Der „heiße“ Folien-Propeller für Kondensator-Saalflugmodelle

Die nachfolgend beschriebene Propellerbauweise ergibt einen präzisen Propeller für leichte Elektro-Saalflugmodelle. Hitze spielt bei der Herstellung eine wesentliche Rolle.

Zutaten
(**Bild 01**)
Bowdenzug-Innenrohr (außen 2,0mm / innen 0,9mm)
CfK-Rundstab (0,7-0,8mm)
Schrumpfschlauch (Innendurchmesser ca. 2,5mm)
Stahldraht (0,8mm, 50-80mm lang)

Propellernabe
Die Nabe ist das Mittelstück des Propellers, sie passt mit leichtem Press-Sitz auf eine 0,8mm dicke Antriebsachse.

Die Herstellung erfordert keine Drehmaschine, auch keine kleinen Spiralbohrer, sie ist trotzdem präzise, sehr leicht und mit einfachen Mitteln machbar.

Man nimmt ein etwa 10mm langes Stückchen Bowdenzug-Innenröhrchen und ein um 2mm kürzeres Schrumpfschlauch-Stückchen, welches gut über das Röhrchen passt.
Das Bowdenzug-Röhrchen mit 0,9mm Innendurchmesser wird auf den 0,8 mm Stahldraht geschoben (Enden entgratet). Über das Röhrchen kommt wiederum der Schrumpfschlauch, der einseitig bündig abschließt.
Der aufgefädelte Verbund wird in ausreichendem Abstand über einer Kerzenflamme geschrumpft. Den Stahldraht dabei horizontal halten und zwischen den Fingern drehen.
Der Schrumpfschlauch schrumpft zuerst auf das Röhrchen (noch kann der Verbund auf dem Stahldraht verschoben werden).
Durch weiteres, vorsichtiges Erwärmen wandert die Hitze nach Innen und erhitzt nun auch das Kunststoff-Röhrchen.
Das weich gewordene Röhrchen wird durch den spannenden Schrumpfschlauch auf den Stahldraht gedrückt. So entsteht ein Innendurchmesser von exakt 0,8mm.
Wenn man genau hinsieht, erkennt man, dass da, wo kein Schrumpfschlauch ist, das Röhrchen noch nahezu gleich dick geblieben ist.
Ein Verschieben auf dem Stahldraht sollte nun nicht mehr möglich sein (testen). Zur Sicherheit ein paar Sekunden nachheizen, damit wirklich die volle Länge am Draht anliegt.
Wichtig:
Hierbei sollte man sich etwas Zeit lassen, weil die Hitze nur langsam in den Kunststoff dringt! Deshalb hoch über der Flamme halten, dafür länger.
Zu geringer Abstand verbrennt den Verbund.

Nach der Schrumpfung und vollständigem Abkühlen sitzt das Röhrchen spielfrei auf dem Stahldraht - idealerweise mit schwachem Press-Sitz.
Den Nabenrohling nun ans Ende des Stahldrahts schieben und etwas darüber hinaus (so dass das 2mm Rohrende innen frei liegt).
Dann erfolgt eine weitere Erwärmung.
Man erhitzt nur das 2mm-Endstück. Das Ende wird weich und teigig. Nun drückt man das weiche Ende senkrecht auf den Tisch, wobei ein Pilzkopf entsteht (**Mitte Bild 02**). Dieser Pilzkopf dient lediglich zur Verbreiterung der Klebefläche für den CFK-Blattholm.

Auf der Kopffläche wird mittig eine kleine Kerbe gefeilt, etwa 0,5mm tief, darin wird der CFK-Blattholm mit Sekundenkleber eingeklebt.
Den Schrumpfschlauch aufschlitzen und entfernen. Nabe auf Länge abschneiden (ca. 6-8mm).

Wenn die Nabenherstellung nicht auf Anhieb gelingt, weil das Erhitzen erst geübt werden muss oder weil der Press-Sitz zu gering ist, dann gleich den nächsten Versuch machen. Es braucht ein wenig Übung und Gefühl.
Wer will kann gleich mehrere Naben schrumpfen, so kann man mehrere Propeller mit unterschiedlichen Abmessungen herstellen und diese beim Fliegen vergleichen.

Die Baustufen und fertige Naben (**Bild 02 / 03**).

Der Propeller entwickelt (je nach Motor) nur einen Schub von wenigen Gramm – der genügt für leichte Saalflugmodelle. Es reicht also eine relativ geringe Steckkraft aus, man sollte ihn mit wenig Kraft von der Stahldrahtachse abziehen können. Das ist vorteilhaft, man kann so beim Fliegen in der Halle schnell mal einen anderen Propeller aufstecken und testen.

Tipp:
Falls die Nabe später auf der Antriebsachse doch zu schwach klemmt, dann kann man einen ganz dünnen Film mit Sekundenkleber auf die leicht angeraute Achse aufragen. Unbedingt gut trocknen lassen! Die Nabe passt dann strammer auf den Stahldraht.

Im nächsten Schritt wird der CFK-Blattholm rechtwinklig mit der Nabe verklebt. Dazu braucht man ein absolut rechtwinkliges Brettchen. Am Brettchen eine kleine Aussparung machen, um Platz für die Nabe zu schaffen.
Der Stahldraht (samt Nabe) wird seitlich mit Gummiringen an das Brett gespannt, das CFK-Stäbchen von oben (**Bild 04**).
Mit einem Tropfen Sekundenkleber wird beides miteinander verklebt. Nach dem Trocknen sicherheitshalber nochmals ein Tropfen drauf und gut aushärten lassen.
Abschließend die linke und rechte Stablänge auf gleiche Länge kürzen.
Fertig ist die Nabe.
Bemerkung:
Die Verklebung auf dem Pilzkopf ist ausreichend, auch wenn das Modell gegen ein Hindernis stößt - die auftretenden Kräfte sind gering. Der CFK-Blattholm ist bisher nie gebrochen, selbst mit einem nur 0,5mm dicken CFK-Stäbchen.
Mit dem dünneren, 0,5mm CFK-Holm, hatte ich aber schlechte Erfahrungen. Die Blätter konnte man im Anstellwinkel verdrehen, da der 0,5er Stab nicht torsionsfest war. Vermutlich waren die Kohlefasern der Länge nach nicht optimal verklebt?!
Jetzt nehme ich 0,7-0,8 CFK-Stäbe.

Propellerblätter
Die Propellerblätter werden aus steifer, ca. 0,2mm dicker Kunststoff-Folie „gekocht“.

Brauchbare Folien sind:
- transparente Deckel von Frischkäse-Packungen, häufig 0,2mm (**Bild 05**)
- „MOBILE-Folie“ 0,2mm (Bastelgeschäft oder Google)
- transparente Deckblätter von Bildkalendern

Kleben lassen sich Folienwerkstoffe aus >PVC< (Polyvinylchlorid) und >PS< (Polystyrol).
Ungeeignet zum Kleben ist Folie aus >PP< (Polypropylen) sowie >PE< (Polyethylen).

Um ein Hohlprofil zu erhalten werden die Blattrohlinge auf eine runde, hitzefeste Form (Blechdose oder eine zylindrische Büro-Tasse) gespannt und erhitzt.
Zur besseren Erkennbarkeit auf den Fotos habe ich eine gefärbte Folie verwendet.

Für eine Profilwölbung mit etwa 5% bei 15-16mm Blattbreite benötigt man einen Zylinder mit ca. 75-80mm Durchmesser. Auf der Zylinderfläche wird eine 15° schräge Bezugsline aufgezeichnet, hierbei dient ein Blatt Papier, das im Winkel geschnitten ist (**Bild 06**).
Blattumriss auf die Folie übertragen und ausschneiden. Eine Papp-Schablone ist hilfreich. (**Bild 07 / 08**).

Der ausgeschnittene Blattrohling wird entlang der Linie auf dem Zylinder ausgerichtet, mit Klebestreifen fixiert und dann mit einem dünnen Stoff (Taschentuch oder Verbands-Binde) umspannt (**Bild 09 / 10**).
Durch die 15° schräg aufgelegte Folie wird die Schränkung des Propellerblatts erzielt.
Achtung: Blatt richtig herum auflegen, der fertige Propeller muss an der Blattspitze weniger Anstellwinkel haben als innen!
Das Ganze wird dann mehrere Sekunden (10-30 Sek. ausprobieren) in kochendes Wasser getaucht, herausgenommen und abgekühlt. Die Wölbung bleibt nach der thermischen Umformung dauerhaft erhalten.
Fertig ist das profilierte Blatt.

Tipp:
Bereits vor Beginn der Arbeit ein Stückchen Folie in kochendes Wasser tauchen, um zu sehen, ob es sich bei Hitze verformen lässt. Auch gleich einen Klebeversuch mit Sekundenkleber machen.
Keine Glasflaschen als Form verwenden, wegen der Berstgefahr im kochenden Wasser!
Deshalb eine Tasse oder Dose nehmen, die halten heißes Wasser aus.
Achtung: auch keine geschlossene Dose verwenden!

Propellerhelling
Damit die beiden Propellerblätter mit gleichem Anstellwinkel an den CFK-Holm geklebt werden können, bedarf es einer Helling.
Sie besteht aus einem etwa 28x60mm großen Brettchen, auf dem zwei schräge Stützrippen zur Auflage der Blätter geklebt werden (**Bild 11**).

Für eine Propellersteigung von ca. 60-65mm hat die innere Stütze einen Anstellwinkel von **22**° bei **24**mm Abstand zur Achsmitte. Die äußere Stütze hat **10**° bei **58**mm Abstand.

Damit der Blattholm stets in die gleiche Richtung zeigt, wird noch ein Führungsbrettchen mit eingesägtem Schlitz angebracht.

Die Helling wird mittels Gummiring oder doppelseitigem Klebeband oben auf einem rechtwinkligen Brett fixiert. Seitlich wird ein Bowdenzug-Innenröhrchen fest angeklebt, darin wird der Stahldraht mit der aufgesteckten Nabe geführt.
Zur Positionierung des Propellerblatts werden noch Begrenzungen am Umfang des Blatts angebracht (z. Bsp. Nadeln). Dies ist dringend erforderlich, damit jedes Blatt in genau gleicher Position, wie das gegenüberliegende Blatt, mit dem Holm verklebt werden kann.

Endmontage
Ein Propellerblatt wird auf die Helling gelegt - Wölbung nach oben.
In die Nabe wird die 0,8mm Stahlachse gesteckt. Den CFK-Holm am äußeren Bereich mit Sekundenkleber benetzen. Die Stahlachse ins Führungs-Röhrchen einführen und den klebrigen Holm nach unten auf das Blatt ablegen und verkleben (**Bild 12**). Ggf. noch ein wenig Kleber auftragen und gut antrocknen lassen.
Dann die verklebte Einheit im Röhrchen etwas anheben und um 180° weiterdrehen. Das zweite Blatt ebenso ankleben.
Der Propeller ist fertig und kann auf einer Motor-Getriebeeinheit zum Einsatz kommen (**Bild 13 / 14**).
Auswuchten nicht erforderlich. Bei Hindernisberührung biegen sich die flexiblen Folien-Blätter einfach weg, der Propeller wird nicht zerstört.

Noch was:
Wer etwas mehr Schub braucht, kann die Helling um 5mm (oder mehr) nach außen verschieben und erhält somit einen größeren Propeller-Durchmesser und mehr Schub. Die Steigung wir dann größer. Umgekehrt bringt ein kleinerer Durchmesser weniger Schub.

Viel Erfolg beim Nachbau und nicht vergessen - Kerze ausblasen

Daten des hier beschriebenen Propellers:

Durchmesser	125mm
Steigung	ca. 60-65mm
Gewicht	ca. 0,33 Gramm (mit transparenter 0,2-Folie)

Der Propeller treibt mein Modell („CAPPY“ **Bild 15**) mit folgenden Daten an:

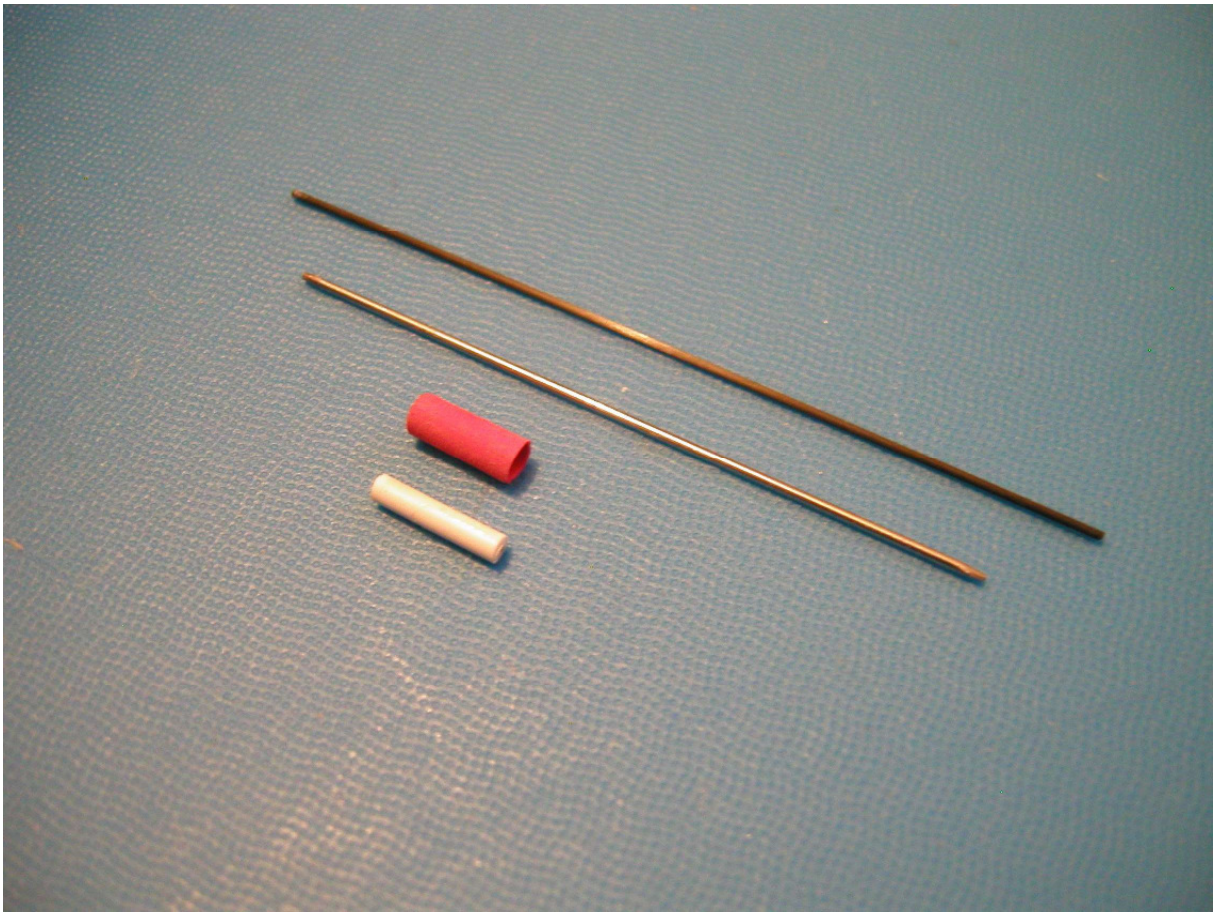
Abfluggewicht	7,3g
Spannweite	50-55cm (je nach Tragflügel)
Motor	ca. 30-35 Ohm (6mm)
Getriebe	6,66:1
Kondensator	2,7V / 10 Farad
Flugdauer	über 5 Minuten (bei Kondensator-Aufladung mit 3,2Volt)

R.O. im Januar 2014

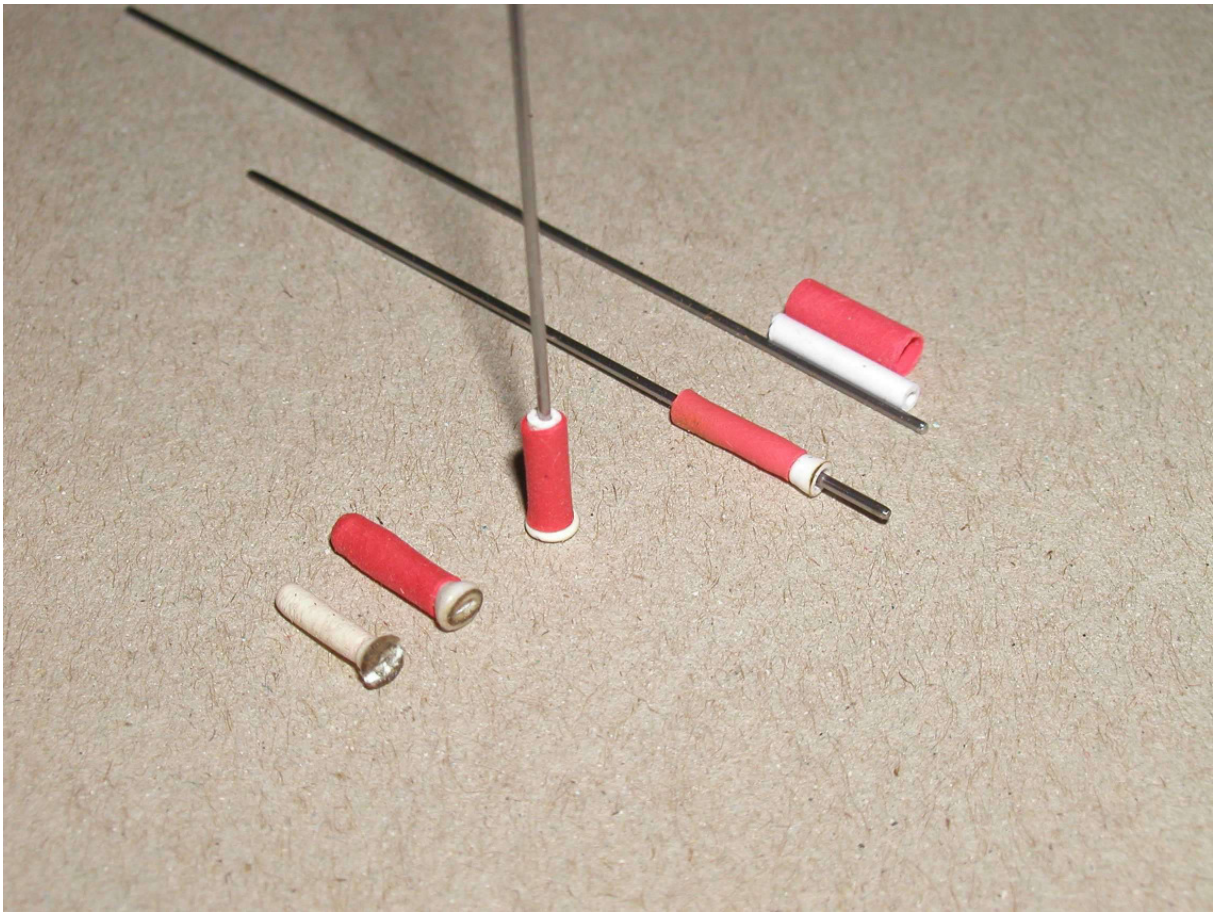
Sonstiges zum Thema Kondensator-Saalflug:

Thermiksense	*Heft 2/2012*
Aufwind	*Heft 4/2012*
Thermiksense	*Heft 4/2013*
Alles über Saalflug	*Buch (VTH-Verlag, 2014)*

http://saalflug-f1d-forum.xobor.de/t120f19-Saalflug-mit-Superkondensatoren.html
https://www.youtube.com/watch?v=YlsZ5TgKuXk (Video)
http://www.youtube.com/watch?v=ZUq6QKlNCMU&feature=related (Video)
www.indoornewsandviews.com (siehe Januar 2014)

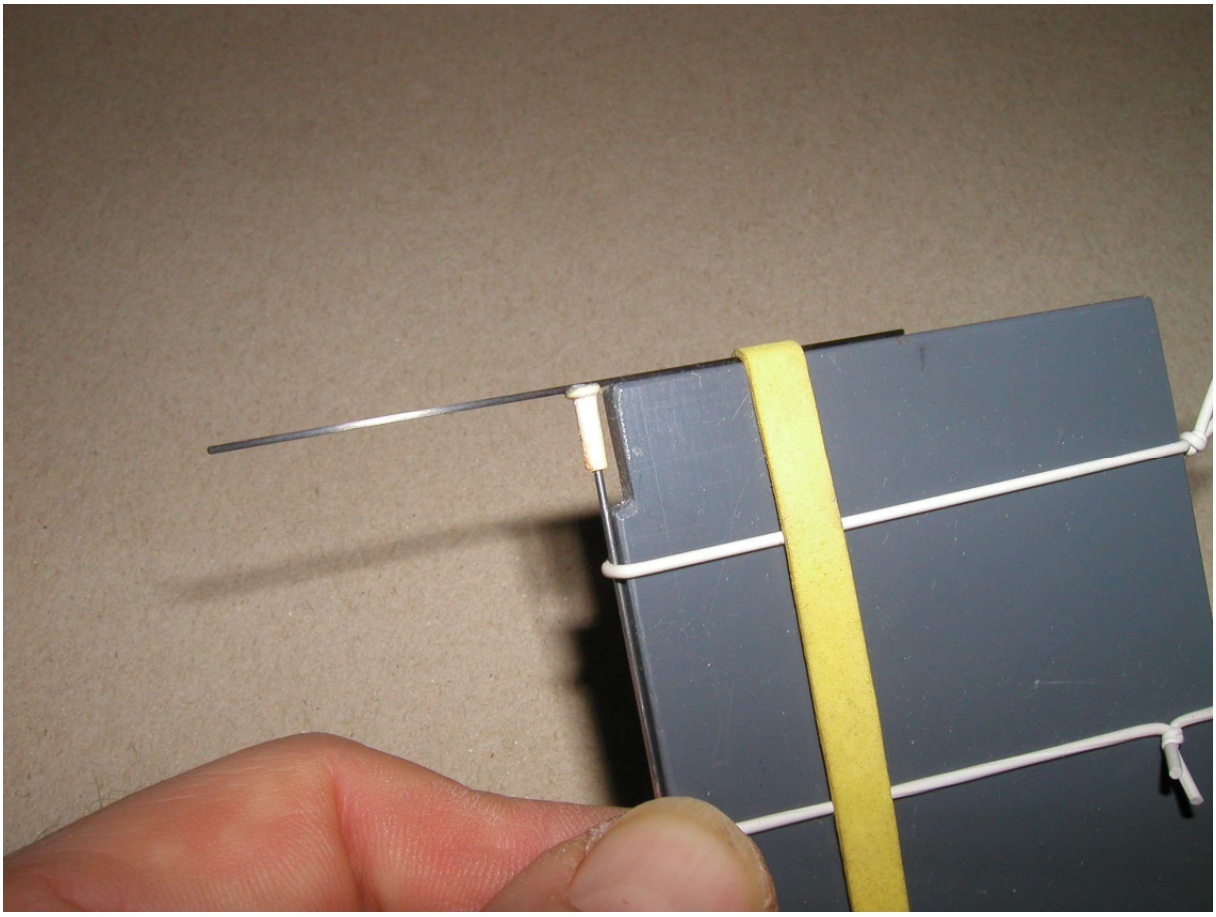


01



02

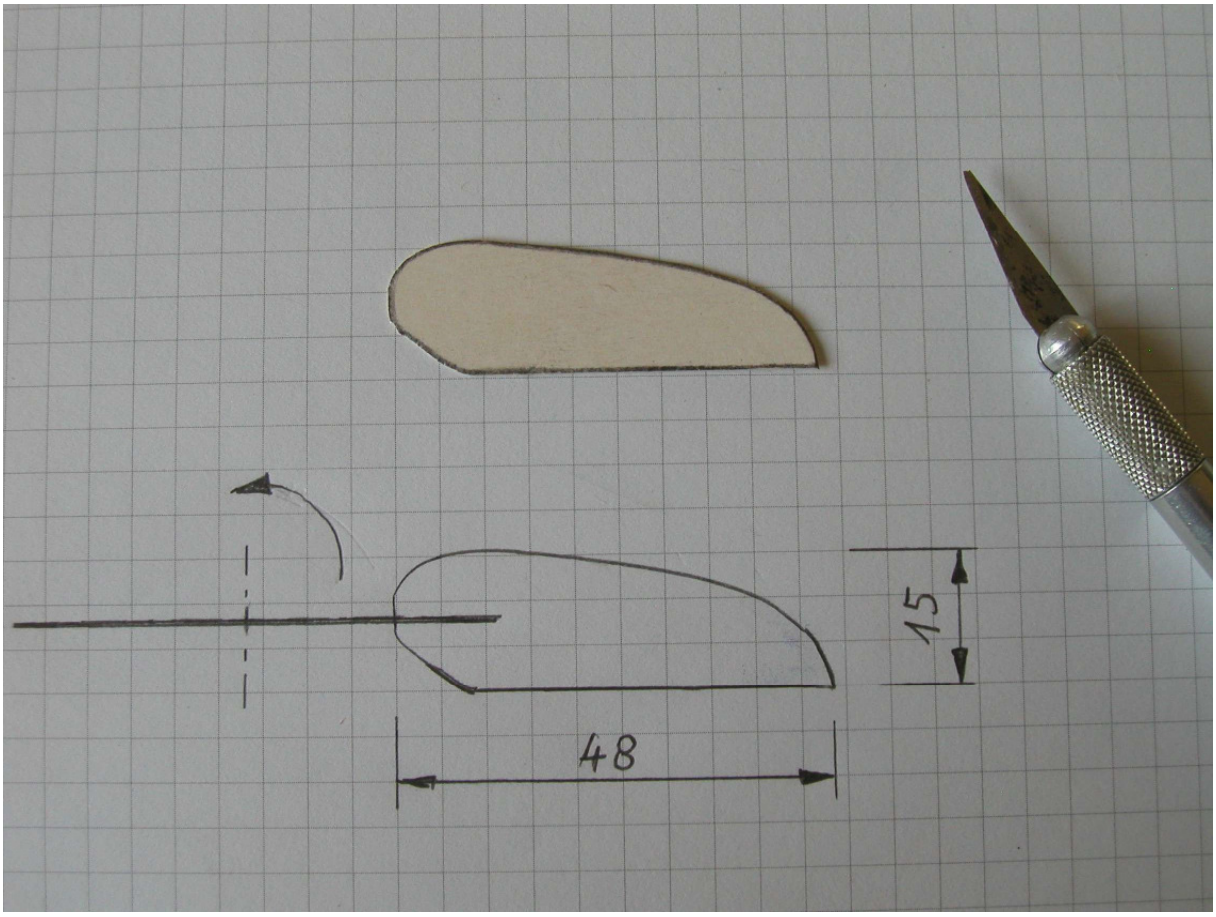
03



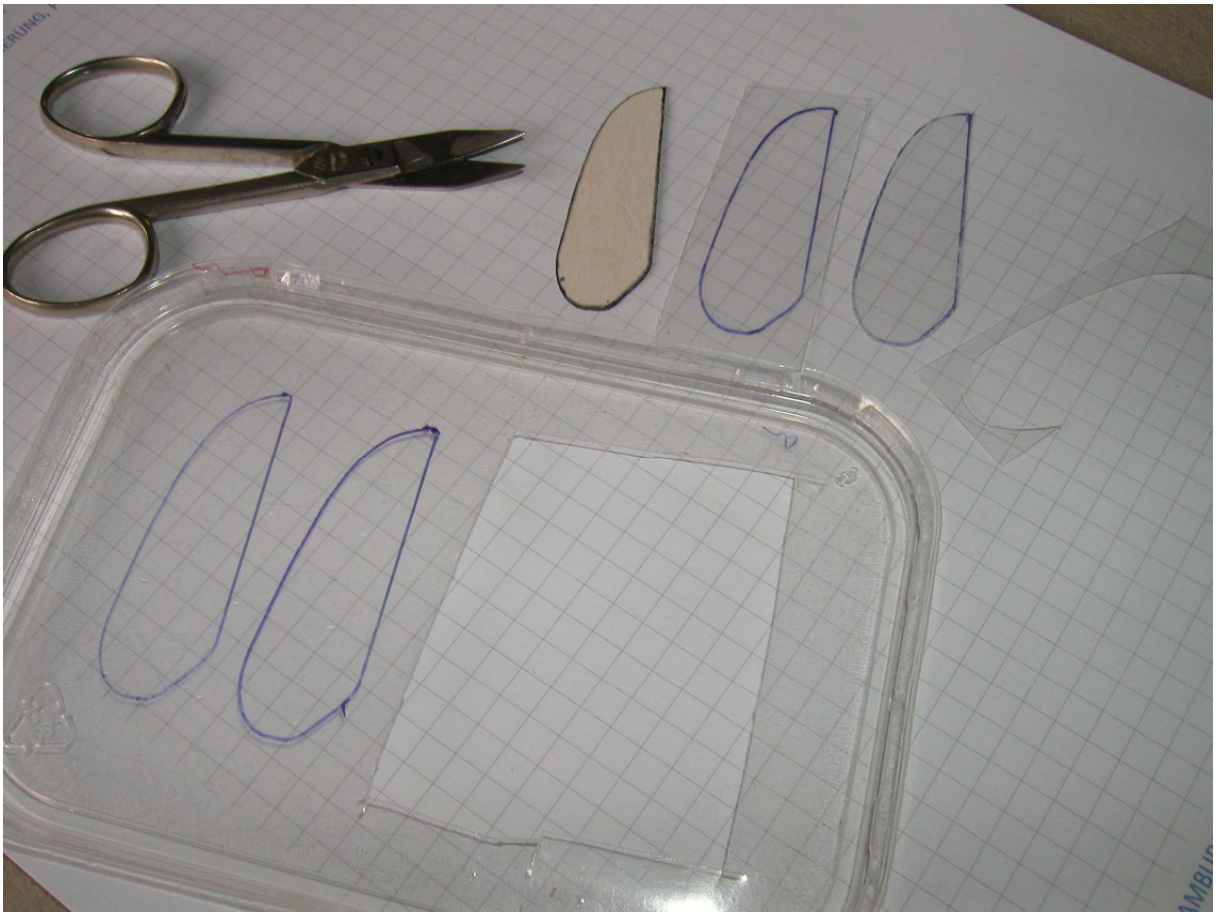
04

05

06



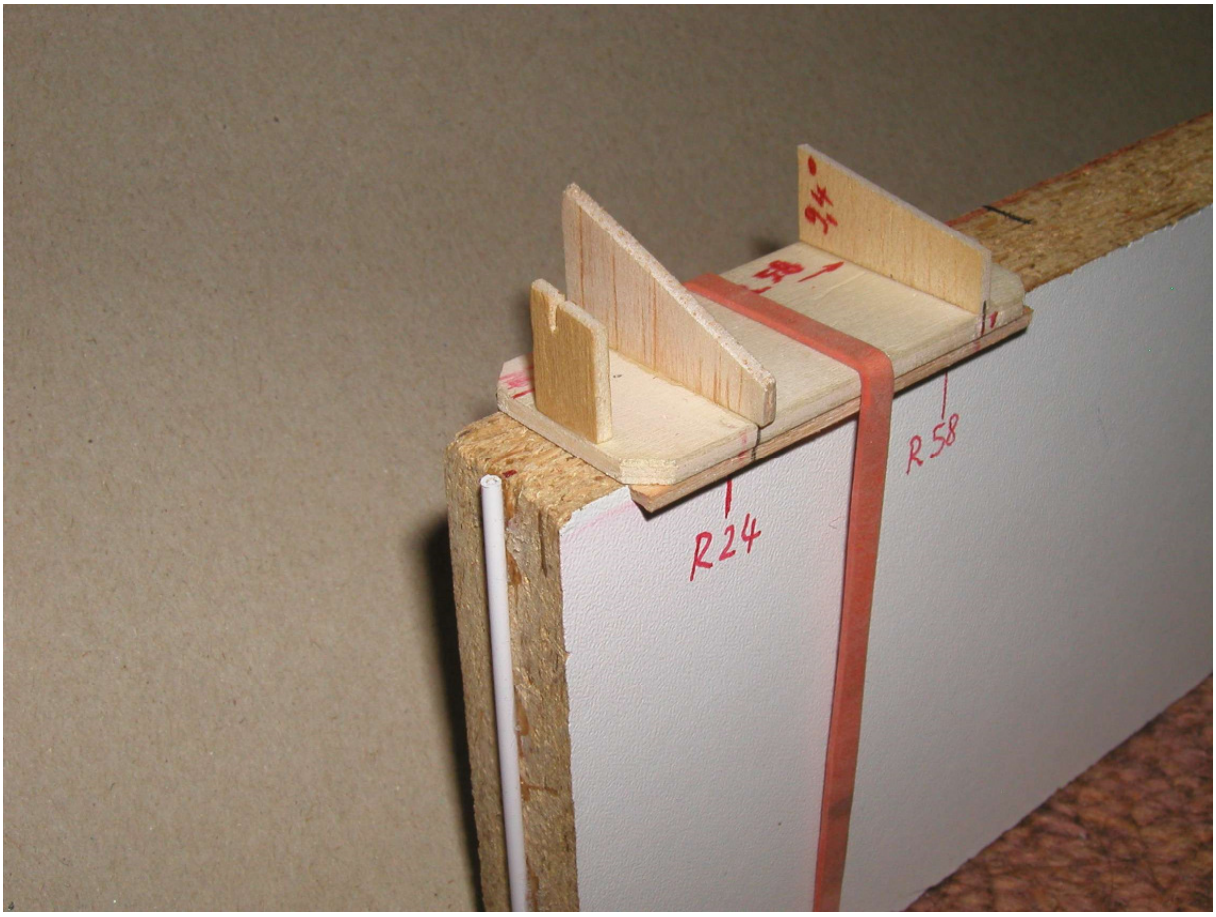
07



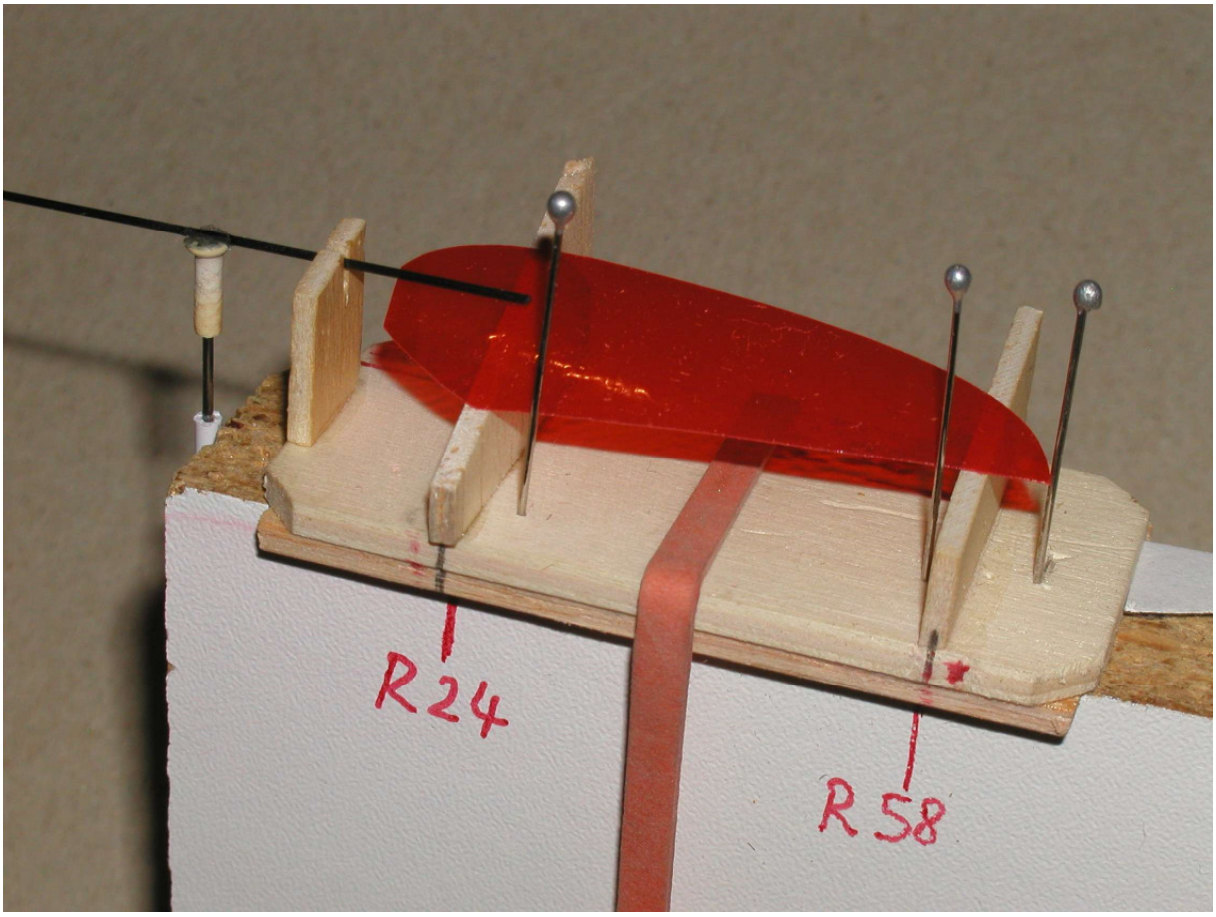
08

09

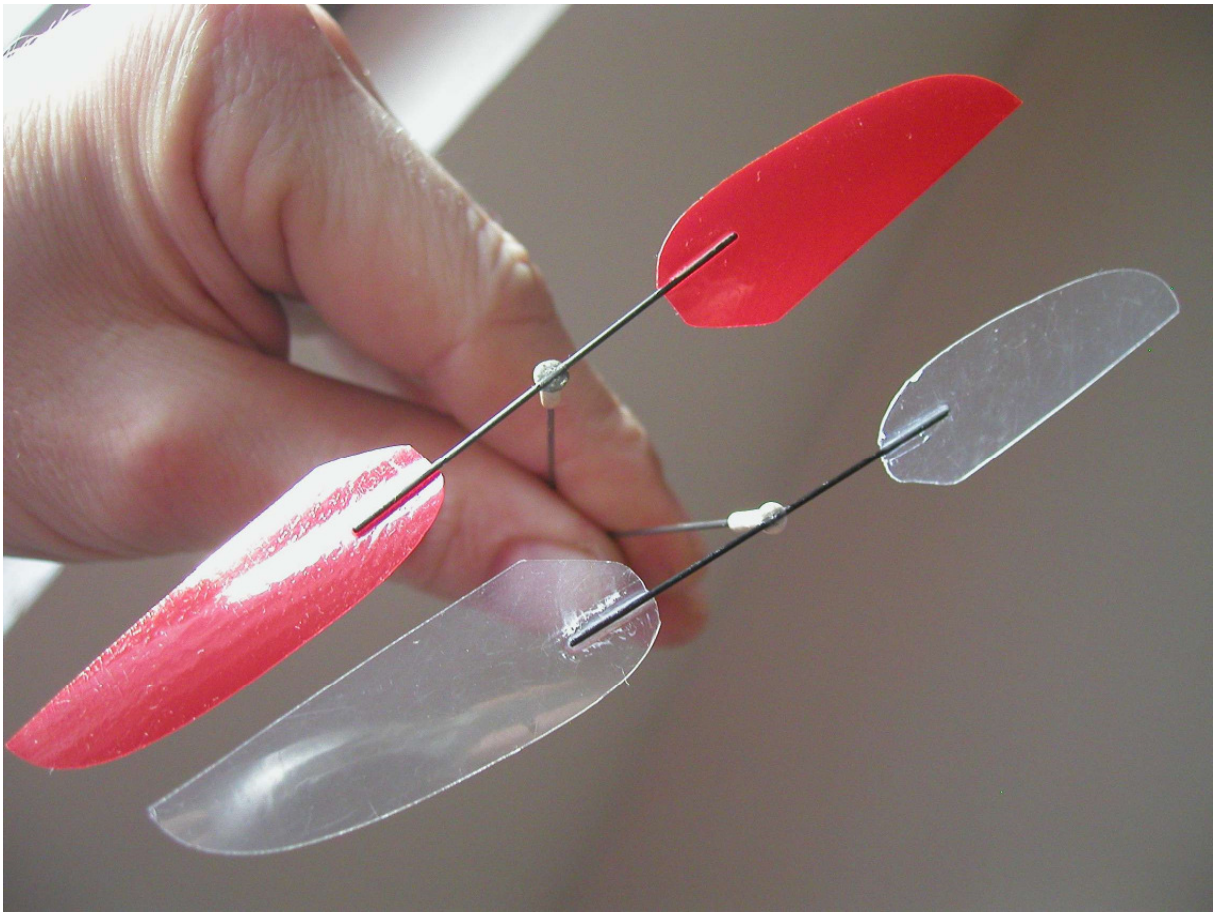
10



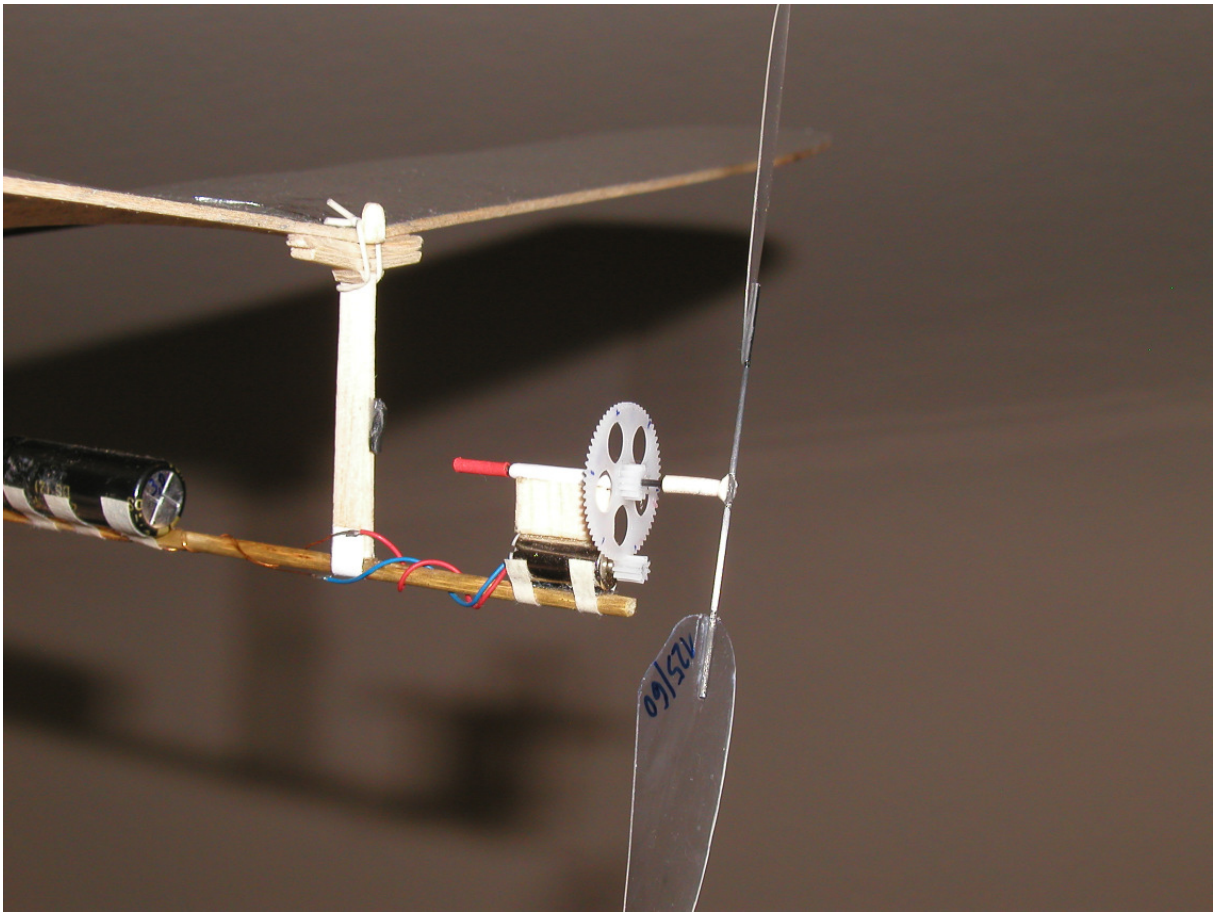
11



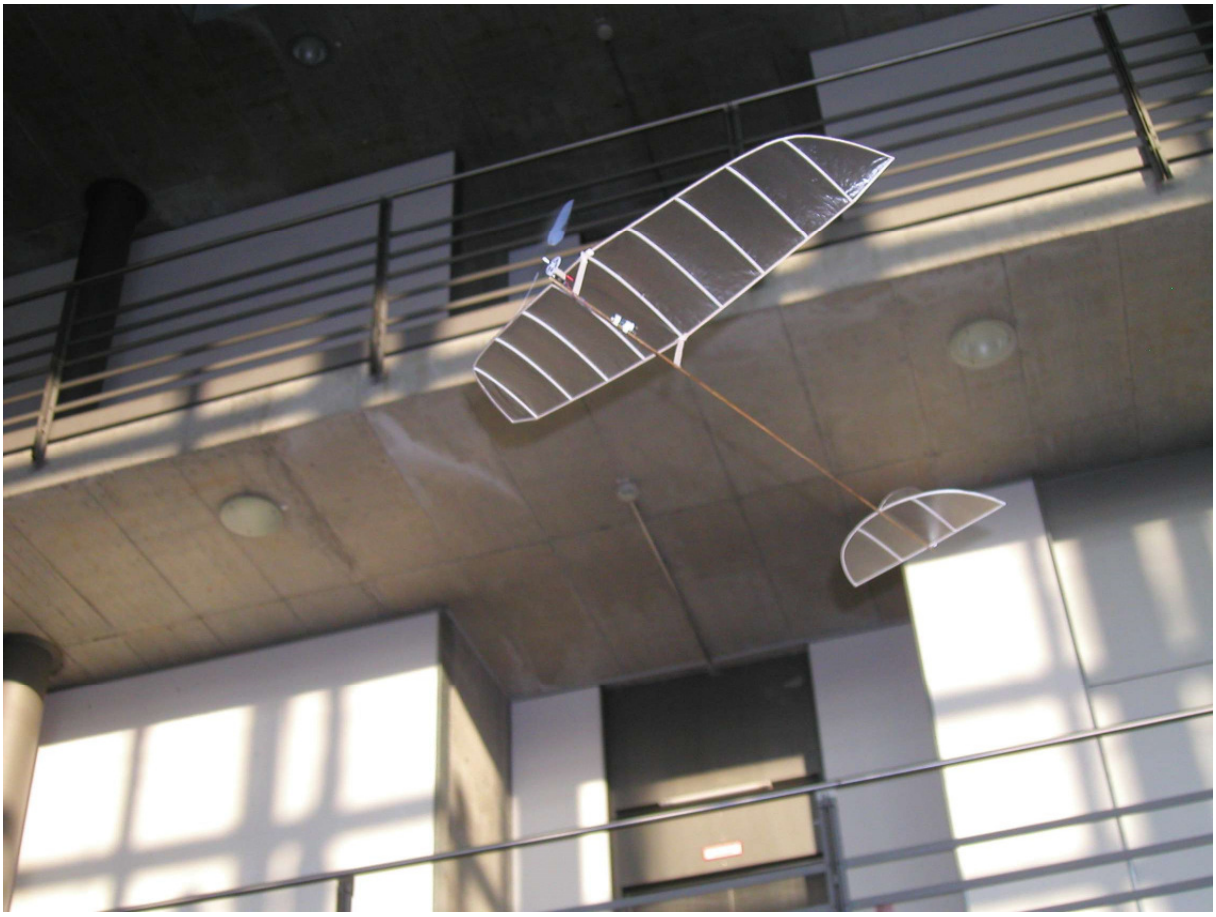
12



13



14



15