

Die „Zauberbüchse“ für Minisailer

oder: Wie verlängere ich Schotwege um ein Mehrfaches?

Da sich der Name Zauberbüchse inzwischen in Minisailkreisen eingebürgert hat, möchte ich zu Beginn kurz auf die Namengebung eingehen.

Nachdem ich nach verschiedenen Versuchen ein System gefunden hatte, mit dem sich Schotwege fast unabhängig von der Modellgröße, Platzangebot, Segelwindsch und den auftretenden Kräften betriebssicher und vor allem fast reibungslos in meterlange Schotwege übersetzen lassen, habe ich dieses bei einem Workshop meinen Schweizer Minisailfreunden vorgestellt. Hier wurde diese namenlose Konstruktion für gut befunden, für verschiedene Modelle übernommen und nach kurzer Zeit auf den Namen „Zauberbüchse“ getauft. Ich finde der Name passt sehr gut, denn wie von Zauberhand entsteht aus einem kurzen Stück Tau, das ich in einen Zylinder (oder in dem Fall in eine Büchse) stecke, ein beliebig langes Stück von demselben und umgekehrt. Dazu bedarf es im Vorfeld aber noch zweier Grundvoraussetzungen.

1. Die modifizierte Umlaufschot (siehe dazu auch den gleichnamigen Artikel)

Bei meinen ersten zwei Minisail-Modellen gab es immer wieder Probleme mit den Schoten. Trotz der bekannten Umlaufschot, an der die Segelschoten direkt befestigt sind, folgten diese dem ungeschriebenen Minisail-Gesetz, dass sich alles irgendwann verheddert, was sich irgendwie verheddern kann. Nachdem ich nun die Umlaufschot und die Segelschot nicht mehr direkt miteinander verknüpfte, konnte ich diesen Punkt abhaken. Dazu baute ich parallel zur Umlaufschot eine Führungsstange in mein Modell ein an der nun ein Mitnehmer einen Traveller nur in eine Richtung bewegen kann. An diesem Traveller ist die Segelschot angeschlagen und dieser ist so platziert, dass das Segelschot nur in das Schiffsinnere gezogen werden kann. Läuft der Mitnehmer mit der Umlaufschot in die andere Richtung, bleibt der Traveller auf der Führungsstange stehen, das Segelschot bleibt gestreckt und bildet keine Schlaufen oder kann sich irgendwie verwickeln. Wirkt nun der Winddruck auf das Segel wird das Schot durch diesen aus dem Schiff gezogen und der Traveller bewegt sich dadurch wieder bis zu unserem Mitnehmer. Auf das Segelschot wirken so immer nur Kräfte die es in gestrecktem Zustand halten, so dass eine Wuhling hierbei ausgeschlossen wird.

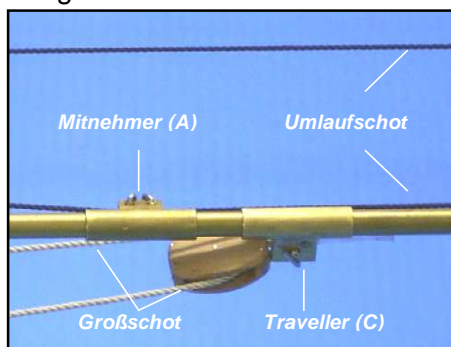
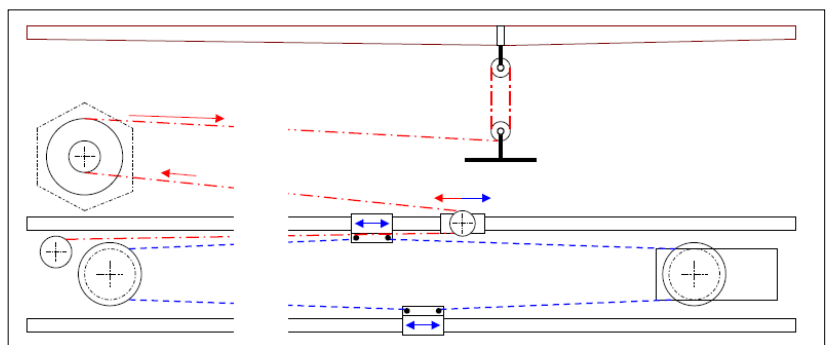


Bild 1: Mitnehmer und Traveller



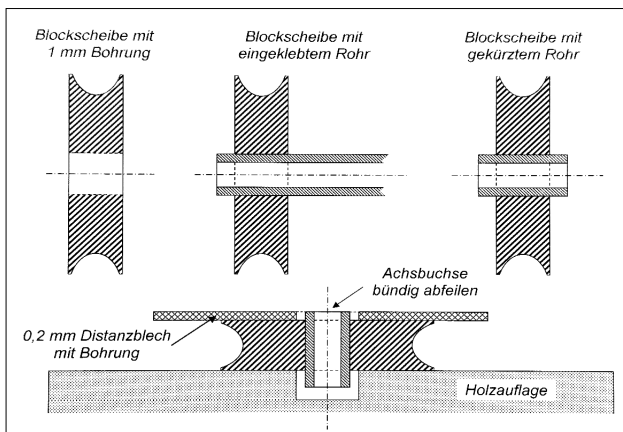
Zeichnung 1: modifizierte Umlaufschot



Bild 2: Großschot der BLUENOSE

Bei meinem nächsten Modell, dem kanadischen Neufundlandschoner BLUENOSE wollte ich mich aber mit dieser sicheren, aber einfachen Schotführung nicht begnügen. Das Großschot war im Original über einen doppelten und einem dreischiebigen Block geschoren, was eine Schotlänge von 560 cm im Modell ergab. Der verfügbare Raum im Rumpf war aber auf ca. 100 cm begrenzt und auch der Schotweg der eingesetzten Winde (Graupner Regatta) war mit maximal 65 cm nicht ausreichend, um die Originalschotführung ohne Übersetzung zu ermöglichen. Dazu benötigte ich aber zuerst Schotblöcke, die im Maßstab 1:32 wie im Original funktionieren.

2. Optimierte Schotblöcke (siehe dazu auch den Artikel „Blockbau“)



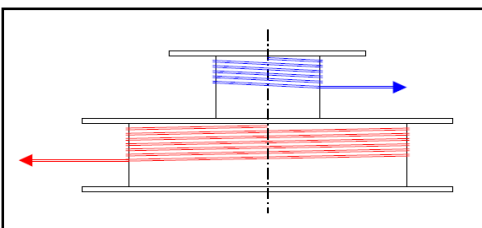
Zeichnung 2. Optimierte Schotblöcke

Ein 0,2 mm dünnes Messingblech mit einer 1,5 mm Bohrung wird nun auf die Scheibe gepresst und so kann der Überstand der Achsbuchse mit einer feinen Nadelfeile genau auf 0,2 mm abgefeilt werden. Dieses wiederholen wir auf der anderen Scheibenseite. Die Achsbuchsenbohrung wird zum Schluss mit einem Rosenfräser entgratet. Am Blockgehäuse streift nur der kleine Überstand der Achsbuchse, was fast keine zusätzliche Reibung bringt.

In die Scheibe wird eine Achsbohrung von 1 mm Durchmesser gebohrt. In diese leicht angefasste Bohrung wird nun ein Messingrohr mit 1 mm Außen- und 0,6 mm Innendurchmesser so eingeklebt, dass das Rohr auf einer Seite der Scheibe etwas mehr als 0,2 mm übersteht. Ein winziger Tropfen Sekundenkleber an einer Nadelspitze genügt dazu. Das lang Ende des MS-Rohrs wird nun mit einer Laubsäge mit einem sehr dünnen Metallsägeblatt so abgesägt, dass auf dieser Seite der Scheibe wieder etwas mehr als 0,2 mm stehen bleibt. Die Scheibe legen wir nun auf eine Holzunterlage, in die der Überstand passt.

3. Die Zauberbüchse

Das Prinzip:



Zeichnung 3: Funktionsprinzip

Das Funktionsprinzip ist einfach. Auf zwei miteinander fest verbundenen unterschiedlich großen Seilspulen wird je ein Leine so aufgespult, dass ihre Wicklung entgegengesetzt ist. Wird nun an einem Ende gezogen, dann wickelt sich immer das andere Ende weiter auf seine Spule auf. Der Unterschied der Spulendurchmesser bestimmt dabei das Untersetzungsverhältnis. Nachdem wir die Frage des vorhandenen Platzangebots geklärt haben, soll dieses Verhältnis als Nächstes berechnet werden:

Dazu bestimmen wir zunächst den Durchmesser der größeren Spule, der von unserem Platzangebot bestimmt wird. Für unsere Modellrechnung nehmen wir einen verfügbaren Raum von 100 mm X 100 mm X 25 mm für die Zauberbüchse an. Das heißt, dass die große Spule in der Büchse einen Durchmesser von ca. 80 mm haben kann, denn wir brauchen um diese ja noch ein Gehäuse. Dazu berechnen wir mit der bekannten Formel $U = d \times \pi$ den Umfang der Spule:

$$80 \text{ mm} \quad \times \quad 3,14 \quad = \quad 251,2 \text{ mm} \quad \text{Umfang}$$

Für die im Modell original geschorene Schot haben wir eine benötigte Länge von ca. 5000 mm ermittelt. Wir teilen die 5000 mm durch den Umfang der Spule von 251,2 mm und errechnen so die Anzahl der Umdrehungen der Spule um diese 5000 mm aufzuwickeln.

$$5000 \text{ mm} \quad : \quad 251,2 \text{ mm} \quad = \quad 19,9 \quad \text{Umdrehungen}$$

Nun ermitteln wir den Schotweg der unsere Segelwinde im Modell macht und setzen für unsere Rechnung dafür 600 mm an. Diese 600 mm müssen jetzt ebenfalls mit 19,9 Umdrehungen auf einer kleineren Spule aufgewickelt werden, deren Durchmesser wir so berechnen: Die Schotlänge teilen wir durch die Umdrehungen und erhalten so den Umfang der kleinen Spule.

$$600 \text{ mm} \quad : \quad 19,9 \quad = \quad 30,15 \text{ mm} \quad \text{Umfang}$$

Den Umfang teilen wir durch π und erhalten so den Durchmesser der kleineren Spule.

$$30,15 \text{ mm} \quad : \quad 3,14 \quad = \quad 9,6 \text{ mm} \quad \text{Durchmesser}$$

Diesen Wert korrigieren wir auf 10 mm, denn kleiner als 10 mm sollte diese Spule nicht werden, da sonst die Kräfte auf die Lager recht groß werden. Die Gegenrechnung mit diesem Wert ergibt dann folgende Schotlänge auf der großen Spule.

$$\begin{array}{rclcl} 10 \text{ mm} & \times & 3,14 & = & 31,4 \text{ mm} \quad \text{Umfang} \\ 600 \text{ mm} & : & 31,4 & = & 19,1 \quad \text{Umdrehungen} \\ 19,1 & \times & 251,3 \text{ mm} & = & 4801,9 \text{ mm} \quad \text{Schotlänge} \end{array}$$

Sollte uns die Schotlänge von ca. 4800 mm nicht reichen, dann können wir die größere Spule neu berechnen. Wir teilen die Mindestschotlänge von 5000 mm durch die neu berechneten Umdrehungen und erhalten somit den neuen Umfang der größeren Spule.

$$5000 \text{ mm} \quad : \quad 19,1 \quad = \quad 261,78 \text{ mm} \quad \text{Umfang}$$

Den Umfang teilen wir durch π und erhalten den neuen Durchmesser.

$$261,78 \text{ mm} \quad : \quad 3,14 \quad = \quad 83,36 \text{ mm} \quad \text{Durchmesser}$$

Ein Spulendurchmesser von aufgerundet 84 mm wäre bei unseren angenommenen Platzverhältnissen noch möglich und so kommen wir nun zum Bau der Einzelteile.

Die doppelte Seilspule

sollte möglichst leicht und doch stabil gebaut sein. Sie sollte so leicht sein, damit sie sich durch die eigene Schwungmasse nicht weiter dreht, auch wenn durch die Schoten keine Kraft mehr auf sie wirkt. Man kann sie aus Aluminium drehen oder aus Alueinzelteilen aufbauen und mit Zweikomponentenkleber verkleben, wie ich es gemacht habe. Ein Abschnitt einer ausgehenden Spraydose eignet sich hervorragend für die große Spule. Rundlaufabweichungen sollten möglichst unter 0,1 mm liegen und die Spule sollte auch keine wesentliche Unwucht aufweisen.

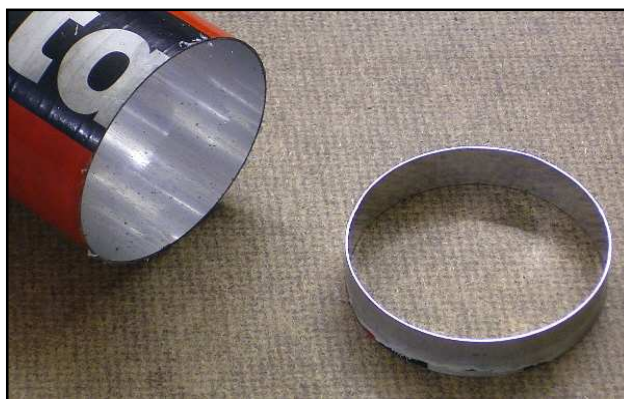


Bild 3: Abschnitt einer Spraydose

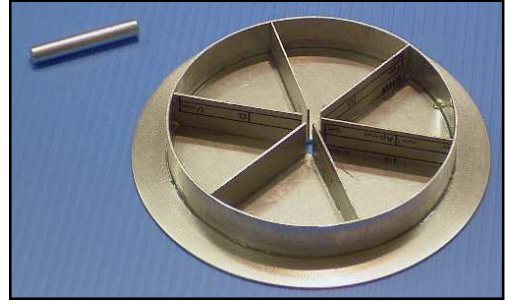
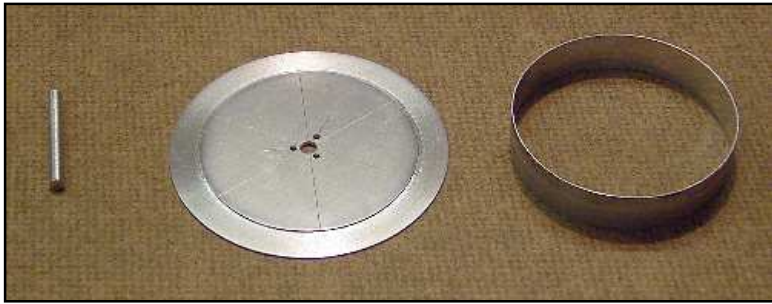


Bild 4 und 5: Aufbau der großen Seilspule

Die Achse aus Aluminium erhält zentrisch eine Bohrung von 1,5 mm, in die Achsstifte aus Stahl eingeklebt werden. Die zweite Deckscheibe für die Spulenunterseite erhält Durchbrüche, so dass das Spuleninnere zugänglich bleibt. So kann man in diesem Spuleninneren später die Schotenden verknoten.

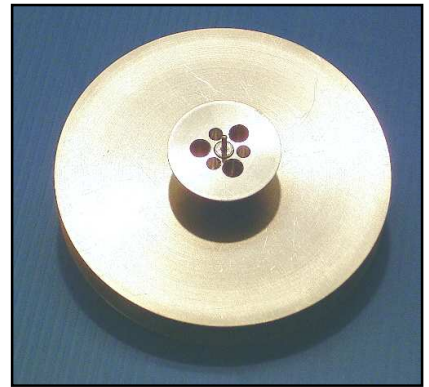
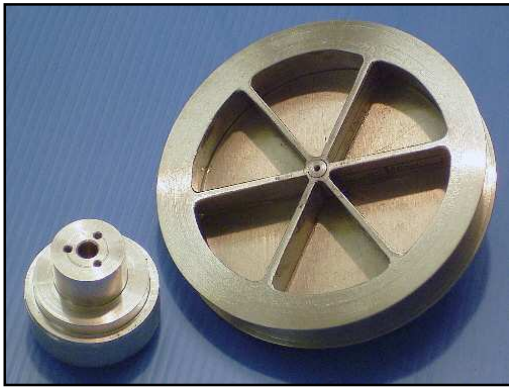
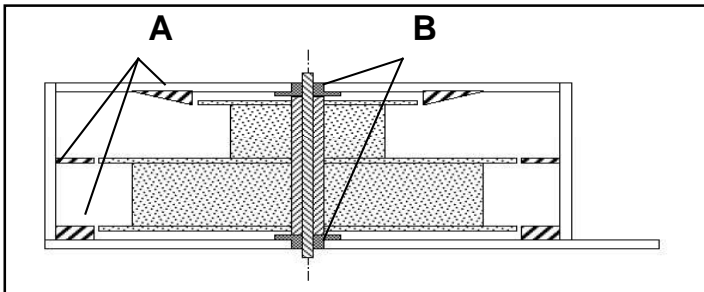


Bild 6, 7 und 8: Drehteil der kleinen Seilspule, die große Seilspule von unten und oben, kleine Seilspule

Das Gehäuse mit Deckel

hat die Aufgabe, die beiden Schoten daran zu hindern, von ihren jeweiligen Spulen abzuspringen. Aus diesem Grund werden entsprechende Trennwände und Absätze (A) in die Zauberbüchse eingebaut. Hier ist besonders darauf zu achten, dass die Spalten zwischen der Spule und den Trennwände deutlich kleiner als der Taudurchmesser ist, was wiederum eine entsprechende Rundlaufgenauigkeit der Seilspulen verlangt. Für diese Bauteile verwende ich sehr gerne Plexiglas, da es nicht nur gut zu bearbeiten und zu kleben ist, sondern uns durch seine Transparenz erlaubt, später mögliche Fehler und Funktionsprobleme innerhalb der Zauberbüchse direkt zu sehen. Ich baue das Gehäuse aus 2 mm starken Platten immer sechseckig, da das Sechseck allein mit einem Zirkel sehr exakt konstruiert werden kann. Außen ergeben sich so praktische Laschen um die Zauberbüchse im Modell zu befestigen und innen in den Ecken ist Platz für die Distanzbuchsen, mit denen der Deckel verschraubt wird. Als Lager (B) für die Achse genügen Messingbuchsen, besser sind Bronzebuchsen wobei der Achsdurchmesser je nach Modellgröße zwischen 1,5 mm und 2,5 mm liegen sollte. Bei Kugellager kann der Achsdurchmesser auch größer gewählt werden.



Zeichnung 4: Gehäuse mit Trennwänden (A) und Lager (B)

und innen in den Ecken ist Platz für die Distanzbuchsen, mit denen der Deckel verschraubt wird. Als Lager (B) für die Achse genügen Messingbuchsen, besser sind Bronzebuchsen wobei der Achsdurchmesser je nach Modellgröße zwischen 1,5 mm und 2,5 mm liegen sollte. Bei Kugellager kann der Achsdurchmesser auch größer gewählt werden.

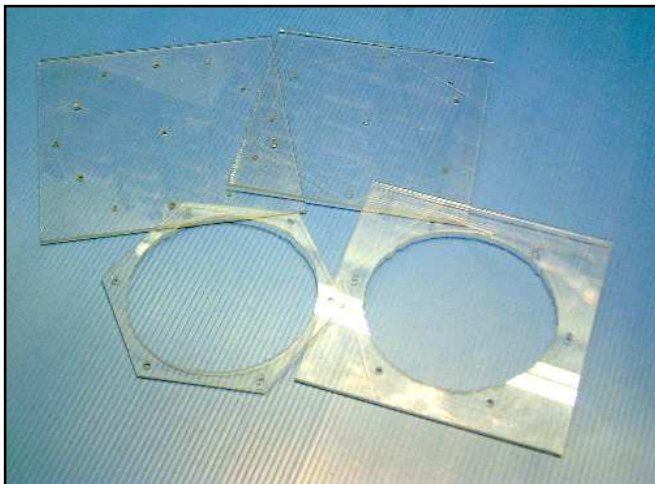


Bild 9: Boden, Deckel, Trennwand und Bodenstück

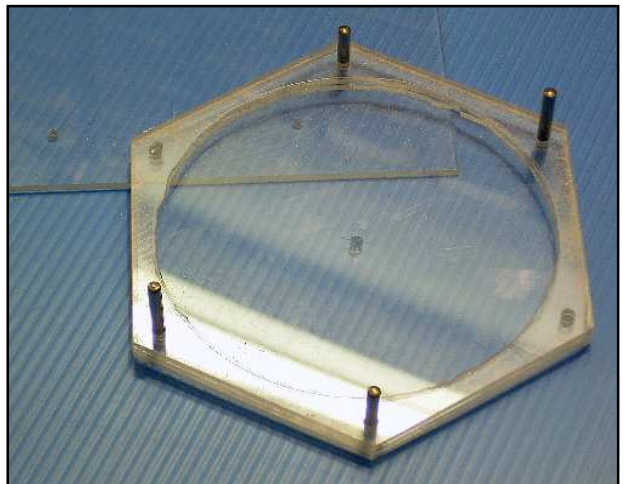


Bild 10: Löcher werden im Verbund gebohrt

Die Plexiglasplatten sind bei niederen Drehzahlen gut zu sägen und zu bohren. Alle Bohrungen sollten im Päckchen eingebracht werden. Dazu werden in schon vorhandene Bohrungen Passstifte eingesetzt (Bild 10).

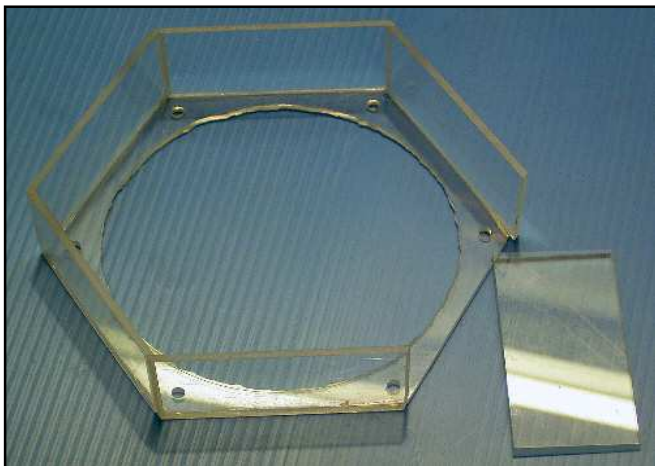


Bild 11: Die Außenwände werden verklebt

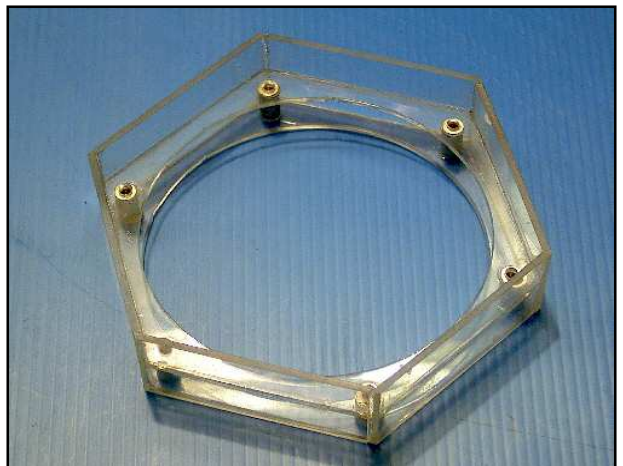


Bild 12: Die mittlere Trennwand und Distanzstücke

Zuerst werden die Seitenwände mit der unteren Trennwand verklebt (Bild 11). Dazu eignet sich Sekundenkleber oder spezielle Plexiglas Kleber. Mit Hilfe der 6 Distanzstücke (Bild 12) wird die mittlere Trennwand eingeklebt.

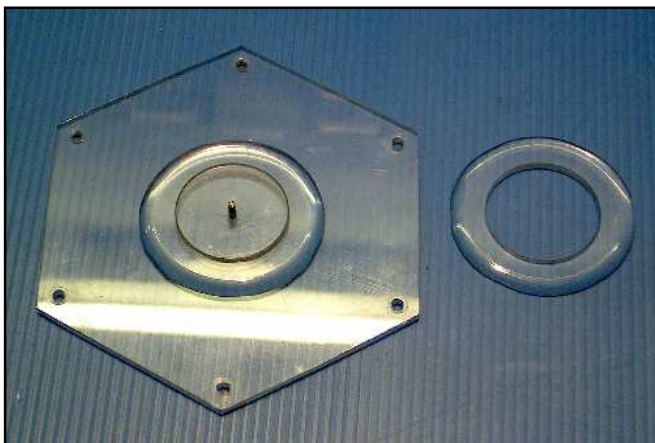


Bild 13: Der Deckel mit Abweiser

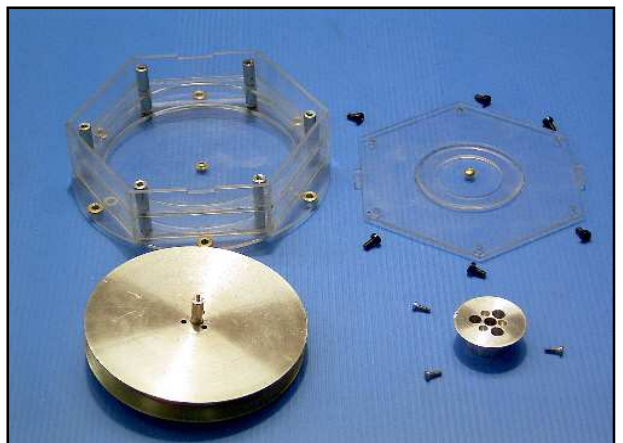


Bild 14: Die Einzelteile der Zauberbüchse

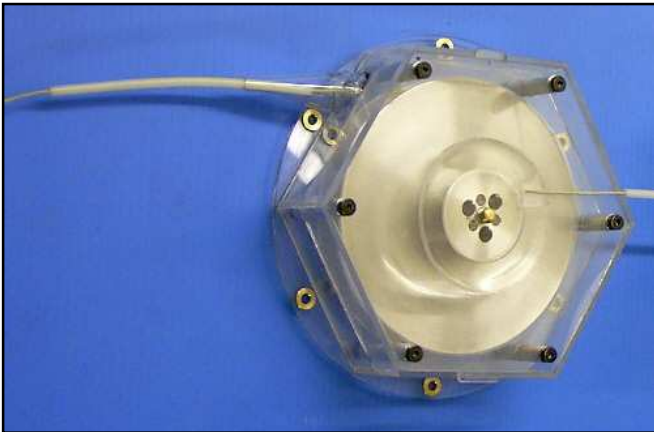


Bild 15: Die Schotzuführungen

Auf oder an den Deckel werden zwei Plexiglasstücke so aufgeklebt, dass sie an zwei gegenüberliegenden Gehäuseseitenwände etwas überstehen. Sie dienen zum leichteren demontieren des Deckels, der passgenau in die Gehäuseseitenwände passen sollte, um so die auftretenden Kräfte auf das Gehäuse übertragen zu können. Für das sichere befestigen können in die Befestigungsbohrungen zusätzlich Bundbuchsen eingesetzt werden.



Bild 16: senkrechter Einbau bei der HESPER im Heck

Durch zwei Bohrungen in den Seitenwänden werden die Röhren für die Schotführungen eingeklebt, so dass die Schoten direkt an die Spulen geführt werden.

Das System funktioniert bei einem waagrechten und auch bei einem senkrechten Einbau und sollte vor dem Einbau in ein Modell gründlich getestet werden. Dabei muss sich die Spule auch unter Belastung im Gehäuse leicht drehen lassen und darf weder an dem Gehäuse, den Zwischenwänden noch am Deckel streifen. Die Reibung im Achsenlager wird durch einen Tropfen Öl noch minimiert.



Bild 17: Großschot HESPER



Bild 18: waagrechter Einbau bei der BLUENOSE im Bug