmittelreste wird die Platine mit der aufgelöteten Schiene exakt in der Mitte in zwei gleich große Stücke zersägt. Nach Bedarf werden jetzt die Bohrungen für die ggf. erforderlichen Umlenkböcke der Segelschoten ausgeführt bzw. es werden die Schotdurchführungen aus Messingrohrstücken angelötet (Foto 11).

Foto 11: Seitenwange mit angelöteten Messingröhrchen für die Segelschoten. Bei einem eventuellen Lötvorgang müssen die Führungsschienen natürlich gegen Verrutschen gesichert werden. Das überflüssige Material der Leiterplatte oberhalb der Führungsschiene (dort wo weder Umlenkböcke noch Schotdurchführungen vorgesehen sind) wird entfernt, und alle Kanten und Ecken werden rund geschliffen.

Die fertigen Seitenwangen werden mit Hilfe einiger Spannzwingen an der "Schachtel" am Ende des Grundkörpers so angeklebt, daß sich die Führungsschienen an der abgefrästen Ober-



kante der Schachtel (bzw. an der Unterkante des eingefrästen Schlitzes) abstützen und gleichzeitig die Seitenwangen mit der Kopfplatte der Schachtel bündig abschließen.

Die Führungsschienen sind aus der Sicht der Schachtel nach innen gerichtet (Foto 12).

Foto 12: Oft ist es notwendig, z. B. für die Fock und das Großsegel unterschiedlich lange Schotwege vorzusehen. Dies erfordert neben einer doppelten Windentrommel auch eine "doppelstöckige" Anordnung der Umlenkblöcke.

Die sorgfältig verrundeten Ecken und Kanten verhindern das Hängenbleiben der Segelschoten.

Nach dem Aushärten des Klebers wird auch diese Klebeverbindung auf die bereits beschriebene Art und Weise mit M2-Schrauben gesichert. Die Kopfplatte wird auf der Ebene, die durch die Mitten der Führungsschienen markiert ist, mittig durchgebohrt (Foto 13).

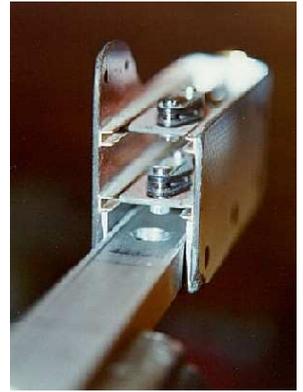


Foto 13: Die mittig in der Kopfplatte angebrachte Bohrung für die Spindel sitzt auf der gleichen Ebene wie die Führungsschienen.

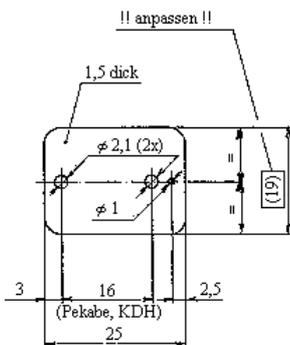
Der Durchmesser der Bohrung beträgt 3,2 mm, damit die Spindel mit dem M3-Gewinde hier problemlos hindurch paßt. Der Teil der Kopfplatte, der über die Oberkanten der Seitenwangen der Schotführung hinausragt, wird abgesägt und verschliffen.

Aus einem Reststück Leiterplatte (1,5 mm dick) wird gemäß Bild 10 der Rutscher zugesägt.



Bild 10

Rutscher (Teil 10)



Spannmutter (Teil 11)

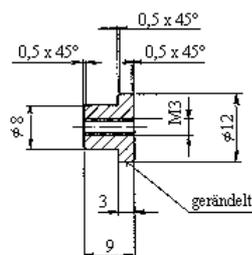


Bild 11

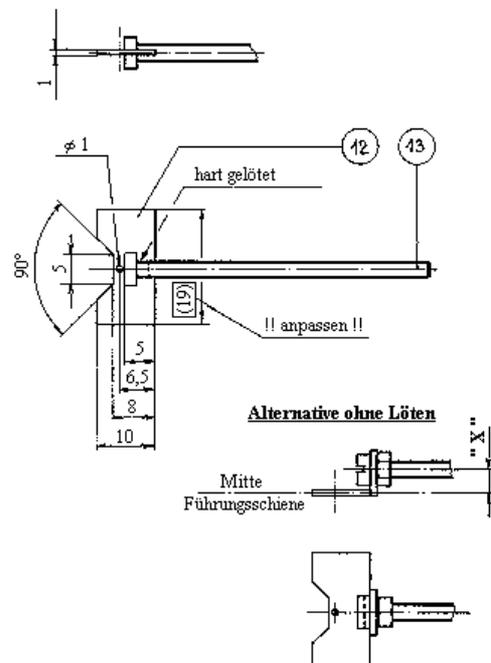


Bild 10: Rutscher und Spannmutter (Fertigungszeichnung, Baugruppe Schotspannung).

Bild 11: Spindel (Fertigungszeichnung, Baugruppe Schotspannung).

Die Breite des Rutschers richtet sich nach dem Istmaß der Spannweite zwischen den beiden Führungsschienen abzüglich einiger Zehntelmillimeter Spiel. Die Ecken und Kanten des Rutschers sollten, um bessere Gleiteigenschaften zu erreichen, verrundet werden. Nach der Bearbeitung der Außenkanten wird die

Mitte des Rutschers angerissen und gemäß Bild 10 zwei Bohrungen Durchmesser 2,1 mm für den Umlenblock sowie eine Bohrung Durchmesser 1,0 mm für die Spannfeder angerissen, gekörnert und gebohrt. Zur Erleichterung der späteren Montage soll die 1,0 mm Bohrung etwas großzügiger gesenkt werden, damit sich die Spannfeder besser einhängen lässt.

Die Spindel (Bild 11) besteht aus einer Zylinderkopfschraube M3 x 50 (Stahl verzinkt oder Messing) mit hart eingelöteter Führungsplatte. Der Schlitz im Schraubenkopf wird ca. um 2 bis 3 mm tiefer eingesägt, und die Führungsplatte aus 1mm dickem Messingblech erhält mittig eine 3mm breite und ca. 1,5 mm tiefe Kerbe.

Die so entstandene Verzahnung erleichtert nicht nur das Ausrichten und das Löten erheblich, sondern erhöht auch die Festigkeit der Lötverbindung. Wer sich das Hartlöten noch nicht zutraut, kann weich löten, dann aber bitte den Schraubenkopf zusammen mit der Führungsplatte quer durchbohren, einen Stift aus Messingdraht einsetzen und verlöten. Eine weitere Alternative, bei der man ganz ohne Löten auskommt, zeigt Bild 11 unten.

Die Führungsplatte hat hier zusätzlich eine im rechten Winkel nach oben gebogene Lasche mit einem mittig angeordneten Durchgangsloch (Durchmesser 3,2 mm). Die Zylinderkopfschraube wird durch dieses Loch gesteckt und mit einer Mutter gesichert. In diesem Fall ist es allerdings erforderlich, das Durchgangsloch mit 3,2 mm Durchmesser für die Spindel in der Kopfplatte des Grundkörpers um das Maß "X" höher zu bohren.

Als Spann-Zugfeder sollte man eine mit steilerer Charakteristik auswählen (eine sogenannte härtere Feder), die einen kürzeren Federweg aufweist und nicht so einfach überbelastet (überzogen) werden kann. Der Federweg (Spannweg) sollte jedoch nicht kleiner sein als ca. 5 bis 6 mm. Die kleineren Spiralfedern Foto 21

Foto 20: Die Spanneinheit im zerlegten Zustand ... stammen aus dem Modelleisenbahnzubehör der Firma Fleischmann und sind für das Nachrüsten von Fahrzeugkupplungen gedacht, die größeren

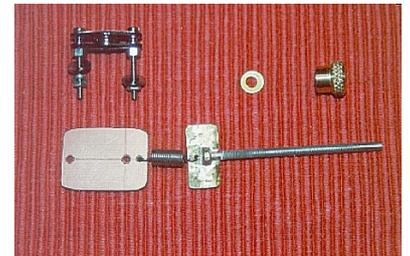


Foto 21: ... und zusammengebaut. sind aus einem Spiralfedersortiment, das ich vor einiger Zeit bei Conrad gekauft habe. Da die Feder von Fleischmann als "Meterware" angeboten wird, müssen hierbei Stücke von passender Länge (ca. 10 bis 12 mm) abgetrennt und die Einhängeösen selbst gebogen werden.



Bild 10

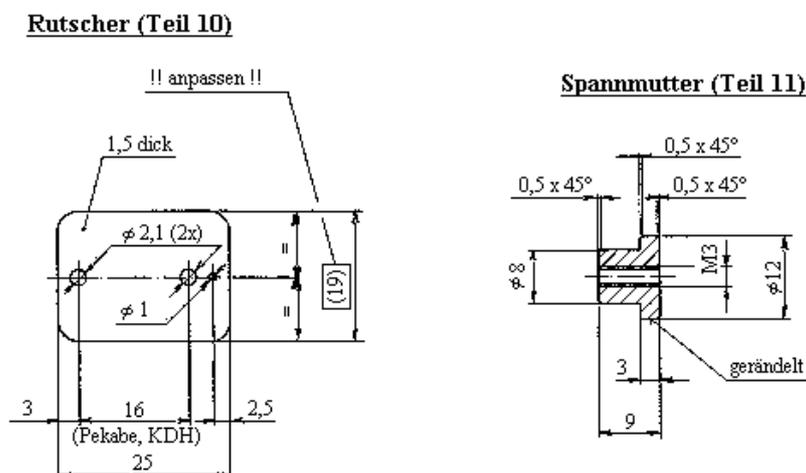
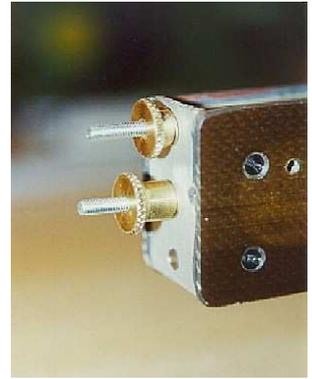


Bild 10: Rutscher und Spannmutter (Fertigungszeichnung, Baugruppe Schotspannung).

Die Spannmutter (Bild 10, Foto 14)

Foto 14: Unterschiedliche Längen der Spannmuttern bei einer "doppelstöckigen" Anordnung garantieren, daß beim Spannen der einen Endlosschot die andere nicht versehentlich mitverstellt wird.



und Foto 14 ist das einzige Drehteil der gesamten Konstruktion. Ich habe sie als Rändelmutter vorgesehen, damit man sie in den engen Platzverhältnissen im Modellrumpf werkzeuglos auch mit nur einem Finger betätigen kann. Wenn ich keine Drehmaschine hätte, würde ich die Bohrung eines Zahnrades passender Größe auf Durchmesser 2,5 mm aufbohren, ein Gewinde M3 schneiden und die Zahnköpfe mit der Feile ggf. etwas "entschärfen".

Ausleger

Für den Ausleger werden zwei Aluprofilstücke (Alu-U 8 x 13,5 / 8 x 10) auf das zuvor festgelegte Maß abgesägt und die Schnittkanten werden entgratet.

Bild 12

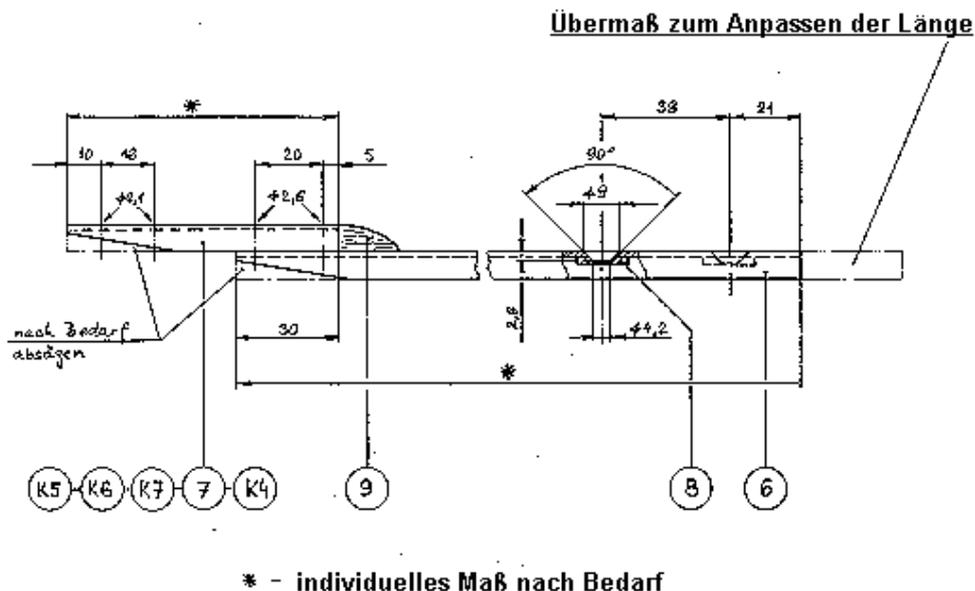


Bild 12: Ausleger (Fertigungszeichnung).

Der Ausleger entsteht gemäß Bild 12 durch das bereits beschriebene Verkleben/Verschrauben dieser Stücke miteinander. Die stufige Anordnung des Auslegers bringt die Mitte des festen Umlenkblocks näher zu der zuvor ermittelten Null-Ebene, und gleichzeitig kommt man so der Form der üblicherweise am Bug ansteigenden Rumpfwand etwas entgegen. Wenn man zusätzlich diese Stufen noch etwas anschrägt, (Foto 15)

Foto 15: Ein Holzklötzchen verhindert das Verhaken der Segelschoten an der Stufe des Auslegers.

kann das ganze Gerüst samt Winde um einige Millimeter tiefer im Rumpf befestigt werden. Das kommt der Stabilität des Modells zugute.

Nach dem Bohren zweier Löcher (Durchmesser 2,1 mm) für die Befestigung des festen Umlenkblocks muß nur noch die Befestigung des Auslegers am Grundkörper fertiggestellt werden. Dazu wird der Ausleger in den Grundkörper eingeschoben und diese Einheit im Rumpf befestigt (die Befestigung im Rumpf muß individuell gelöst werden, einige Anregungen sind den Fotos 16 und 17 zu entnehmen).

Foto 16: Das Windengerüst wird an die drei Holzklötze mit eingearzteten Messingdübeln angeschraubt. Die Aussparung im oberhalb des mittleren Klotzes liegenden Spant ermöglicht das Tieferlegen der Segelwinde. Im Hintergrund sieht man den Mastfuß aus einem eingearzteten Messingrohr.



Foto 17: Das festgeschraubte Gerüst.

Die Segelwinde HS 725 BB ist bereits an ihrer Halterung befestigt (vgl. mit Foto 7). Die aufgesetzte doppelte Trommel berücksichtigt die unterschiedlichen Schotwege der Fock und des Großsegels. Für die Befestigung sind die verwendeten Schrauben DIN 912 (Zylinderkopf mit Innensechskant) am günstigsten, weil sich die ggf. lose durchhängenden Segelschoten daran kaum verhaken können. Die Aussparung im Spant im Vordergrund ist für ein wasserdichtes Plastikkästchen vorgesehen, in dem später die Akkus und der Empfänger platziert werden.



Im Rumpf zieht man den Ausleger aus dem Grundkörper so weit heraus, bis er seine Endlage (Anschlag) an der Rumpfwand erreicht. Diese Position des Auslegers minus ca. 2 mm wird am Ausleger markiert (ich ziehe einen Strich entlang der Kante der hinteren Schelle am Grundkörper) und das Gerüst wird wieder abgeschraubt und aus dem Rumpf herausgenommen. Die Bohrungen werden am Ausleger angerissen und gekörnert, und unterhalb jeder Bohrung wird auf die Unterseite des Profils gemäß Foto 18 eine Verstärkung angeklebt.

Foto 18: Verstärkungen am Ausleger.

Jetzt kann der Ausleger mit dem Grundkörper unter Berücksichtigung der zuvor angebrachten Markierung verbohrt werden (Durchmesser 4,2 mm). Während diese Bohrungen im Ausleger gesenkt werden, werden sie im Grundkörper dem Durchmesser der Bundmuttern entsprechend aufgebohrt (die Mutter muß sich stramm eindrücken lassen) und die Bundmuttern von unten eingeklebt (Foto 19).



Foto 19: Die rechte Bundmutter wurde nur zur Demonstration ihres

Aussehens aufgelegt. Beachten Sie die Schleifspuren (Entfernen der Eloxierschicht) und die verrundeten Kanten und Ecken zum Erhöhen der Betriebssicherheit.

Bei der soeben beschriebenen Vorgehensweise ist eine hundertprozentige Flucht des Auslegers mit dem Grundkörper garantiert. Sollten bei der Beschaffung der Bundmuttern Probleme auftreten, so schlage ich als Ersatz entweder Messing-Hülsenmuttern (Baumarkt) oder Anschraubmuttern (Modellbaufachgeschäft) vor.



Montage

Bei der Montage wird die Spannfeder mit einer der beiden Ösen in die 1,0 mm Bohrung des Rutschers und mit der anderen Öse in die entsprechende Bohrung der Spindel eingehängt und der Spann-Umlenkblock angeschraubt (Foto 20 und 21)..

Foto 20: Die Spanneinheit im zerlegten Zustand ...

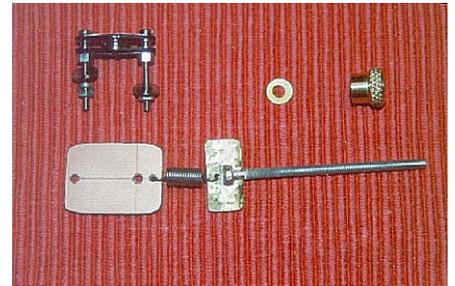


Foto 21: ... und zusammengebaut.

Diese Einheit wird in die Führungsschienen eingeschoben und die Spindel gleichzeitig durch die 3,2 mm Bohrung in der Kopfplatte durchgesteckt, eine 3,2 mm Messing-Unterlegscheibe wird aufgeschoben und die Spannmutter aufgeschraubt. Der feste Umlenkblock findet am Ende des Auslegers seinen Platz. Das Gerüst wird nach individuellen Bedürfnissen mit Segelschot-Umlenkböcken, -Ösen und -Durchführungen bestückt (Beispiel siehe Foto 22).



Foto 22: Ein Beispiel für die Führung der Segelschoten. Es ist sehr wichtig, daß die Segelschoten bis zu ihrer ersten Umlenkung bzw. Durchführung möglichst parallel und nahe der Endlosschot verlaufen. So übertragen sich die Zugkräfte von den Segelschoten auf die Endlosschot axial, und diese kann nicht von der Trommel oder von der Scheibe eines Umlenkblocks abgezogen werden.

Bei der Montage der Segelwinde muß berücksichtigt werden, daß die mitgelieferten Holzschrauben durch metrische zu ersetzen sind. Bei der HS 725 BB (Hitec), die ich standardmäßig verwende, kann man Schrauben M2,5 gerade noch durch die Befestigungshülsen am Windengehäuse hindurchstecken. Mit dem Aufsetzen und Befestigen der Seiltrommel wird die Montage abgeschlossen.



Endlosschot, Segelschoten

Vor dem Einziehen der Endlosschot muß die Winde an den Empfänger angeschlossen und die Fernsteuerungsanlage eingeschaltet werden. Der Trimmhebel des für die Segelwinde vorgesehenen Kanals soll sich möglichst exakt in seiner Mittelstellung befinden. Die Position des Spannblocks ist so einzustellen, daß sich der Block im vorderen Bereich der Führungsschienen befindet und somit ein möglichst langer Spannweg zur Verfügung steht. Gemäß Bild 3b wird jetzt die Winde im Uhrzeigersinn bis zu ihrer Endlage gedreht (dies entspricht dem Betriebszustand "voll gefiert"). Die Endlosschot wird zuerst um den Spannblock und dann um den festen Block zur Seiltrommel geführt. Soll eine Befestigung der Segelschoten an der Endlosschot mittels Klemmschieber vorgesehen sein, so muß der Klemmschieber dabei zwischen den beiden Umlenklöcken aufgefädelt werden. Um den zusätzlichen Stellweg des Trimmhebels (Potis) am Sender zu berücksichtigen, ist es sinnvoll, die Endlosschot vor dem Verknoten mindestens eine ganze Windung um die (z.B.) untere Seiltrommelhälfte zu wickeln (der halbe Trimmweg entspricht bei der HS 725 BB einer knappen Umdrehung der Seiltrommel). Die Endlosschot wird durch die Bohrung in der Mantelfläche der Seiltrommel durchgesteckt und im Inneren der Trommel verknotet. Der Durchmesser des Knotens ist größer als der Durchmesser der Bohrung, und die Endlosschot ist damit gegen Ausrutschen aus der Trommel gesichert. Anschließend wird die Seiltrommel vorsichtig mit der Fernsteuerung gegen den Uhrzeigersinn in ihre entgegengesetzte Endlage gedreht (Betriebszustand "voll dichtgeholt"). Während dieses Vorgangs wickelt sich die Endlosschot Windung für Windung auf die untere Trommelhälfte. Es ist darauf zu achten, daß man der Endlosschot dabei mit der Hand eine gewisse Vorspannung gibt und daß die Windungen auf der Seiltrommel nebeneinander und nicht etwa übereinander verkreuzt liegen. Das noch lose Ende der Endlosschot wird jetzt auch mit mindestens einer Windung um die obere Trommelhälfte gelegt und verknotet. Der fertig eingezogenen Endlosschot wird mit der Spannmutter gerade so viel Spannung gegeben, daß sie nicht durchhängt und eine minimale Vorspannung aufweist. Die Winde mit der Endlosschot wird nun ein paar Mal von der einen Endlage in die andere gedreht, damit sich die Endlosschot richtig "setzen" kann. Man sollte dabei wieder darauf achten, daß sich die Windungen der Endlosschot sowohl auf der unteren als auch auf der oberen Trommelhälfte parallel nebeneinander legen.

Beim Anknüpfen der Segelschoten geht man vorteilhafterweise so vor, daß man das Gerüst auf das Deck des Modells legt (ein darunter gelegter Lappen verhindert das Verkratzen des Decks). Die Segelschoten mit jeweils ca. 100 bis 200 mm Überlänge werden durch ihre Decksdurchführungen und ggf. durch Umlenklöcke durchgezogen und an der Endlosschot befestigt. Das Gerüst wird eingebaut und die Winde in die Position "voll dichtgeholt" gefahren. An den Nocks der Bäume bzw. an den Schothornen der angeschlagenen Segel werden Schließen (Anglerbedarf) oder andere Befestigungselemente eingehakt und die Segelschoten daran angeknüpft. Dabei ist unbedingt darauf zu achten, daß die Segel vom Bug zum Heck immer dichter und dichter geschotet werden müssen (Bild 13).

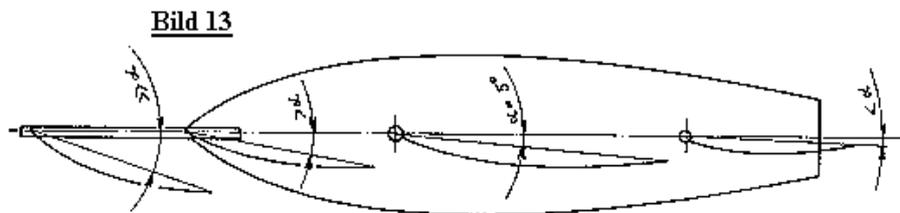


Bild 13: Prinzipdarstellung der korrekten Segeleinrichtung eines Zweimasters mit zwei Vorsegeln.

Als Richtwert gilt, daß das Unterliek bzw. der Baum des Großsegels im dichtgeholt Zustand im Winkel von ca. 5° zur Schiffsmittellinie stehen soll. Alle Segel davor sollten einen um jeweils 2 bis 5° größeren Winkel aufweisen als das Großsegel. Das Besansegel (falls vorhanden) sollte man dagegen etwas dichter schoten als das Groß. Bei einem Schoner bildet sinngemäß das Schonersegel den Ausgangspunkt, die Vorsegel werden um den oben genannten Betrag loser und das Großsegel dichter geschotet. Bedingt durch die am Sender vorhandene Trimmmöglichkeit, kann man bei Bedarf auch während des Segelns das gesamte Stell über den Endpunkt hinaus etwas dichter holen. Die Winkeleinrichtung der einzelnen Segel zueinander bleibt dabei natürlich unverändert. Durch dieses zusätzliche Dichtholen kann ein Quentchen mehr Höhe am Wind herausgeholt werden, allerdings auf Kosten des Gesamtantriebs.

Nach dem vielen Nachdenken, Fertigen, Montieren und Einstellen wird es jetzt aber langsam Zeit, die neue Segelverstellung praktisch auszuprobieren.

**Viel Spaß dabei wünscht
Borek Dvořák**