



75 JAHRE

FMT

Thermy SL-X von Wolfgang Werling – Teil 1

Die Vorgaben für den SL-X

Ziel war es, einen Hochleistungssegler zu moderaten Kosten zu entwickeln. Sehr leicht sollte er sein, aber dennoch robust. Zudem alltagstauglich und mit genügend Platz für alle Komponenten. Der Neue soll schön langsam fliegen, gut gleiten und eine hohe Agilität haben, um auch ein bisschen Herumturnen zu können. Gleichzeitig soll er genügend Durchsetzungsvermögen für Wind und Hangflug mitbringen. Dass er unkritisch fliegen und auch einen Looping aushalten muss, versteht sich von selbst.

Diese Kriterien galten bereits für den SL. Der SL-X verbessert sie noch einmal durch seine größere Spannweite. Vor allem beim Thermikkreisen und der Sichtbarkeit in größeren Höhen macht sich das deutlich bemerkbar.

Wiedererkennbar und dennoch eigenständig

Es entstand jedoch keine hochskalierte Kopie des SL, sondern eine komplette Neukonstruktion. Neben einer geänderten Flüchengeometrie verfügt das Modell über abnehmbare Ohren. Dadurch liegt die V-Form-Verteilung sehr nahe an einer Ellipse, was das Auftriebsverhalten verbessert und den induzierten Widerstand verringert. Zudem sind die Flächenhälften ein gutes Stück kürzer – ein Vorteil bei Transport und Lagerung. Die Ohren werden mit CFK-Stäben angesteckt und mit je vier Magneten sicher gehalten. Wer möchte, kann sie auch ankleben. Das Höhenleitwerk ist – wie gewohnt – mit nur einer Schraube abnehmbar.

Die Mehrfach-V-Form der Tragfläche bewirkt ein gutes Kreisflugverhalten und zugleich eine hohe Wirksamkeit des Seitenruders. So lässt sich der Thermy SL-X bereits allein mit dem Seitenruder sehr gut fliegen.



Vor fünf Jahren feierte die FMT ihren 70. Geburtstag – und Wolfgang Werling steuerte mit dem 2,75 m spannenden Thermy SL das passende Jubiläumsmodell bei. Nun steht das nächste runde Jubiläum an: 75 Jahre FMT. Grund genug für eine konsequente Weiterentwicklung des SL. Das Kürzel SL steht beim Thermy für vieles zugleich: **S**paß mit **L**eistung, **S**ehr **L**eicht, **S**chön **L**angsam, **S**tabiles **L**eichtgewicht. Das X verstärkt den Charakter nun in allen Eigenschaften: mehr Spannweite, mehr Leistung, mehr Spaß.

Einfacher Aufbau

Der Aufbau erfolgt komplett in Holz mit einer doppelten CFK-Steckung. Eine kurze und eine lange Steckung sorgen für eine gut abgestufte Krafteinleitung bei hoher Festigkeit und geringem Gewicht. Zudem sind 8-mm-CFK-Stäbe mit Aluröhrchen leichter zu beschaffen als dickere Stäbe.

Der Tragflächenaufbau ist durch den Verbund des Sperrholz-Rippenkamms mit den Holmen sehr stabil und gewährleistet die genaue Ausrichtung der Rippen. Im vorderen Bereich ist die Fläche mit 2-mm-Balsa beplankt – das verhindert Verzug beim Bespannen und sorgt gerade im Nasenbereich für eine hohe Profiltreue und Festigkeit. Die 3 mm starken Balsa-Rippen machen Rippenaufleimer überflüssig; auch die Ruder sind dadurch stabil genug. Wölbklappen und Querruder werden gemeinsam mit der Tragfläche aufgebaut, beidseitig streifenweise mit 1,5-mm-Balsa beplankt sowie mit Holmen und Leisten verstärkt. Die Ruderflächen sind groß genug für eine hohe Wendigkeit, und die Wölbklappen wirken bei der Landung gewaltig.



Der neue Thermy SL-X überzeugt mit einem eleganten Flächendesign und Dreifach-Knick.

Der Rumpf besteht an den beanspruchten Stellen aus Pappelsperrholz. Es ist kein „Besenstiel-Rumpf“ – er bietet daher genügend Platz für alle Einbauten. Die Leitwerke sind stabil und leicht ausgelegt, um unnötiges Blei in der Nase zu vermeiden.

Durch die in den Spanten integrierte Helling – realisiert über zwei Kiefernleisten – entsteht in kurzer Zeit ein absolut gerader Rumpf, der zudem genau auf neutral ausgerichtet ist. Auch eine Lehre für den Motorsturz ist integriert. Die Rumpfecken sind gerundet, da andernfalls vor allem im Kurvenflug die schräg auftreffende Luft an den Kanten Wirbel erzeugt. Die lange Nase ermöglicht den Einsatz leichter Antriebe und sorgt bei der Seglerversion für wenig Bleizugabe.



Die Ohren können steckbar gebaut werden – für kompakte Transportmaße.

Mit bewährtem Tragflächenprofil

Nach intensiver Auseinandersetzung mit der Thematik bin ich erneut beim bewährten SD 7037 gelandet, das ich im Endleistenbereich leicht modifiziert habe. Dieses Leistungsprofil hat für solche Segler sehr gute Allroundeigenschaften: hohe Auftriebsbeiwerte, ermöglicht ein gutes Gleiten und ist unempfindlich gegenüber kleineren Bauungenauigkeiten.

Nach außen hin wird das Profil geometrisch etwas aufgedickt. Zusammen mit einer leichten Verwindung im Außenflügel macht das den SL-X sehr gutmütig: Ein Strömungsabriss erfolgt erst sehr spät – bei weiter vorne liegendem Schwerpunkt sogar gar nicht.

Mein Ausrüstungsvorschlag

Selbstverständlich lässt sich das Modell auch als reiner Segler mit Schleppkupplung oder Hochstärthaken bauen. Für meine E-

Segler-Version habe ich sowohl eine 3s- als auch die 4s-Abstimmung getestet.

Mit 3s ist das Steigen schon sehr gut, mit 4s geht es fast senkrecht. Der A30-14 L-LN besitzt eine lange Nase, sodass es keine Probleme mit den Motorkabeln gibt. Aufgrund der moderaten Ströme reicht der Regler Spin 44 Pro.

Der Lufteinlass zur Kühlung von Motor und Regler erfolgt über einen aeronautischen Spinner, die Entlüftung über den umlaufenden Spalt der Kabinenhaube. Weitere Öffnungen besitzt mein SL-X nicht – bei den kurzen Einschaltzeiten werden die Komponenten nicht heiß. Falls doch, kann man unterhalb des Tragflächenendes zwei Öffnungen in den Rumpf schneiden.



Thermy SL-X im VTH-Shop ZUM JUBILÄUM

Laserteilesatz Thermy SL-X Art.Nr.: 621 2183, Preis 194,95 €

Der Fräs- und Laserteilesatz beinhaltet CNC-gefertigte Bauteile wie Rippen und Spanten aus Bal-sa und Sperrholz in ausgesuchter Qualität. Zusätzlich benötigt werden noch Leisten, Beplankungs-hölzer, Steckungs- und Anlenkungszubehör, Kleinteile, Antrieb, RC-Komponenten sowie Klebstof-fe und Folie.

Material- und Laserteilesatz Thermy SL-X Art.Nr.: 621 2184, Preis 299,95 €

Zusätzlich zu den Laserteilen enthält der Material- und Laserteilesatz alle erforderlichen Materiali-en wie Leisten, Beplankungshölzer, die Tragflächensteckungen sowie alle Schrauben und die Ma-gnete der Haubenbefestigung. Im Set sind zudem auch alle zur Erstellung der Ruderanlenkungen benötigten Kleinteile wie M2-Gewindestangen, -Metall-Gabelköpfe und -Mutter, die Ruderhörner und die GFK-Schubstangen enthalten.

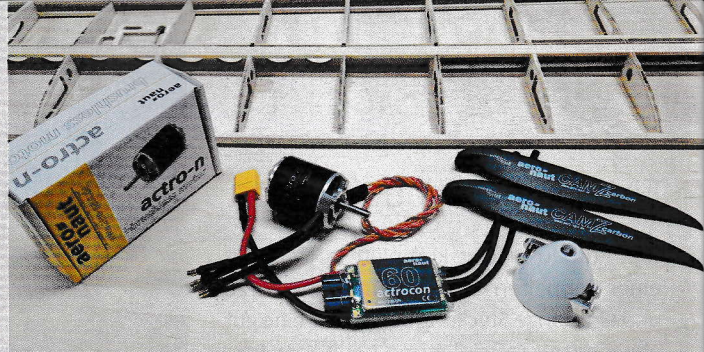
Benötigt werden noch der Antrieb und die RC-Komponenten sowie Klebstoffe und Folie.

Bauplan Print Thermy SL-X Art.Nr.: 320 1592, Preis 38,95 €

Der Bauplan Print wird ab Verlag (im Unterschied zum Beilagebauplan) einseitig auf weißem Pa-pier gedruckt geliefert. Die Baugruppen sind darauf ungeteilt dargestellt. Die Lieferung erfolgt in-klusiv Baubeschreibung.

Bauplan Digital Thermy SL-X Art.Nr.: 320 1592D, Preis 38,95 €

Der Bauplan Digital entspricht dem gedruckten Bauplan ab Verlag. Der Plan wird im PDF-Format zum Download zur Verfügung gestellt.



Antriebsset Thermy SL-X Art.Nr.: 621 2027, Preis 133,95 €

Das speziell von aero-naut für den Thermy SL-X zusammengestellte Antriebs-Set beinhaltet den BL-Motor actro-n 35-4-790, den Regler actrocon 60, einen aero-naut-Z-Spinner 42 mm mit 5-mm-Spannkonus und eine Klappluftschaube CAM-Carbon Z 13x7 Zoll.

FMT-ABO-VORTEILE

- FMT-Abonnenten erhalten den jeweils aktuellen Plan kostenlos als Download.
- 50% Rabatt gibt es auf die hochwertig einseitig, weiß gedruckten Baupläne.
- 10% Einführungsrabatt auf den jeweils aktuellen Fräs-teilesatz bzw. Bausatz.



VTH-Bestellservice 07221 5087-22

E-Mail: service@vth.de, Internet: <http://shop.vth.de>



Das Rumpfdesign ermöglicht den Einsatz von Standard-Komponenten.

▼ Ein schöner Spinner-Rumpfüber-gang und der gut anliegende Z-Pro-peller von aero-naut reduzieren im Gleitflug den Widerstand.



Es passen auch andere Mo-toren mit bis zu 38 mm Durch-messer. Dann muss lediglich et-was Platz im Rumpfboden oder in den Dreikantleisten für die Ka-bel geschaffen werden. Aus die-sem Grund wird auch der Bo-den des Motorraums erst nach dem Motoreinbau angebracht: So sieht man, wie die Kabel lie-gen, und kann bei Bedarf nach-bessern.

Eine gute Alternative ist bei-spielsweise der actro-n 35-4-790 von aero-naut. Mit 160 g recht leicht und ebenfalls mit 3s und 4s zu betreiben. Diesen Antrieb

Die Power-Antriebslösung: Der Hacker A30-14 L-LN passt mit seiner Bauform sehr gut in die schlanke Nase.

habe ich schon bei meinem Windwurf mit 3,2 m Spannweite verwendet. Allerdings sollte dann ein stärkerer Regler eingesetzt werden. Der Motorspant zeigt die Befesti-gungslänglöcher für beide Motoren – und eigentlich für alle gängigen Typen. Um ein Eindrücken der Motorschrauben zu vermei-den und die Festigkeit zu erhöhen, härte ich die Oberfläche des Spants stets mit dünn-flüssigem Sekundenkleber. Das hält selbst bei deutlich stärkeren und schwereren Mo-toren.

Bei den Servos habe ich erneut auf be-währte Lösungen gesetzt. In meinem Mo-dell sind in den Tragflächen KST X08 mit Montagerahmen installiert. Trotz ihrer ge-ringen Größe und ihres niedrigen Gewichts sind sie dank Metallgetriebe sehr robust und zeigen auch nach Jahren kein Spiel. Für Höhe und Seite kommen KST X10 Mi-ni zum Einsatz – auch diese sind bei mir seit Jahren bewährt. Unser zweiter Proto-ty ist komplett mit dem Chaservo HV85 – jeweils in stehender oder liegender Aus-führung – ausgestattet. Selbstverständlich darf jeder einsetzen, was er mag; ich kann nur sagen: Das, was ich hier nenne, funk-tioniert zuverlässig.

Messwerte Hacker A30-14 L-LN

LiPo	Luftschaube	Strom	Leistung
3s 3.000 mAh	ACC-Z 13x7	~ 32 A	~ 350 W
4s 2.400 mAh	Falcon CFK 11x6	~ 31 A	~ 450 W

Messwerte aero-naut actro-n 35-4-790

LiPo	Luftschaube	Strom	Leistung
3s 3.000 mAh	Cam Carbon Z 13x7	~ 39 A	~ 430 W
4s 2.400 mAh	Cam Carbon Z 12x6,5	~ 47 A	~ 670 W

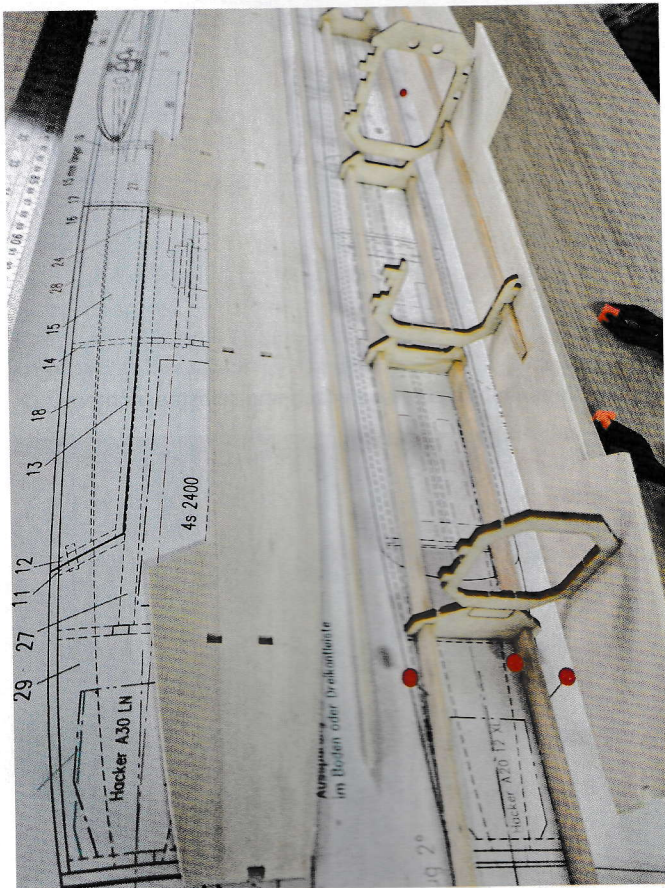
Generelle Hinweise zum Bau des Modells

Für die Verklebungen verwende ich vorwiegend dünnflüssigen Sekundenkleber und verstärke die Klebestellen anschließend mit UHU hart oder Weißleim. Auch bei Laserteilen ist es wichtig, die Haltestege sauber zu überschleifen – selbst ein kleiner Höcker führt sonst dazu, dass die Teile nicht richtig sitzen. Bei den Leitwerken sollten die Klebestellen der Laserteile außerdem vom Brandrückstand befreit werden.

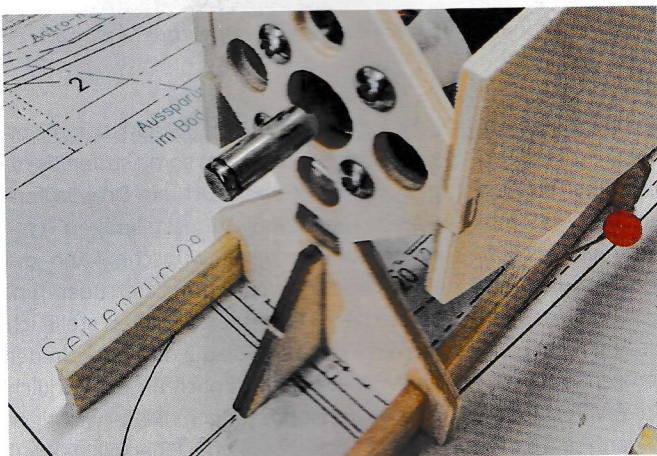
Aufgrund der hohen Spannweite mussten wir den Bauplan auf drei Ausga-

ben aufteilen. Hier in der ersten Ausgabe möchte ich zunächst das Modell beschreiben und die Vorfreude auf Ihren neuen Thermy SL-X erhöhen. Mit der Baubeschreibung starten wir in der nächsten Ausgabe – dann haben wir bereits zwei Bauplanbögen vorliegen und hatten genügend Zeit, die Einkaufsliste abzuarbeiten. Wer sich die Arbeit erleichtern möchte, findet im VTH-Onlineshop einen geladenen Teilesatz oder bestellt gleich das Komplettpaket inklusive des erforderlichen Zubehörs. Zudem haben wir ein komplettes Antriebsset von aero-naut zusammengestellt.

Die optional erhältlichen Laserteile vereinfachen den Bau erheblich.



Die Spanten sind mit Helling-Füßen versehen – so kann der Rumpf verzugsfrei aufgebaut werden.



Auch der Motorsturz ist in der Helling bereits berücksichtigt.

Anzeige



PAULOWNIA HOLZ
Franz Hammerschmied

Paulownia-Holz aus Österreich

Fester als Balsa = geringere Dicke = gleiches Gewicht

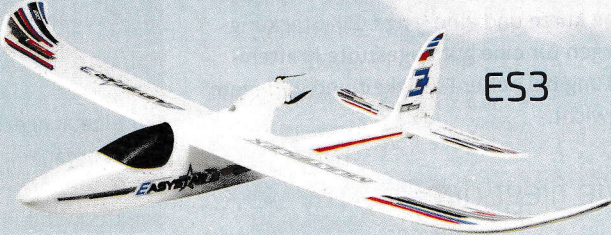
WWW.PAULOWNIA-HOLZ.AT

INFO@PAULOWNIA-HOLZ.AT +43 676 821 261 866

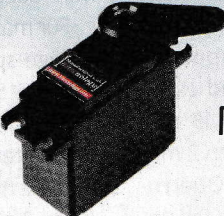


HITEC
EUROPE

Das Beste aus zwei Welten

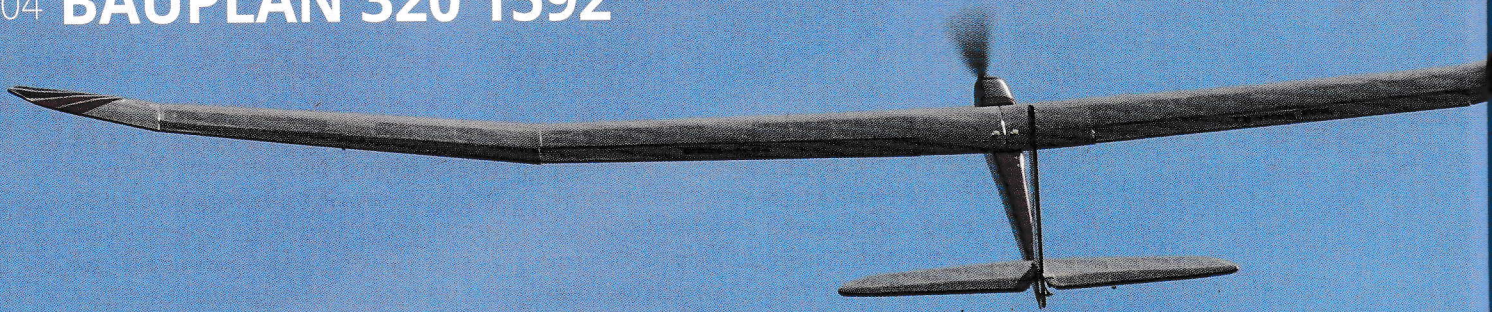


ES3

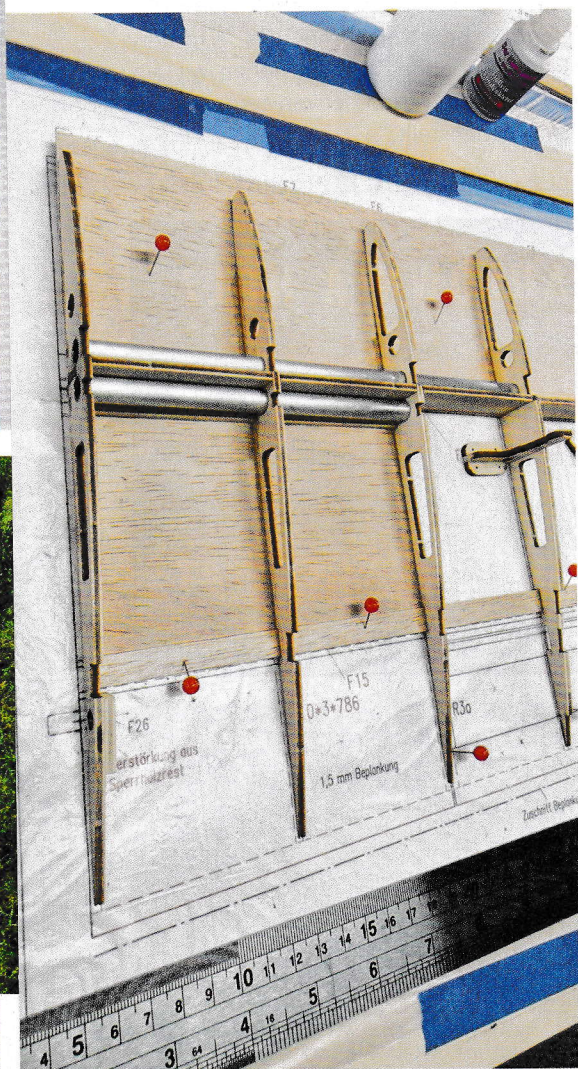


MD485HW

multiplex-rc.de



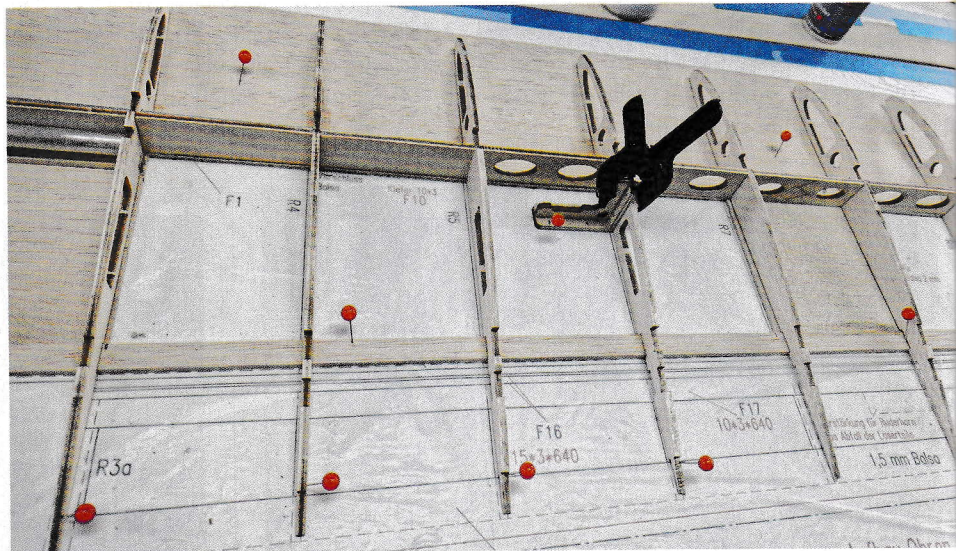
Mit einem 4s-Akku ist die Steigleistung sehr gut – es genügt aber bereits ein 3s-LiPo zwischen 1.800 und 3.800 mAh.



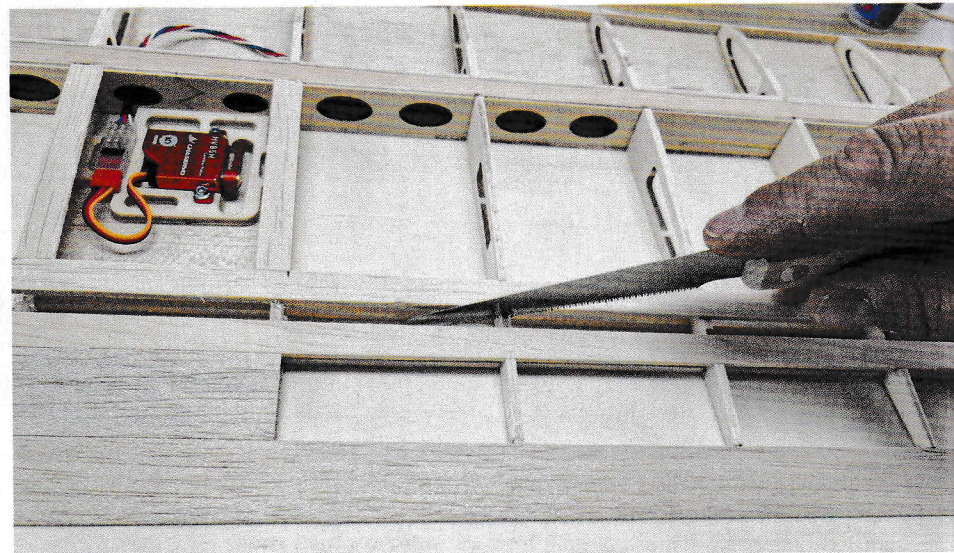
Eine kurze und eine lange CFK-Steckung sorgen für eine gut abgestufte Krafteinleitung bei hoher Festigkeit und geringem Gewicht.

Wie fliegt der Thermy SL-X?

Zunächst stellen wir die Ruderausschläge für den Erstflug ein – jeweils an der tiefsten Stelle am Ende der Ruderklappe gemessen. Für das Höhenruder sind es +/- 25 mm, das Seitenruder hat +/- 45 mm Ausschlag. Die Wölbklappen laufen 2 mm hoch und 45 mm nach unten, die Querruder 40 mm nach oben und 32 mm nach unten. Für die Landung programmieren wir eine Butterfly-Stellung mit 30 mm hochgestellten Querrudern und 45 mm abge-



Der Flächenbau gelingt mit dem Rippenkamm ebenso einfach und selbstausrichkend.



Für eine ausgezeichnete Profiltreue werden die Wölbklappen und Querruder erst nach dem Beplanken von den Flächen getrennt.

senkten Wölbklappen und mischen 4 mm Tiefe dazu.

Für maximalen Flugsparß können die Ausschläge später erhöht werden: +/- 35 mm Höhe mit 50% Expo, +/- 60 mm Seite mit 30% Expo, Querruder 45 mm hoch und 37 mm nach unten mit 30% Expo. Die Wölbklappen laufen 2 mm hoch und fast senkrecht nach unten. Zum maximalen Bremsen stehen die Querruder 40 mm hoch, die Wölbklappen fast senkrecht nach unten – dann sind 6 mm Tiefenzumischung erforderlich.

Ich steuere die Butterfly-Funktion mit einem Schieber und kann somit stufenlos regeln. Es reicht aber auch ein Drei-Stufen-Schalter mit zwei Bremsstellungen. Wer mehr Rollwendigkeit wünscht, kann die Wölbklappen leicht zum Querruder hinzumischen. Für besseres Gleiten stelle ich die Wölbklappen bis zu 2 mm hoch, in der Thermik etwa 3 mm nach unten. Wirklich notwendig ist das jedoch nicht – wichtiger ist, den Schwerpunkt des Thermy SL-X auf die persönlichen Vorlieben abzustimmen.

In der weiteren Flugerprobung

Mittlerweile hat der SL-X viele Flüge hinter sich und wurde von mir auch auf der Prowing 2026 vorgefliegen. Dort kam er mit dem teils kräftigen Seitenwind gut zurecht und setzte sich durch. Das Interesse war groß, wie zahlreiche Gespräche zeigten.

Trotz des geringen Gewichts nimmt der Thermys SL-X durch leichtes Andrücken Geschwindigkeit auf und nimmt die Fahrt sehr gut mit. Absolut beeindruckend sind das gute Gleiten und die Agilität. Selbst wenn das Modell scheinbar steht, spricht der Thermys SL-X gut auf die Ruder an. Das gibt Sicherheit – weshalb ich auch in geringer Höhe gerne herumturne. Sehr viel Spaß macht auch das flache Kreisen in Bodennähe – mit dem Seitenruder eingeleitet, korrigiere ich dabei die Schräglage mit dem Querruder.

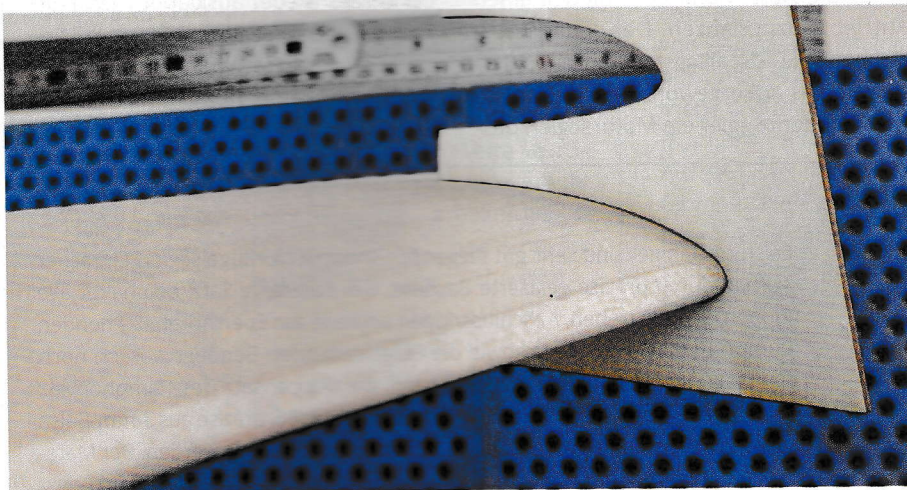
Die Festigkeit reicht für einfachen Kunstflug aus, was man auf den ersten Blick vielleicht gar nicht vermutet. Aus dem Start direkt in einen Looping, Turn, Rückenflug, eine Rolle, sogar langsame, gerissene Rollen gelingen. Landungen aus großer Höhe mit voll gesetzten Klappen machen mir immer wieder unheimlich viel Spaß. Und natürlich auch das Kreisen in der Thermik und das Genießen des Flugbildes. Durch die Flächegeometrie und den mehrfachen Flächenknick wirkt der SL-X elegant – mit der durchscheinenden Bespannung leicht und luftig.

Mein Erstflug mit dem SL-X

Da die Ungeduld nach der Fertigstellung wie immer groß war, wurde der erste einigemaßen passende Tag des Jahres für den Erstflug genutzt. Nach vielen Thermys war keine Nervosität mehr vorhanden – ein Helfer zum Werfen war daher nicht nötig. Es gab nur wenig zu trimmen, und der berechnete Schwerpunkt passt so gut, dass ich noch immer damit fliege. Wie schon beim kleineren SL wirken auch beim SL-X alle Ruder direkt, ohne nervös zu erscheinen.

Schon beim ersten Flug konnte ich spüren, dass die Segelleistung extrem gut ist. Mit nur wenigen Sekunden Motorlaufzeit konnte ich recht lange fliegen und auch erste Loopings und Turns absolvieren. Die Landung mit Butterfly erfolgte fast bei Fuß.

▼ Zudem kann die Form der Nasenleiste mit den beiliegenden Profilschablonen beim Schleifen kontrolliert werden.



Antrieb und Servos

Motor: Hacker A30-14L-LN V4 800 kV oder aero-naut actro-n 35-4-790

Akku: 3s-LiPos bis 3.800 mAh, 4s-LiPos bis 2.400 mAh

Regler: Hacker Spin 44 oder aero-naut actrocon 60

Propeller: Hacker/Falcon CFK-Klappflugschraube 11x6 oder aero-naut CAMcarbon Z 13x7

Spinner: aero-naut-Z-Spinner 42 mm mit Spannkonus Motorwelle 5 mm

Servos im Rumpf: 2x KST X10 Mini oder Chaservo HV85

Flächen-Servos: 4x KST X08 oder Chaservo HV85H

Könnte ich Sie begeistern?

Sie arbeiten gern mit Holz und empfinden das Bauen als erfüllenden Bestandteil des Hobbys? Wenn Sie zudem gerade einen unkomplizierten Thermik-Allrounder suchen, der viel Spaß macht, lade ich Sie ein, in der nächsten Ausgabe mit mir den Bau des Thermys SL-X zu beginnen.

Einkaufsliste

zusätzlich zu den Laserteilen (im Materialsatz 6212184 enthalten):

- 7x Balsabrett 1,5 mm
- 8x Balsabrett 2 mm
- 5x Balsabrett 3 mm
- 4x Balsa Dreikantleiste 6x6 mm
- 3x Balsa Dreikantleiste 12x12 mm
- 7x Kiefernleiste 3x10 mm
- 16x Kiefernleiste 3x5 mm
- 1x Buchenrundstab Ø 6 x 200 mm
- 1x Buchenrundstab Ø 3 x 20 mm
- 1x CFK-Stab Ø 8 x 430 mm
- 1x CFK-Stab Ø 8 x 280 mm
- 2x Alurohr Ø 9/8,1 x 220 mm
- 2x Alurohr Ø 9/8,1 x 145 mm
- 4x CFK-Stab Ø 4 x 148 mm
- 4x Alurohr Ø 5/4,1 x 75 mm
- 1x Nygonschraube M3 x 30 mm
- 1x Einschlagmutter M3
- 12x Magnet Ø 6 x 3 mm
- 2x Nygonschraube 6x40 mm
- 3x Bowdenzug-Außenrohr Ø 3 x 1.000 mm
- 3x Polystal-Schubstange 1,6 x 1.500 mm
- 13x Gabelkopf M2
- 1x Gewindestange M2 x 500 mm
- 7x Mutter M2
- 7x Ruderhorn 22 mm

Thermys SL-X

Konstruktion: Wolfgang Werling, 2026

Technische Daten

Spannweite: 3.330 mm

Länge: 1.530 mm

Rohbaugewicht: ab 1.250 g

**Fluggewicht
Elektro:** ab 1.950 g

Flächeninhalt: 70,3 dm²

Flächenbelastung: 27,7 g/dm²

Profil: SD 7037 mod.

Antrieb: Hacker A3014L-LN oder aero-naut actro-n 35-4-790

Regler: Hacker Master Spin 44 Pro oder aero-naut actrocon 60

Luftschnraube: Falcon CFK Klapp 11x6 oder CAM-Carbon Z 13x7

LiPo: 3s - 4s, 1.800 - 3.800 mAh

RC: Motor, Seite, Höhe, Quer, Wölbklappe



Thermy SL-X von Wolfgang Werling – Teil 2



75 JAHRE

Das Seitenleitwerk besteht aus den Teilen S1 bis S18. Das Mittelteil S1 besteht aus Pappel, da hieran später das Höhenleitwerk zusätzlich positioniert wird. Im Laserteilesatz sind alle Teile passgenau enthalten. Durch die Ausfräsungen in den Leisten und die abgerundeten Kanten der Stege ist ein schneller und spaltfreier Aufbau gewährleistet. Wer das Modell ganz klassisch nach Plan baut, kann an vielen Stellen den Aufbau noch weiter vereinfachen.

Das Höhenleitwerk wird aus den Teilen H1 bis H20 zusammengesetzt. Auch hier besteht das Mittelteil H2 aus Pappel, damit es genügend Festigkeit für die Verschraubung hat.

In sechs Teilstücken

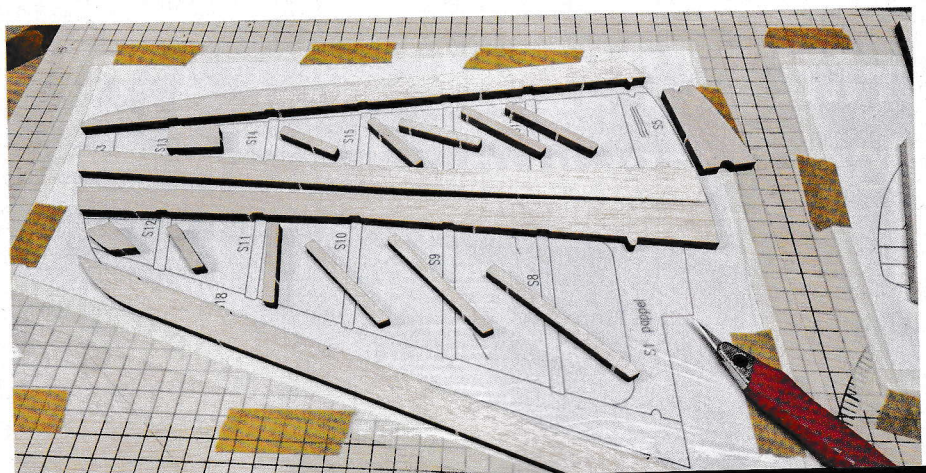
Den Bau der Tragfläche habe ich mit dem rechten Mittelstück begonnen. Da sich der Aufbau und die Arbeitsschritte für den linken Mittelflügel und auch an den beiden Außenflügeln wiederholen, beschreibe ich den Aufbau detaillierter.

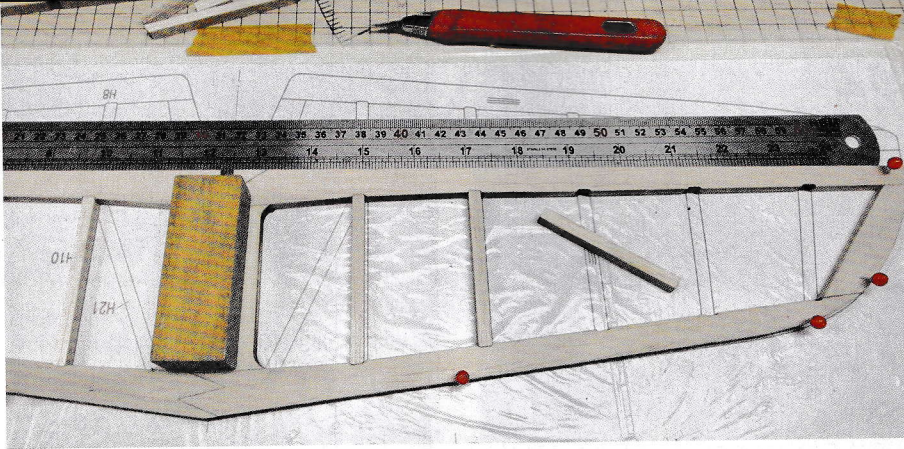
Zuerst werden alle Holme geschnitten und abgelängt. Zudem bereiten wir die untere Nasenbeplankung und die Beplankungsteile der Mittelfelder vor und setzen diese mit der hinteren Flächenleiste F15 auf dem Plan zusammen. Anschließend wird der Hauptholm F10 zusammen mit dem Rippenkamm F1 auf die untere Beplankung geklebt. Um den Rippenkamm gera-

► Die Einzelteile des Seitenleitwerkes.

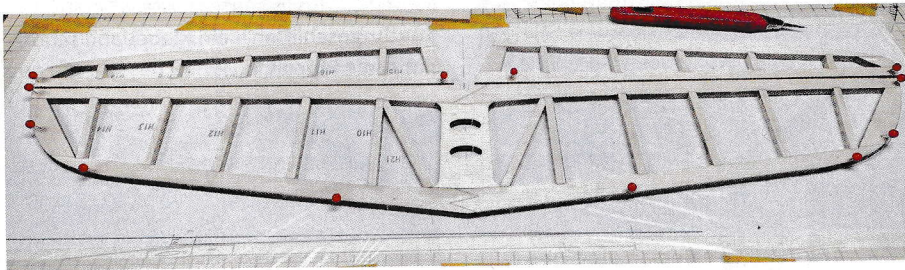
FMT

Vor fünf Jahren feierte die FMT ihren 70. Geburtstag – und Wolfgang Werling steuerte mit dem 2,75 m spannenden Thermy SL das passende Jubiläumsmodell bei. Nun steht das nächste runde Jubiläum an: 75 Jahre FMT. Wenn Ihnen das Konzept des Thermy SL-X gefallen hat, beginnen wir nun mit dem Aufbau des Modells. Und wie bei vielen anderen Bauprojekten auch, starten wir zum Aufwärmen mit dem Bau der Leitwerke.





Hier sind die Teile des Laserteilesatzes gezeigt – wer die Einzelteile selbst fertigt, kann den Bau vereinfachen und auf die Ausnehmungen verzichten.



Das Höhenleitwerk wird direkt auf dem mit Folie abgedeckten Bauplan aufgebaut.

de auszurichten, kann man ein Lineal oder eine gerade Leiste als Anschlag verwenden. Zudem achten wir darauf, dass der Rippenkamm senkrecht steht.

Anschließend werden die Rippen R2 bis R12 ausgerichtet und verklebt – dabei direkt den Steckungsholm F11 mit einsetzen.

Die Verklebung der Rippen erfolgt nur im Bereich des Holms; der vordere Bereich wird erst später mit der Beplankung verbunden. Bei Verwendung des Laserteilesatzes können auch die Rippe R1 und die Steckungshüllrohre in der ersten Flügelhälfte schon eingesetzt und verklebt werden – da

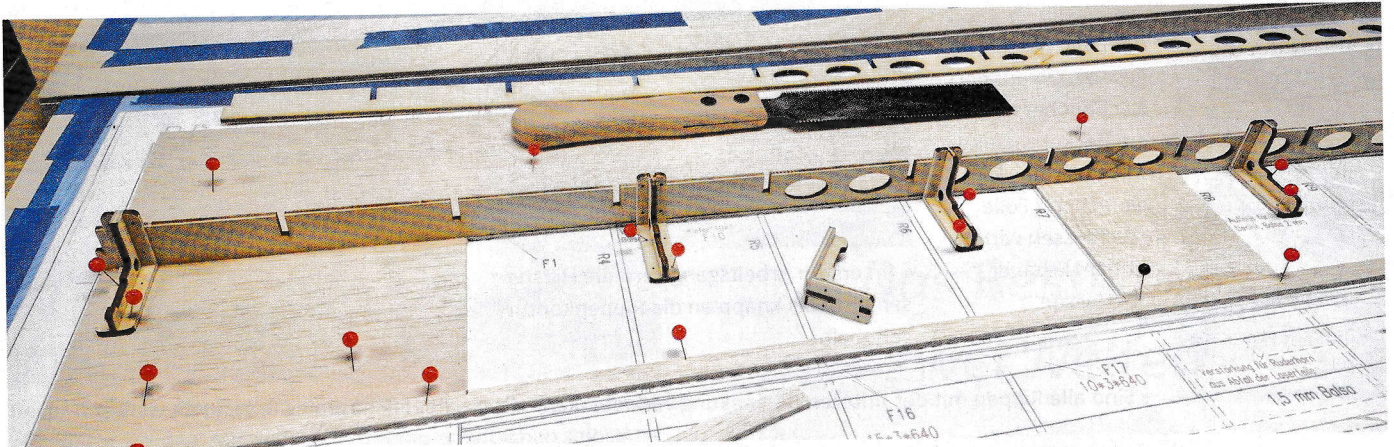


Nach dem Kleben erfolgt ein leichter Planschliff mit einem selbst gefertigten Schleifklotz.

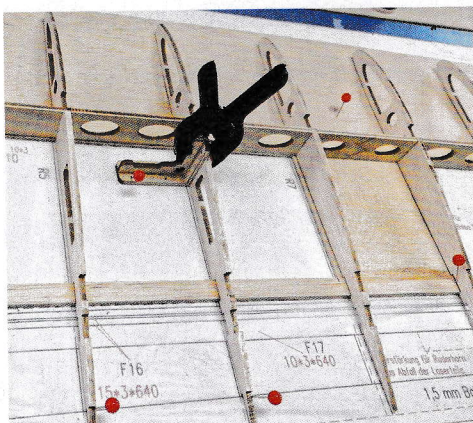
die Passgenauigkeit damit vorgegeben ist. Bei der zweiten Hälfte machen wir das erst beim Anpassen der Steckung und V-Form, da dies den Einbau der Steckung und das Ausrichten erleichtert.

Jetzt können die Aufnahme des Flächendübels R1A eingeklebt und der Servorahmen für das Wölbklappenservo eingeklebt werden. Beim Servoeinbau gibt es verschiedene Möglichkeiten – hier kann jeder seine eigenen Vorstellungen umsetzen und an den verwendeten Servotyp anpassen.

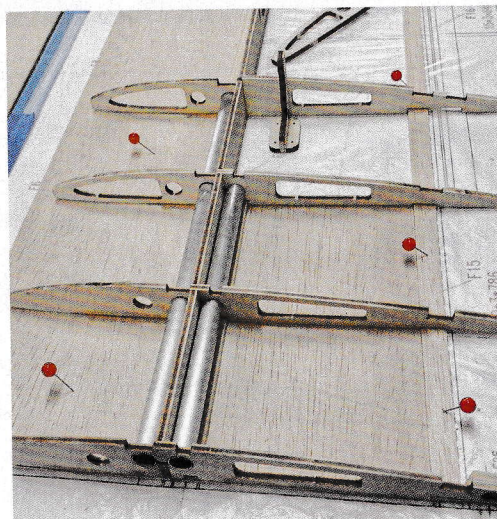
Anschließend werden die oberen Holme eingeklebt – damit ist das Gerüst bereits sehr stabil. Um nun den vorderen Bereich der Rippen mit der unteren Beplankung zu verkleben, schiebt man entweder



▲ Die unteren Beplankungsteile sind zusammengefügt – darauf werden der Holm und Rippenkamm verklebt.



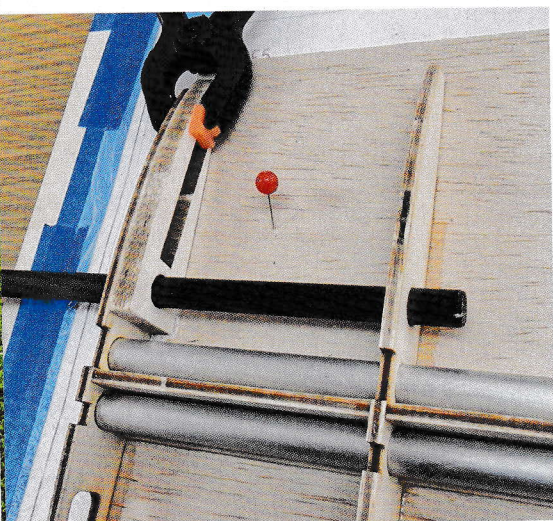
▲ Die Rippenabstände werden vom Rippenkamm vorgegeben – zunächst werden die Rippen nur im Kamm und auf dem Holm verklebt.



◀ Die Steckungshüllrohre sind eingesetzt – dank der Genauigkeit der Laserfertigung können sie in der ersten Flächenhälfte bedenkenlos verklebt werden.

▼ Die Alu-Hüllrohre werden großzügig mit dem Rippenkamm verklebt.





Die Führung der Tragflächendübel wird anhand der fluchtenden Bohrung an der Wurzelrippe ausgerichtet und verklebt – im Spalt bis zum Holm sitzt später noch der Holmsteg.



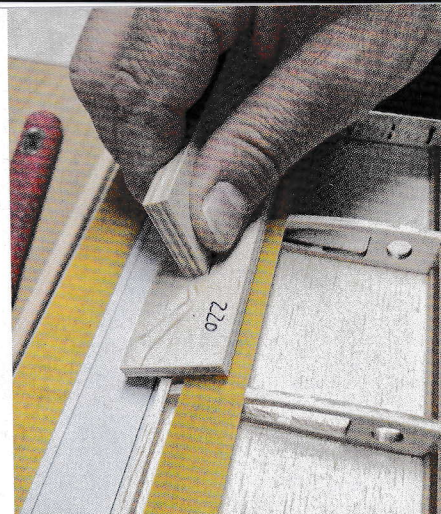
Ein Beispiel für den Einbau der Flächenservos: Der Holz-Servorahmen ist direkt auf die untere 2-mm-Beplankung geklebt, die Öffnung für den Servohebel ist auf dem Bild noch nicht gesetzt. Ob auf der Flächenoberseite ein Deckel gestaltet wird oder das Feld einfach mit Folie geschlossen wird, ist dem Erbauer überlassen.



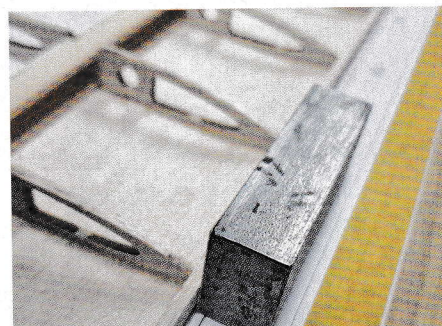
Die vordere untere Beplankung wird mit einem untergeschobenen 0,8-mm-Sperrholzstreifen an die Rippe gehoben und mit Sekundenkleber verklebt.



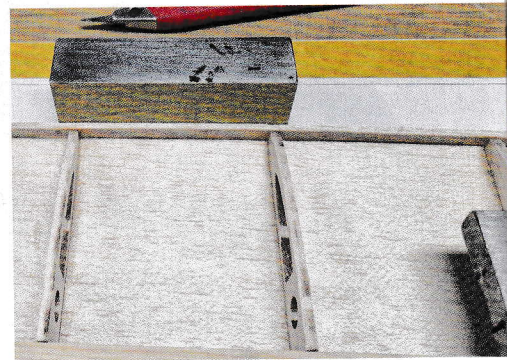
Im ersten Arbeitsgang wird die Hilfsnasenleiste bis knapp an die Rippenkontur gehobelt.



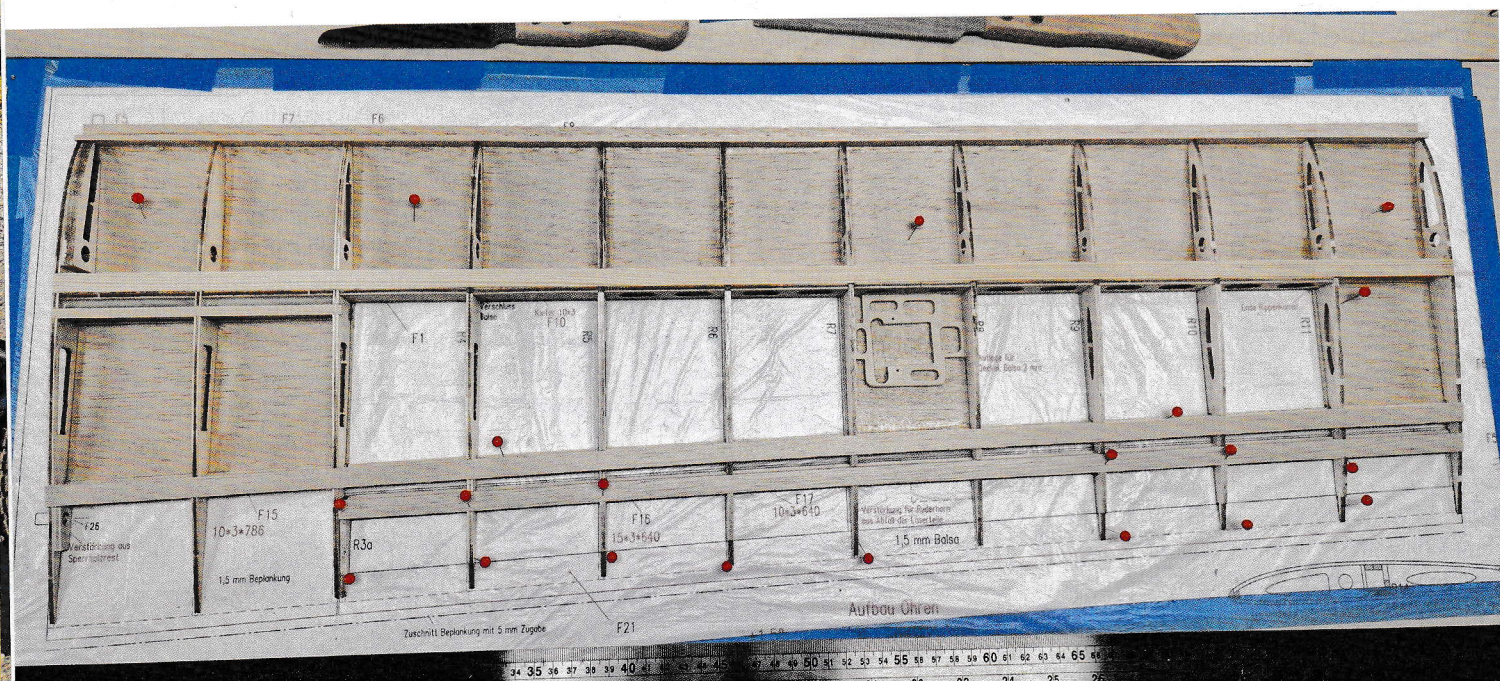
Schritt 2: Die Hilfsnasenleiste wird auf Kontur geschliffen – ein Klebeband schützt dabei die Rippen.



Verwendet man einen rechtwinkligen Schleifklotz und fixiert die Tragfläche unverrückbar auf dem Baubrett, gelingt ein perfekter, ebener Schliff der Klebefläche für die Nasenleiste.



Sind alle Rippen mit der unteren Beplankung verklebt, kann direkt die Hilfsnasenleiste verklebt werden.



unterschiedlich dicke Leisten unter die Beplankung oder nimmt das Gerüst vom Plan und drückt die Beplankung von Hand an.

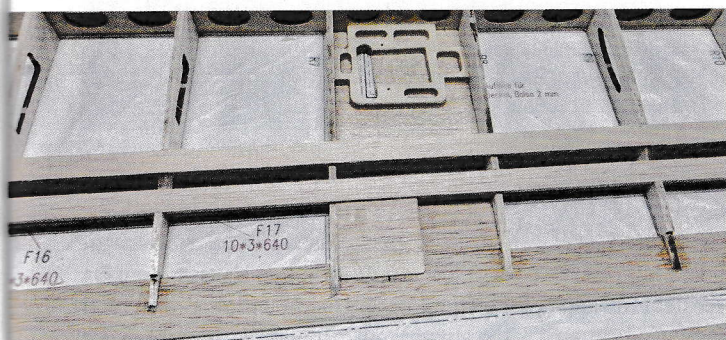
Wieder auf dem Baubrett fixiert, setzen wir jetzt die Hilfsnasenleiste F7 und die untere Ruderleiste F17 ein. Die Hilfsnasenleiste kann in diesem Stadium auch direkt verschliffen werden.

Die untere Ruderbeplankung F21 wird mit etwas Überstand zugeschnitten und unter die Rippen geklebt. Auch die obere Ruderleiste F17 sowie die Ruderrippe R3a werden jetzt eingeklebt. Vor dem Aufbringen der oberen Ruderbeplankung wird die untere Beplankung hinter den Rippen an-

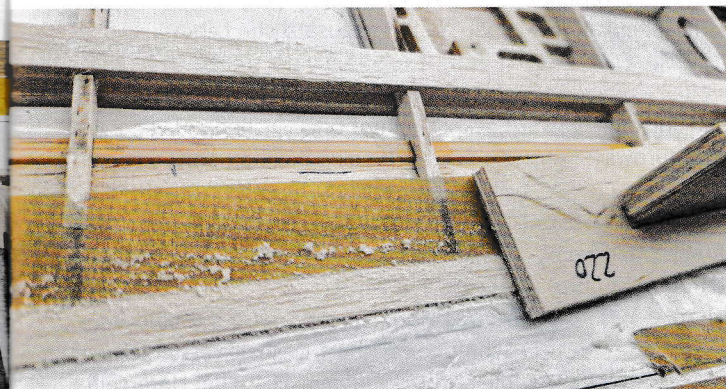


Die Endleistebeplankung wird zum Aushärten der Verklebung an der Kante einer geraden Platte verpresst.

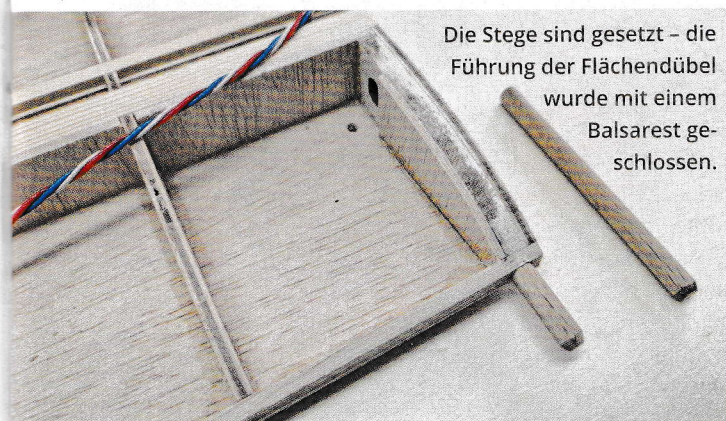
Anzeige



Die hintere, untere Ruderbeplankung ist ausgerichtet und verklebt – der Lagerpunkt für das Ruderhorn verstärkt.



Bevor die obere Beplankung aufgeklebt wird, muss die Endleiste abgeflacht werden. Mit dem im VTH-Shop erhältlichen selbstklebenden Schleifband kann die passende Schleifplatte ganz einfach selbst gefertigt werden.



Die Stege sind gesetzt – die Führung der Flächendübel wurde mit einem Balsarest geschlossen.



PAULOWNIA HOLZ
Franz Hammerschmied

Paulownia-Holz aus Österreich
Fester als Balsa = geringere Dicke = gleiches Gewicht

WWW.PAULOWNIA-HOLZ.AT
INFO@PAULOWNIA-HOLZ.AT +43 676 821 261 866

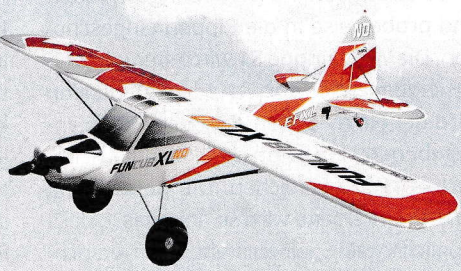


MULTIPLEX



HITEC EUROPE

Das Beste aus zwei Welten



FUNCUB XL ND



HS-5125MG

multiplex-rc.de

Thermi SL-X im VTH-Shop ZUM JUBILÄUM

Laserteilesatz Thermi SL-X Art.Nr.: 621 2183, Preis 194,95 €

Der Fräs- und Laserteilesatz beinhaltet CNC-gefertigte Bauteile wie Rippen und Spanten aus Balsa und Sperrholz in ausgesuchter Qualität. Zusätzlich benötigt werden noch Leisten, Beplankungshölzer, Steckungs- und Anlenkungszubehör, Kleinteile, Antrieb, RC-Komponenten sowie Klebstoffe und Folie.

Material- und Laserteilesatz Thermi SL-X Art.Nr.: 621 2184, Preis 299,95 €

Zusätzlich zu den Laserteilen enthält der Material- und Laserteilesatz alle erforderlichen Materialien wie Leisten, Beplankungshölzer, die Tragflächensteckungen sowie alle Schrauben und die Magnete der Haubenbefestigung. Im Set sind zudem auch alle zur Erstellung der Ruderanlenkungen benötigten Kleinteile wie M2-Gewindestangen, Metall-Gabelköpfe und -Mutter, die Ruderhörner und die GFK-Schubstangen enthalten.

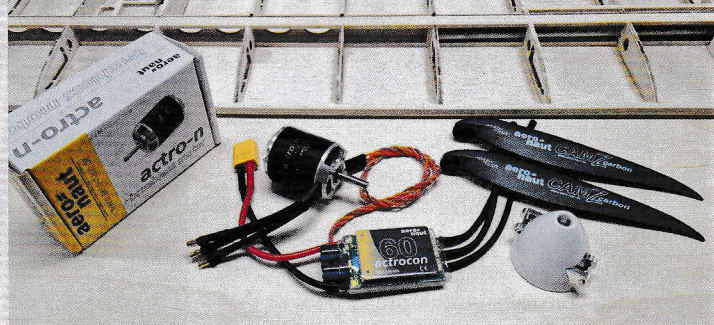
Benötigt werden noch der Antrieb und die RC-Komponenten sowie Klebstoffe und Folie.

Bauplan Print Thermi SL-X Art.Nr.: 320 1592, Preis 38,95 €

Der Bauplan Print wird ab Verlag (im Unterschied zum Beilagebauplan) einseitig auf weißem Papier gedruckt geliefert. Die Baugruppen sind darauf ungeteilt dargestellt. Die Lieferung erfolgt inklusive Baubeschreibung.

Bauplan Digital Thermi SL-X Art.Nr.: 320 1592D, Preis 38,95 €

Der Bauplan Digital entspricht dem gedruckten Bauplan ab Verlag. Der Plan wird im PDF-Format zum Download zur Verfügung gestellt.



Antriebsset Thermi SL-X Art.Nr.: 621 2027, Preis 133,95 €

Das speziell von aero-naut für den Thermi SL-X zusammengestellte Antriebs-Set beinhaltet den BL-Motor actro-n 35-4-790, den Regler actrocon 60, einen aero-naut-Z-Spinner 42 mm mit 5-mm-Spannkonus und eine Klappluftschaube CAM-Carbon Z 13x7 Zoll.

FMT-ABO-VORTEILE

- FMT-Abonnenten erhalten den jeweils aktuellen Plan kostenlos als Download.
- 50% Rabatt gibt es auf die hochwertig einseitig, weiß gedruckten Baupläne.
- 10% Einführungsrabatt auf den jeweils aktuellen Frästeilesatz bzw. Bausatz.



VTH-Bestellservice 07221 5087-22

E-Mail: service@vth.de, Internet: <https://shop.vth.de>

geschrägt und der Bereich für die Montage des Ruderhornes mit einem Balsa-Reststück aufgefüllt. Bevor wir die Flächenhälfte vom Baubrett nehmen, um die zweite Hälfte aufzubauen, passen und kleben wir abschließend die Holmstege F12 und F13 ein.

Die andere Hälfte

Anschließend habe ich das linke Mittelstück gebaut und die Steckung montiert, da die Bauteile ohne die Außenflügel noch recht handlich sind. Die Steckung besteht aus der langen Hauptsteckung und der kurzen Hilfssteckung. Hinten reicht ein Dübel als Verdrehsicherung aus – der Flügel wird ja zusätzlich auf dem Rumpf verschraubt.

Beide Steckungen werden zugeschnitten und probeweise in die Rippen eingeschoben. Die Wurzelrippe R1 wird ebenfalls aufgeschoben, aber noch nicht verklebt. Nun wird der Flügel außen mit der im Plan angegebenen Höhe unterlegt, um die richtige V-Form zu erreichen. Die Beplankung auf der Unterseite wird so angepasst, dass möglichst kein Spalt entsteht. Beim Ausrichten achten wir zudem darauf, dass die beiden Holme eine gerade Linie ergeben und keine ungewollte Pfeilung eingebaut wird.

Sofern nicht bereits auf dem Baubrett geschehen, werden die Wurzelrippe R1 und die Steckungshüllrohre auf einer Flächenseite mit Sekundenkleber fixiert – dass die Rohre vorher unbedingt angeschliffen werden, setzte ich voraus. Liegt nun alles richtig, verkleben wir die Teile auch an der zweiten Hälfte und richten die lose Wur-

zelrippe an der bereits verklebten Rippe aus. Jetzt ziehen wir die Flächen auseinander und prüfen, dass es nirgends klemmt. Läuft die Steckung sauber, werden die Hüllrohre mit einem Stück Balsa verschlossen und mit UHU endfest mit dem Rippenkamm und den Kiefernholmen verklebt. Bei Verwendung der CFK-Steckung, sollte man nur Hüllrohre aus Alu verwenden und diese gut entgraten, um scharfkantige Kerbwirkung zu vermeiden.

Jetzt legen wir den Mittelflügel zunächst beiseite und bauen den Rumpf, denn die Anpassung von Fläche und Rumpf ist ohne die Außenflügel viel einfacher.

Bau des Rumpfes

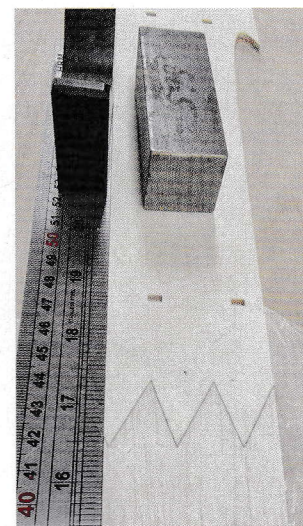
Im hinteren Bereich bauen wir möglichst leicht. Der dargestellte Aufbau ist wirklich sehr stabil – es sind keine weiteren Verstärkungen nötig. Die Seitenteile werden aus den Pappelteilen 31 und 33 und den Balsateilen 32 zusammengeklebt. Dadurch wird an den beanspruchten Stellen eine hohe Festigkeit bei trotzdem geringem Gewicht erreicht. Die Aussparung für den Motorspant muss im rechten Seitenteil um ca. 1 mm tiefer gefeilt werden – wegen des Seitenzuges.

Die Spanten haben eine integrierte Bauhilfe/Helling in Form einer Aufnahme für zwei Kiefernleisten 3x10 mm. Zeichnet man bei den Spanten unten die Mitte an, dann kann man sie genau auf der Rumpfmittellinie ausrichten. Die Hellingleisten und Spanten können direkt auf der Plandraufsicht

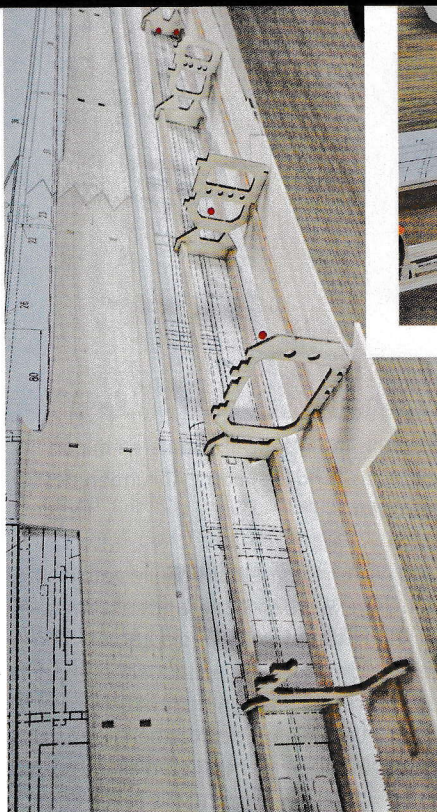
positioniert und fixiert werden – alle Spanten aufstecken, rechtwinklig ausrichten und mit etwas Sekundenkleber fixieren. Dann werden die Seitenteile auf die Zapfen der Spanten gesteckt und verklebt. Der Motorspant hat eine zusätzliche Lehre, um den Motorspant richtig einzustellen.

Die Leisten 25, 26 und 27 verstärken Cockpit, Rumpf und Flächenauflage. Falls sie schwer hineingehen, an der Stirnseite etwas abschrägen und einschieben. Man kann sie auch vorher einkleben – dann sollte man die Position aber anhand der Spanten gut ausrichten.

Das Höhenleitwerk wird mit einer M3-Schraube gesichert. Deshalb verstärken wir die Leitwerksauflage 42 auf der Unterseite mit einem Rest Sperrholz, setzen eine Einschlagmutter und verkleben sie dann mit den Seitenteilen und Spant 10. Im hinteren Bereich wird das Höhenleitwerk von ei-

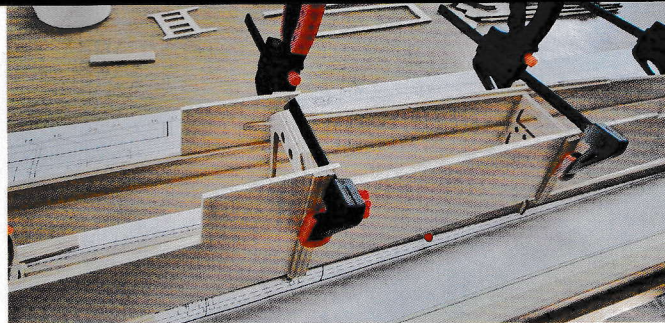


Der Bau des Rumpfes beginnt mit dem Zusammenfügen der Rumpf-seitenteile.

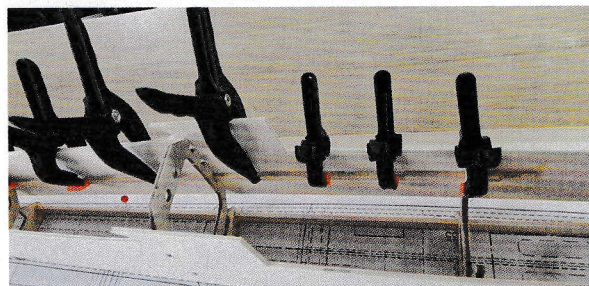


Die Spanten werden ausgerichtet und auf der Helling fixiert.

nem Ausschnitt im Seitenleitwerk zusätzlich geklemmt. Da der Rumpf durch die Bauhilfe genau rechtwinklig und in Längsrichtung neutral steht, ist das Ausrichten der Leitwerke und später auch der Tragfläche

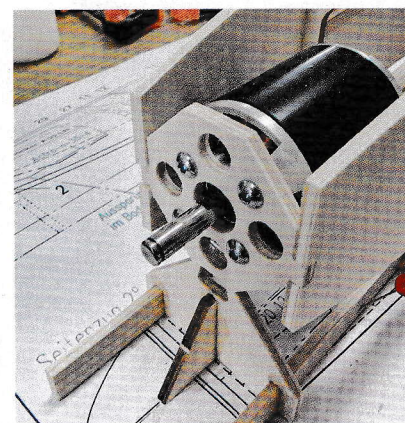


Dank der Helling gelingt ein verzugsfreier Aufbau des Rumpfes beim Verkleben der Seitenteile mit den Spanten.



3x5-mm-Kiefernleisten verstärken den vorderen Rumpfbereich zusätzlich.

sehr einfach. Den Cockpitausschnitt komplettieren wir jetzt mit den Halbspanten 11 und 17. Danach wird der Rumpf vorne mit 12x12-mm-Balsa-Dreikantleisten 29 und 30 verstärkt – hinten liegen 6x6-mm-Dreikantleisten in den Ecken. Falls die Dreikantleisten zu hart sind, gut wässern und von Hand vorbiegen.



Vor dem Verkleben des rechten Seitenteils muss der Motorseitenzug in der Passung am Kopfspant berücksichtigt werden – der Sturz wird durch einen Hilfswinkel vorgegeben.

Haubenaufbau auf dem Rumpf

Die abnehmbare Haube wird direkt auf dem Rumpf gebaut – dann passt sie exakt. Bevor man die Haube zusammenklebt, sollte man sich über die Befestigung Gedanken machen. Ich verwende vorne einen Dübel

Anzeige

CHASERVO® CHAMPIONSHIP PERFORMANCE



HV4613

Motor Type	Coreless DC Motor
Holding Torque	46 kg·cm
Output Torque	30 kg·cm
No-Load Speed	0,13 s / 60°



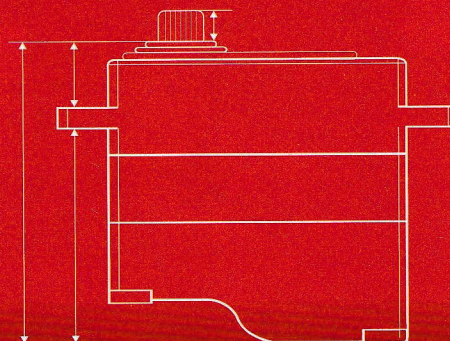
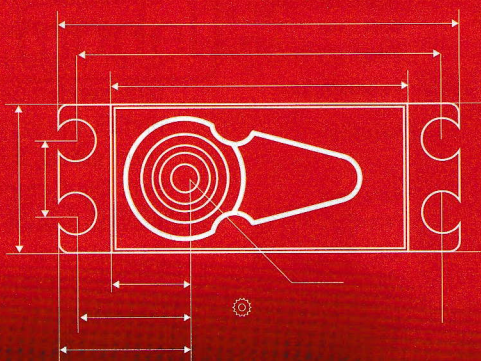
HV3609

Motor Type	Coreless DC Motor
Holding Torque	36 kg·cm
Output Torque	24 kg·cm
No-Load Speed	0,09 s / 60°



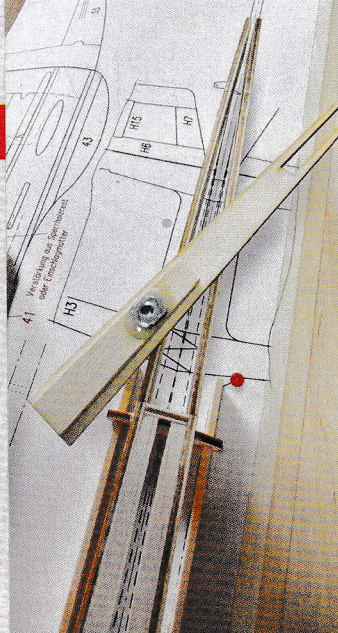
HV2005

Motor Type	Coreless DC Motor
Holding Torque	20 kg·cm
Output Torque	13,5 kg·cm
No-Load Speed	0,055 s / 60°



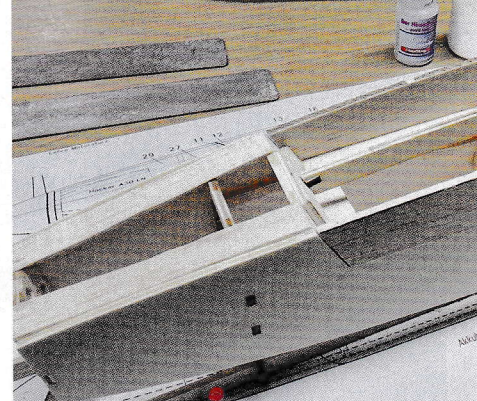
per Servo:
84.90€ UVP





◀ Die Höhenleitwerksauflage wird unterfüttert und mit einer Einschlagmutter komplettiert.

► Der Aufbau des Kabinenausschnittes beginnt mit dem Positionieren des hinteren Halbspantes 17.



12×12-mm-Balsadreikantleisten bilden die Basis für das spätere Abrunden des Rumpfes.

und hinten Magnete. Mit Folie vom Rumpf getrennt, werden der Haubenrahmen 13 auf dem Rumpf fixiert und daran die Seitenteile 15 verklebt. Die Haubenspannten 12 und 16 richten sich an den Halbspannten 11

und 17 aus, der Haubensteg 18 und Haubenspannt 14 stabilisiert die Kabinenhaube. Sind die Teile verklebt, setzen wir vorn den Dübel ein, und arbeiten dessen Sitz im Halbspannt 11 nach, bis die Haube ohne Spiel auf dem Rumpf sitzt. Die Magnete im Kabinenboden und im Quersteg 24 habe ich mit Sekundenkleber befestigt – zuvor auf die Polarität der Magnete achten.

Falls die Dreikantleisten für die Rundung der Kabinenhaube zu hart sind, kann man sie nass von Hand vorbeugen oder mehrfach einsägen. Nicht unter Spannung verkleben, sonst verzieht sich die Haube.

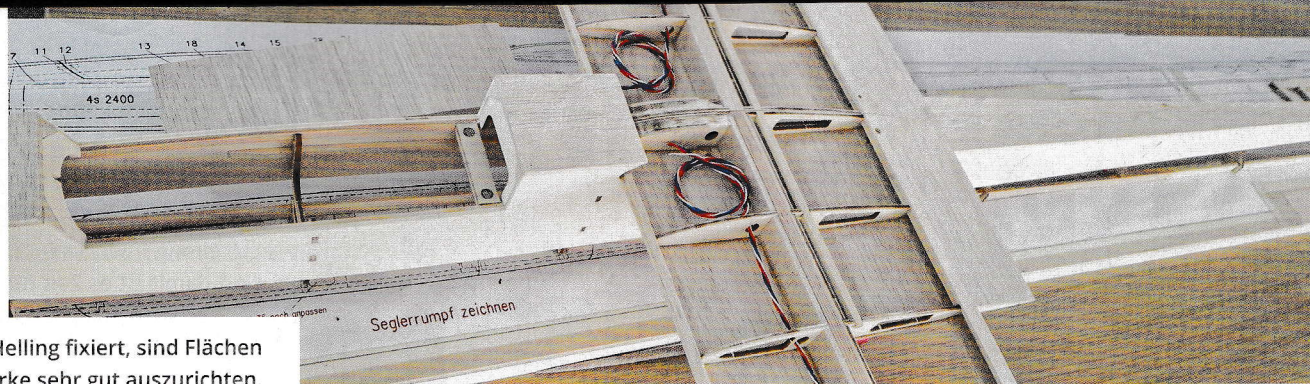
Noch auf der Helling fixiert, wird der Rumpfbrücken inklusive der Kabinenhaube überschleifen und beplankt. Auf den ebenen Flächen hinten verläuft die Maserung des Teils 36 in Längsrichtung – das lässt sich schöner verschleifen. Die gewölbten Bereiche vorn und der Cockpitdeckel sind mit quergemaserten Platten beplankt.

Von der Helling befreit

Bevor wir den Rumpf von der Helling nehmen, richten wir den Sitz der Tragfläche aus und bohren die Löcher der Flächenverschraubung durch Tragfläche und die darunterliegenden Gewindebrettchen 22 und 23. Die Verschraubung der Flächen erfolgt mit M6-Nylonschrauben. Die Gewinde schneide ich direkt ins Holz der Brettchen 22 und 23 und härte es mit Sekundenkleber. Jetzt trennen wir die Spanten von den Hellingfüßen – das geht mit einer Kataba Restauro-Zugsäge so

Stückliste Thermly SL-X

Pos.	Anz.	Benennung	Werkstoff			
Rumpf						
1	1	Übergang	Pappel-Sph. 3 mm	F6	2	Nasenleiste Balsa 3×10×785 mm
2	1	Motorspant	Birken-Sph. 3 mm	F7	2	Hilfsnasenleiste Balsa 3×6×785 mm
3	1	Spant	Birken-Sph. 3 mm	F8	div.	Beplankung Nase Balsa 2 mm
4	1	Halbspannt	Birken-Sph. 3 mm	F9	6	Beplankung Mitte Balsa 2 mm
5	1	Spant	Birken-Sph. 3 mm	F10	4	Hauptholm Kiefer 3×10 mm
5a	1	Aufdopplung	Birken-Sph. 3 mm	F11	4	Steckungsholm Kiefer 5×3 mm
6	1	Spant	Birken-Sph. 3 mm	F12	div.	Verkastung hochkant Balsa 3 mm
7	1	Spant	Pappel-Sph. 3 mm	F13	div.	Verkastung hochkant Balsa 2 mm
8	1	Spant	Pappel-Sph. 3 mm	F14	4	Schraubverstärkung Kiefer 3×10 mm
9	1	Spant	Pappel-Sph. 3 mm	F15	4	Flächenleisten Balsa 3×10×785 mm
10	1	Spant	Birken-Sph. 3 mm	F16	4	Ruderverkastung Balsa 3×15×640 mm
11	1	Halbspannt	Pappel-Sph. 3 mm	F17	4	Ruderleisten Balsa 3×10×640 mm
12	1	Halbspannt	Pappel-Sph. 3 mm	F18	2	Randbogen Pappel-Sph. 3 mm
13	1	Haubenrahmen	Pappel-Sph. 3 mm	F19	2	Rippe Randbogen Balsa 3 mm
14	1	Haubenspannt	Pappel-Sph. 3 mm	F20	2	Rippe Randbogen Balsa 3 mm
15	2	Haubenseitenteil	Balsa 3 mm	F21	4	Ruderbeplankung Balsa 1,5 mm
16	1	Halbspannt	Pappel-Sph. 3 mm	F22	1	Hauptsteckung CFK-Stab Ø 8 mm, 430 mm
17	1	Halbspannt	Pappel-Sph. 3 mm	F23	2	Steckungshüllrohr Alu Ø 9/8,1 mm, 220 mm
18	1	Haubenrippe	Pappel-Sph. 3 mm	F24	1	Hilfssteckung CFK-Stab Ø 8 mm, 280 mm
19	1	Servobrettchen	Pappel-Sph. 3 mm	F25	2	Steckungshüllrohr Alu Ø 9/8,1 mm, 145 mm
20	1	Rumpfboden	Pappel-Sph. 3 mm	F26	1	Verdrehsicherung Buche Ø 6 mm, 30 mm
21	1	Boden Motorraum	Balsa 3 mm	F27	8	Doppelholm Kiefer 5×3 mm
22	1	oberes Gewindebrettchen	Birken-Sph. 3 mm	F28	2	Nasenleiste außen Balsa 3×10×645 mm
23	1	unteres Gewindebrettchen	Birken-Sph. 3 mm	F29	2	Hilfsnasenleiste außen Balsa 3×6×645 mm
24	1	Magnethalter	Birken-Sph. 3 mm	F30	4	Flächenleisten Balsa 3×10×645 mm
25	2	Rumpfgurt	Kiefernleiste 5×3 mm	F31	4	Ruderleisten Balsa 3×10×645 mm
26	2	Gurt Flächenauflage	Kiefernleiste 5×3 mm	F32	4	Ruderverkastung Balsa 3×15×645 mm
27	2	Verstärkung Haubenausschnitt	Kiefernleiste 5×3 mm	F33	2	Ruderleisten unten Kiefer 3×5×645 mm
28	1	Deckel Kabinenhaube	Balsa 3 mm	F34	4	Beplankung Ohren Balsa 1,5 mm
29	2	Eckverstärkung-Dreikantleiste	Balsa 12×12 mm	F35	4	Endleiste Balsa 1,5 mm
30	2	Eckverstärkung-Dreikantleiste	Balsa 12×12 mm	F36	2	Nasenleiste Balsa 3×10×210 mm
31	2	Seitenteile hinten	Pappel-Sph. 3 mm	F37	2	Hilfsnasenleiste Balsa 3×6×210 mm
32	2	Seitenteile Mitte	Balsa 3 mm	F38	4	Holm Kiefer 3×5 mm
33	2	Seitenteile vorne	Pappel-Sph. 3 mm	F39	4	Steckung Ohren CFK-Stab Ø 4 mm, 148 mm
34	4	Eckverstärkung-Dreikantleiste	Balsa 6×6 mm	F40	4	Steckungshüllrohr Alu Ø 5/4,1 mm, 75 mm
35	1	Akkubrettchen	Pappel-Sph. 3 mm	R1	2	Wurzelrippe Birken-Sph 3 mm
36	1	Rumpfdeckel hinten	Balsa 3 mm	R1a	2	Dübelaufnahme Balsa 6 mm
37-39	1	Bowdenzuglager	Pappel-Sph. 3 mm	R2	2	Rippe Birken-Sph. 3 mm
40	1	Rumpfboden hinten	Balsa 3 mm	R3	2	Steckungsrippe Pappel-Sph. 3 mm
41	1	Endstück	Pappel-Sph. 3 mm	R3a	2	Ruderrippe Balsa 3 mm
42	1	Leitwerksauflage	Pappel-Sph. 3 mm	R4	2	Steckungsrippe Pappel-Sph. 3 mm
43	1	Sporn	Pappel-Sph. 3 mm	R5-R11	2	Rippe Balsa 3 mm
44	1	Verbinder Bowdenzüge	Birken-Sph. 3 mm	R12-R20	2	Rippe Balsa 3 mm
45	1	Bowdenzugbrettchen	Reststück Pappel 3 mm	R21-R24	2	Steckungsrippe Pappel-Sph. 3 mm
Tragfläche						
F1	2	Rippenkamm Mittelteil	Birken-Sph. 3 mm	R25-R26	2	Rippe Balsa 3 mm
F2	2	Rippenkamm außen	Pappel-Sph. 3 mm	Höhenleitwerk		
F3	2	Rippenkamm Ohren	Balsa 3 mm	H1	1	Formteil Balsa 6 mm
F4	4	Knickverstärkung	Birken-Sph. 3 mm	H2	2	Mittelstück Pappel-Sph. 3 mm
F5	2	Dübel	Buche Ø 6 mm, 60 mm	H3-H2	siehe Plan	Ruderteile Balsa 6 mm
Seitenleitwerk						
S1	2	Formteil	Pappel-Sph. 3 mm	Seitenleitwerk		
S2-S18	1	Ruderteil	Balsa 6 mm			



► Noch auf der Helling fixiert, sind Flächen und Leitwerke sehr gut auszurichten.

gut, dass nur wenig nachgeschliffen werden muss.

Bevor wir die unteren Dreikantleisten setzen und den Boden schließen, ziehen wir die Bowdenzüge ein. Die Bowdenzughüllen werden in den Spanten gelagert und zusätzlich mit den Lagern 37, 38 und 39 am Durchbiegen gehindert. Im vorderen Bereich wird nach dem Einbau der Servos noch das Brettchen 45 angebracht – damit werden die Bowdenzughüllrohre nochmal fixiert.

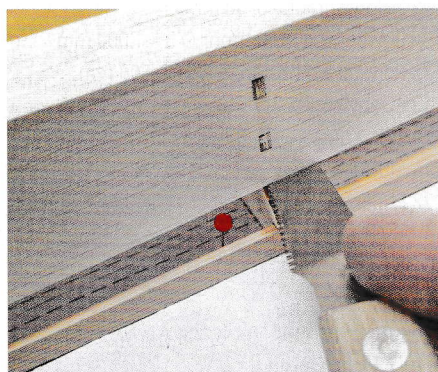
Für die Bowdenzüge verwende ich Polystal, das sind 1,7-mm-GFK-Bowdenzugseelen mit einer Länge von 1,5 m. Polystal hat eine sehr geringe Wärmeausdehnung – ähnlich wie der Holzrumpf – und somit verändert sich die Neutralstellung der Ruder auch bei unterschiedlichen Temperaturen nicht. Die beiden Züge für das Höhenleitwerk werden vorne mit dem Verbinder 44 zusammengefasst und mit einer M2-Gewindestange und



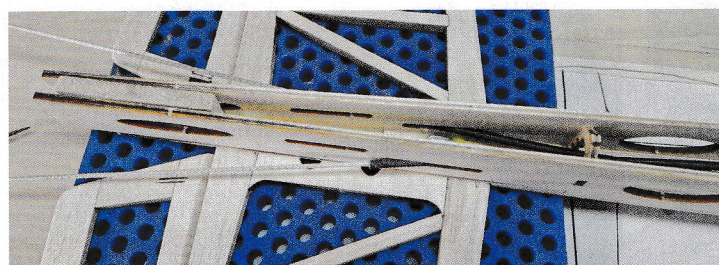
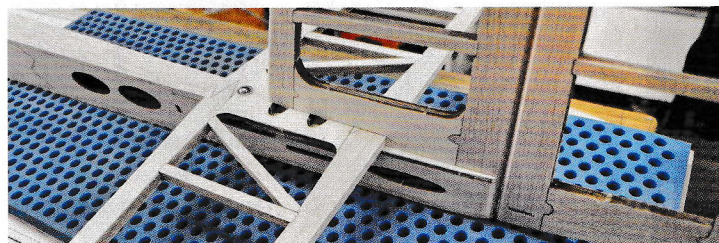
Von der Helling befreit: Die nächste Bauschritte sind das Einkleben der Bowdenzughüllrohre und der unteren Dreikantleisten.

einem M2-Gabelkopf mit dem Servohebel verbunden. Ein weiterer Vorteil von Polystal ist die Möglichkeit, M2-Gabelköpfe direkt aufzudrehen und mit einem Tropfen

Sekundenkleber zu sichern. Man kann natürlich auch eine Gewindehülse aufkleben und quetschen, um nachträglich noch die Länge verstellen zu können.



Zum Trennen des Rumpfes von der Helling leistet eine Restauro Zugsäge gute Dienste.



Sind die Leitwerke ausgerichtet, können die Bowdenzüge final fixiert werden – sie enden direkt am Rumpfaustritt. Auch die Position der Ruderhörner wird jetzt markiert.

Anzeige

JETI model

duplex

2,4GHz & 900MHz System

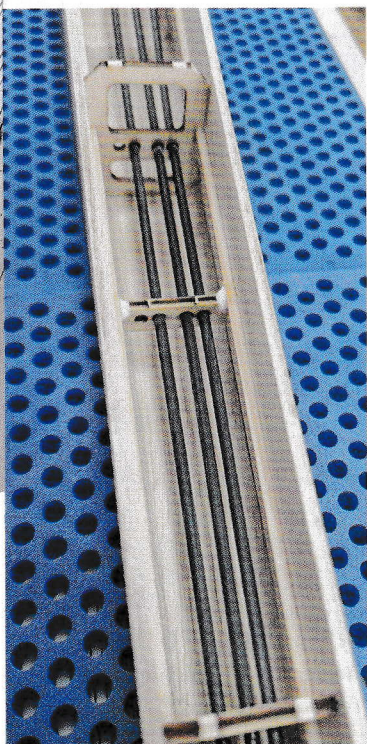
Hacker
Brushless Motors



Sicherheit
Vertrauen
Telemetrie
Kontrolle
Redundanz
2,4GHz & 900MHz
Management
Effizienz

www.hacker-motor.com

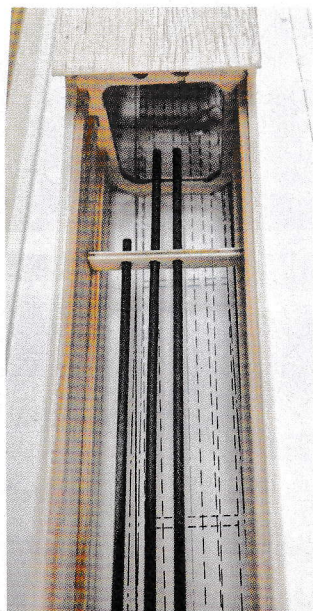
Hacker Motor GmbH · Schinderstrassl 32 · 84030 Ergolding · info@hacker-motor.com



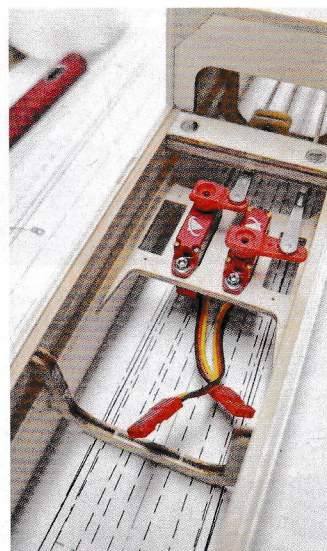
Zwischen den Spanten werden die Bowdenzughüllrohre nochmals geführt – nicht vergessen beim Einfädeln.



Eine Öffnung im Rumpfboden gibt den Motorkabeln den nötigen Raum.

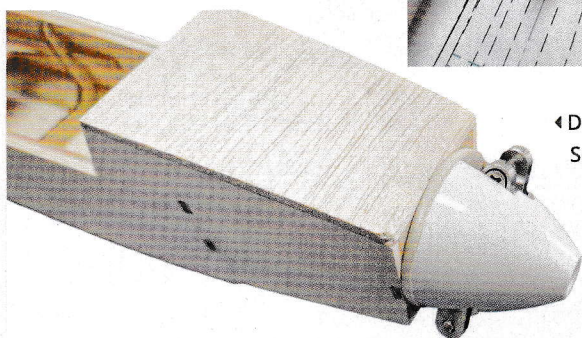


Das Seitenruderhüllrohr endet unter dem Flächenausschnitt früher, da es im Rumpf hinten länger bis zum Austritt läuft. Die freie Länge wird mit einer Polystal-Schubstange sicher überbrückt – wer will, kann hier aber auch eine zusätzliche Führung setzen.



◀ Um den letzten Lagerpunkt der Bowdenzughüllrohre korrekt setzen zu können, sollten die Schubstangen samt Gabelkopf in die Servohebel eingehängt werden.

◀ Der Schleifring gibt eine Orientierung beim Schleifen des Rumpfes – er wird mit montiertem Motor und aufgesetztem Spinner am Rumpf ausgerichtet und verklebt.



Antrieb und Servos

Motor: Hacker A30-14 L-LN V4 800 kV oder aero-naut actro-n 35-4-790

Akku: 3s-LiPos bis 3.800 mAh, 4s-LiPos bis 2.400 mAh

Regler: Hacker Spin 44 oder aero-naut actrocon 60

Propeller: Hacker/Falcon CFK-Klappluftschaube 11x6 oder aero-naut CAMcarbon Z 13x7

Spinner: aero-naut-Z-Spinner 42 mm mit Spannkonus Motorwelle 5 mm

Servos im Rumpf: 2x KST X10 Mini oder Chaservo HV85

Flächen-Servos: 4x KST X08 oder Chaservo HV85H

Das Schließen des Rumpfes mit der unteren Beplankung und das Verkleben des Schleifring 1 beendet den Rumpf-Rohbau. Und damit ist es Zeit für eine Pause – in der nächsten Ausgabe beschreibe ich den Aufbau der Außenflügel und Ohren und wir komplettieren unseren Therm SL-X. Bis dahin wünsche ich Ihnen viel Bauvergnügen.

Einkaufsliste

zusätzlich zu den Laserteilen (im Materialsatz 6212184 enthalten):

- 7x Balsabrett 1,5 mm
- 8x Balsabrett 2 mm
- 5x Balsabrett 3 mm
- 4x Balsa Dreikantleiste 6x6 mm
- 3x Balsa Dreikantleiste 12x12 mm
- 7x Kiefernleiste 3x10 mm
- 16x Kiefernleiste 3x5 mm
- 1x Buchenrundstab Ø 6 x 200 mm
- 1x Buchenrundstab Ø 3 x 20 mm
- 1x CFK-Stab Ø 8 x 430 mm
- 1x CFK-Stab Ø 8 x 280 mm
- 2x Alurohr Ø 9/8,1 x 220 mm
- 2x Alurohr Ø 9/8,1 x 145 mm
- 4x CFK-Stab Ø 4 x 148 mm
- 4x Alurohr Ø 5/4,1 x 75 mm
- 1x Nygonschraube M3 x 30 mm
- 1x Einschlagmutter M3
- 12x Magnet Ø 6 x 3 mm
- 2x Nygonschraube 6x40 mm
- 3x Bowdenzug-Außenrohr Ø 3 x 1.000 mm
- 3x Polystal-Schubstange 1,6 x 1.500 mm
- 13x Gabelkopf M2
- 1x Gewindestange M2 x 500 mm
- 7x Mutter M2
- 7x Ruderhorn 22 mm

Therm SL-X

Konstruktion: Wolfgang Werling, 2026

Technische Daten

Spannweite: 3.330 mm

Länge: 1.530 mm

Rohbaugewicht: ab 1.250 g

Fluggewicht Elektro: ab 1.950 g

Flächeninhalt: 70,3 dm²

Flächenbelastung: 27,7 g/dm²

Profil: SD 7037 mod.

Antrieb: Hacker A3014L-LN oder aero-naut actro-n 35-4-790

Regler: Hacker Master Spin 44 Pro oder aero-naut actrocon 60

Luftschaube: Falcon CFK Klapp 11x6 oder CAM-Carbon Z 13x7

LiPo: 3s - 4s, 1.800 - 3.800 mAh

RC: Motor, Seite, Höhe, Quer, Wölbklappe

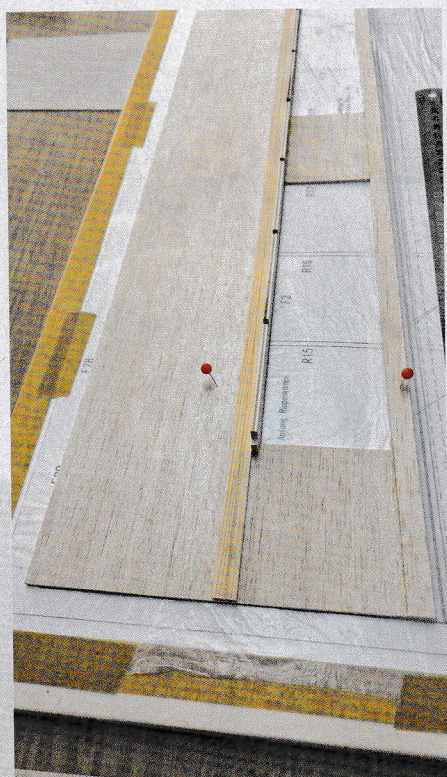


Unser Rohbau des Thermys ist nun schon recht weit vorangeschritten. Den rohbaufertigen Rumpf legen wir zunächst bei Seite und beginnen mit dem Aufbau der Außenflügel. Am Ende des Beitrages ist unser SL-X bereit, auf Thermiksuche zu gehen.

Aufbau des Außenflügels

Der Aufbau ist fast identisch zum Mittelteil, mit folgenden Ausnahmen: Der Rippenkamm F2 beginnt erst ab Rippe 14, da ganz innen die Verbinder F4 sitzen – deshalb wird R13 auch erst später verklebt. Außerdem wird im hinteren Bereich eine 2 mm dicke Leiste unter die Flächenleiste F30 gelegt (nicht verklebt!), um eine leichte Verwindung des Außenflügels zu realisieren. Zudem besteht der Holm F27 innen aus zwei Kiefernleisten, der nach außen auf eine Leiste reduziert wird.

Der Aufbau der Außenflächen beginnt mit dem Zusammensetzen der unteren Beplankung und dem Verkleben der unteren Holme und des Rippenkammes.



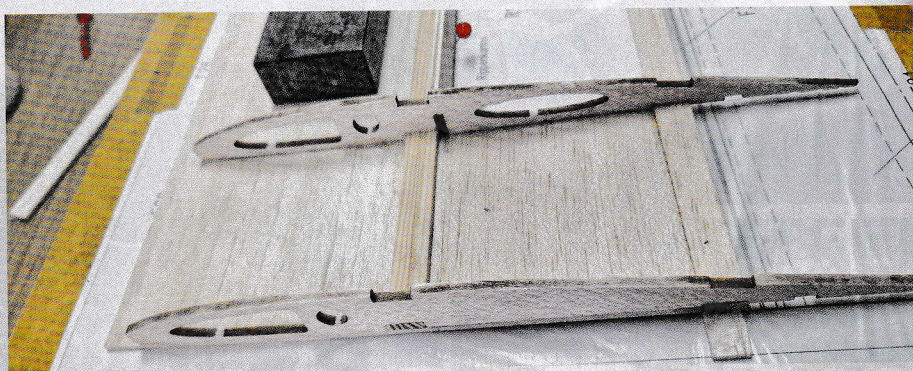
75 JAHRE FMT

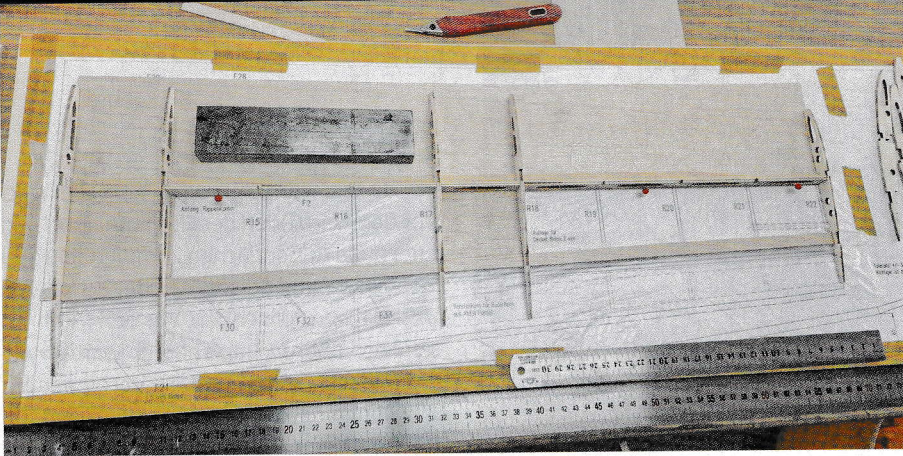
Thermy SL-X von Wolfgang Werling – das Finale



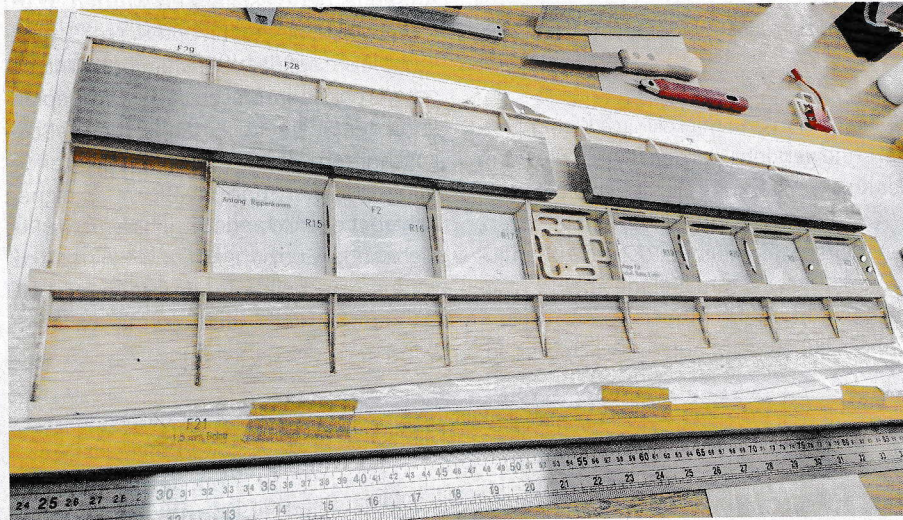
Die Steckungsrippe R22 wird genau nach Plan und mit leichter Schrägstellung entsprechend der Aussparung im Rippenkamm festgeklebt. Auch hier werden nun alle Ruderleisten und die Ruderbeplankung unten und oben angebracht. Es folgen die Alurohre F40 die Steckung der Ohren. Zudem ist es hilfreich, die Aufnahmelöcher der Magnete von hinten mit einem Balsarest zu verschließen.

Zum Erreichen der gewünschten Schränkung wird unter F30 ein 2-mm-Streifen gelegt.





Die Rippen werden positioniert und verklebt.



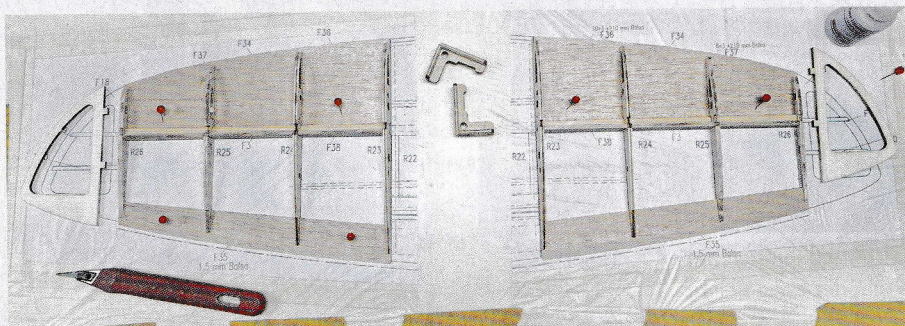
Die untere Ruderbeplankung wird wie am Mittelflügel hinten spitz ausgeschliffen.

Aufbau der Ohren

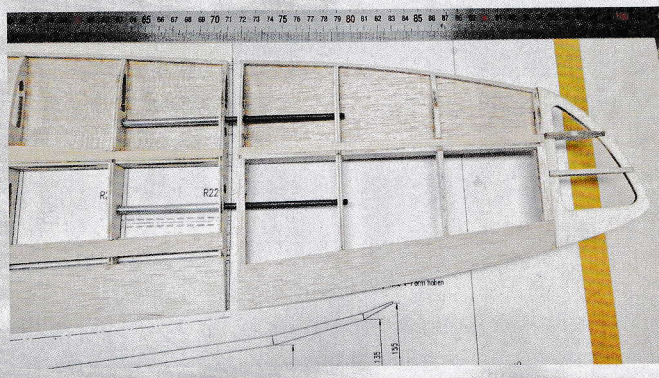
Der Aufbau der Ohren erfolgt auch direkt auf der unteren Beplankung, ohne zusätzliche Unterlage. Die Beplankung besteht hier aus 1,5-mm-Balsa. Zur Fertigstellung der Ohren wird der Randbogen F18 in die Rippe R26 gesteckt. Die Aufnahme muss man für die weitere V-Form des Randbo-

gens etwas anpassen. Der Randbogen wird dann mit den Rippen F19 und F20 verstärkt.

Das Verkleben der CFK-Steckungsstäbe F39 erfolgt im angesetzten Zustand – damit die Steckung fluchtet. Auch hier kleben wir hinter die Löcher für die Magnete in den Rippen R23 einen Balsarest, die Magnete werden erst nach dem Finish eingeklebt – ich klebe sie zuerst im Außenflügel



Der Aufbau der Ohren erfolgt direkt auf der auf dem Plan fixierten Beplankung.



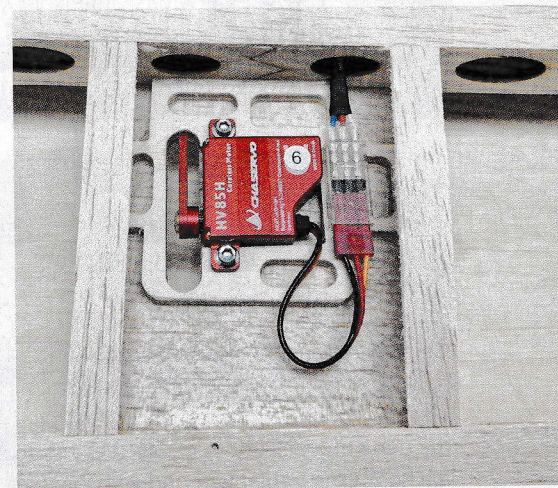
Zum Verkleben der CFK-Steckungen F39 werden die Ohren an die Außenflächen gesteckt – so fluchten die Steckungen perfekt.

ein und decke sie danach mit Tesafilm ab. Dann setze ich den zweiten Magneten auf, bringe 5-Minuten-Epoxidharz an die Klebefläche und setze das Ohr fluchtend an. So liegen die Magnete flächig aneinander und halten die Ohren sicher.

Die Ohren werden abschließend mit der oberen Beplankung und der Nasenleiste vervollständigt und verschliffen – nun können wir sie bügelfertig beiseitelegen.

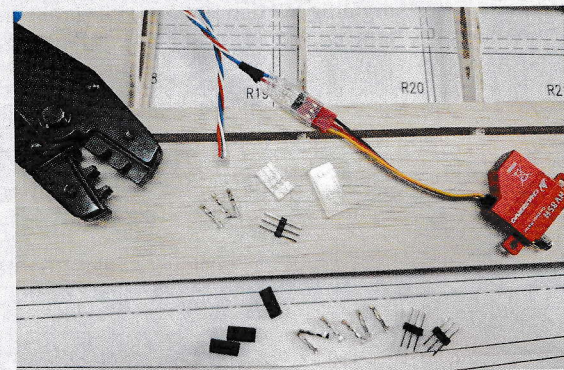
Servoeinbau mit Rahmen

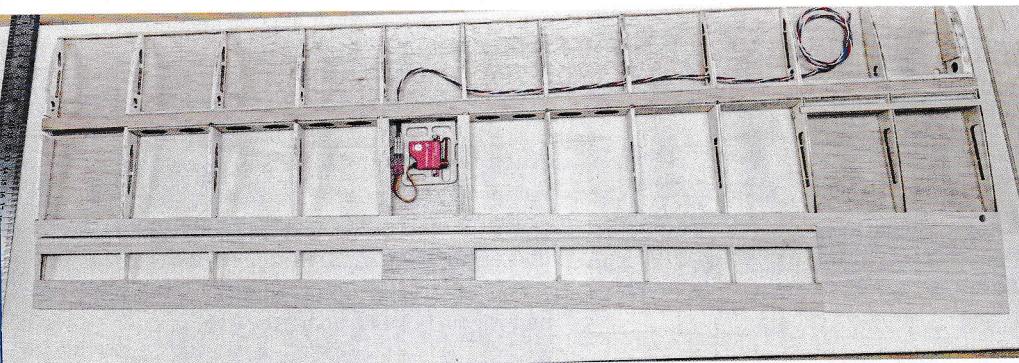
Bevor wir die Tragfläche fertig beplanken, werden die Servos installiert und die Kabel eingezogen. Für die Servomontage hat jeder seine eigenen Vorlieben – ich habe einen Servorahmen direkt auf die untere Beplankung geklebt und entsprechende Ausschnitte für den Servohebel eingebracht. Entsprechend der eingesetzten Servos sind die Rahmen schnell in Eigenregie erstellt oder man benutzt die herstellerseitig angebotenen Rahmen. Je nach verwendetem Servorahmen kann es sinnvoll sein, diesen zunächst auf eine Lage 2-mm-Balsa zu kleben, deren Unterseite der Profilkontur an-



▲ Beispiel für die Servomontage auf einem selbst gefertigten Rahmen.

▼ Mit dem Premium-Servokabel und Crimp-Zubehör von PowerBox Systems sind leichte Servo-Verlängerungen schnell selbst erstellt.





Nicht vergessen: Vor dem Beplanken der Oberseiten müssen die Servo-Verlängerungskabel eingezogen werden.

gepasst geschliffen wird – oder wir legen die Rahmen mit nur leichtem Druck in ein Kleberbett aus eingedicktem Harz. Das Flächenprofil ist im Bereich der Servoposition relativ eben, dennoch wollen wir beim Kleben ein Abzeichnen in der Beplankung vermeiden.

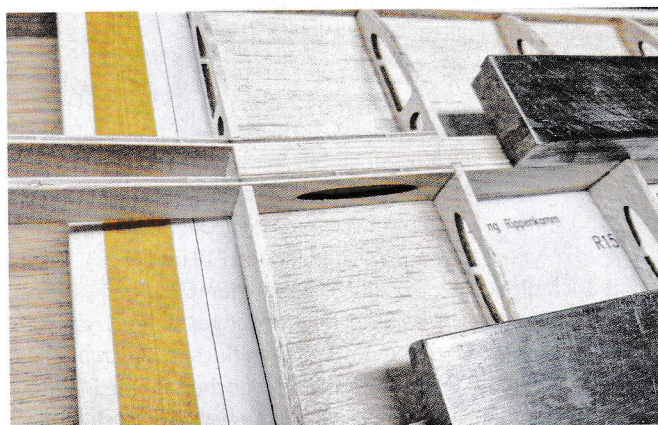
Ob wir über den Servos später in der oberen Beplankung einen abnehmbaren Deckel einlassen und mit Balsastreifen eine Auflage schaffen oder das Feld einfach mit Folie verschließen, bleibt dem Erbauer überlassen. Wir haben an den beiden Prototypen des SL-X beide Varianten ausprobiert – entscheiden Sie selbst. Ebenso ist es Ihnen überlassen, die Servokabel durch Löten zu verlängern, fertig konfektionierte Verlängerungskabel zu verwenden oder den Stecker einer Verlängerung selbst zu crimpen.

Verbinden und Beplanken der Tragflächen

Getreu dem Sprichwort „Viele Wege führen nach Rom“ können wir nun entscheiden, ob wir vor dem Verkleben der Mittelflügel mit den Außenflächen zunächst die Außenflächen fertig beplanken und verschleifen oder zuerst die Flächen mit den Verbindern F4 unter Beachtung der richtigen V-Form miteinander verkleben und dann die Oberseiten beider Flächenteile beplanken.

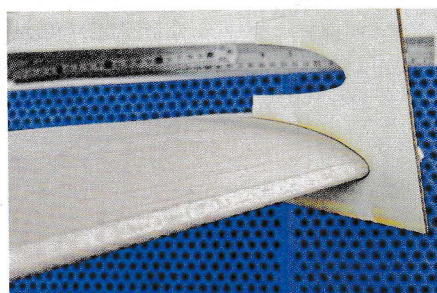
In beiden Fällen gilt, dass die Verbinder

F4 passgenau und mit reichlich Kleber platziert und verklebt werden. Durch die Form der Knickverstärkung ergibt sich die V-Form – ja nachdem wie gut die Verbinder sitzen, unterlegen wir die Rippe R22 am Außenflügel um 56 bis 59 mm. Solange beide Tragflächenhälften gleich hoch unterlegt sind, kommt es hier nicht auf den Millimeter an.



◀ Für das verzugsfreie Aufbringen der oberen Beplankung sollten die Flächen gut auf dem Baubrett fixiert werden.

▼ Die beplankten Außenflächen können vor dem Verkleben mit dem Mittelteil rohbaufertig verschliffen werden.



▲ Profilschablonen helfen beim finalen Schliff der Nasenleiste.

Hier sind die Verbinder/Knickverstärkungen F4 in eine Außenfläche eingesetzt – sie müssen sorgfältig mit den Holmen und der Beplankung verklebt werden.

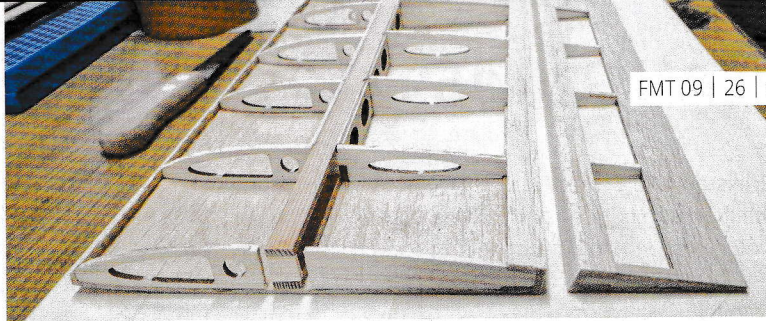


angedrückt, mit Nadeln fixiert und mit Gewichten beschwert. Da UHU Hart recht schnell trocknet, kann die Beplankung nun nach vorne zur Nasenleiste angedrückt und mit Klebeband und Nadeln fixiert werden. Auch hier helfen Gewichte, damit die Beplankung gut auf den Rippen anliegt.

Nach dem Trocknen werden die Stirnseiten beschliffen und die Nasenleisten angeklebt. Für den finalen Schliff der Nasenleiste verwenden wir zur Kontrolle die gezeichneten Profilschablonen. Diese liegen dem Bausatz auch als Laserteil bei.

Ruder heraustrennen und beplanken

Das Trennen der Ruder erfolgt mit einem feinen Sägeblatt oder einer Zugsäge ent-



◀ Die Verkastung der Landeklappe – die Scharnierachse liegt auf der Flächenunterseite, nach oben wird ein nur geringer Ausschlag benötigt.

Anzeige

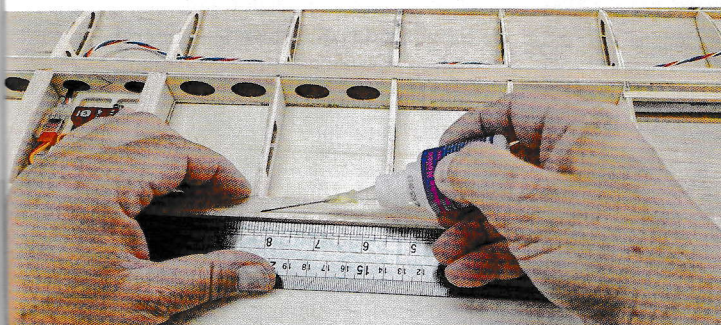


PAULOWNIA HOLZ
Franz Hammerschmied

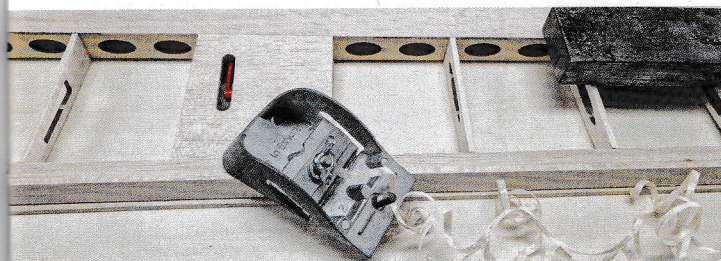
Paulownia-Holz aus Österreich
Fester als Balsa = geringere Dicke = gleiches Gewicht

WWW.PAULOWNIA-HOLZ.AT
INFO@PAULOWNIA-HOLZ.AT +43 676 821 261 866

▲ Zum Trennen der Ruder von den Flächen eignet sich eine Zugsäge.



▲ Die Ruderabschlussleiste wird beim Kleben mit einem Stahllineal fixiert, sie bildet später die Scharnierlinie.



▲ Immer wieder Hobelspäne... die Ruderabschlussleiste wird in die Profilkontur gebracht.



Eine Außenfläche vor dem Verkleben mit der Mittelfläche – zu sehen ist hier auch der Freiwinkel am Querruder.

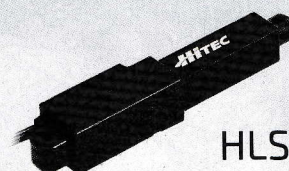


HITEC
EUROPE

*Das Beste aus
zwei Welten*



RR Learjet



HLS12-30210

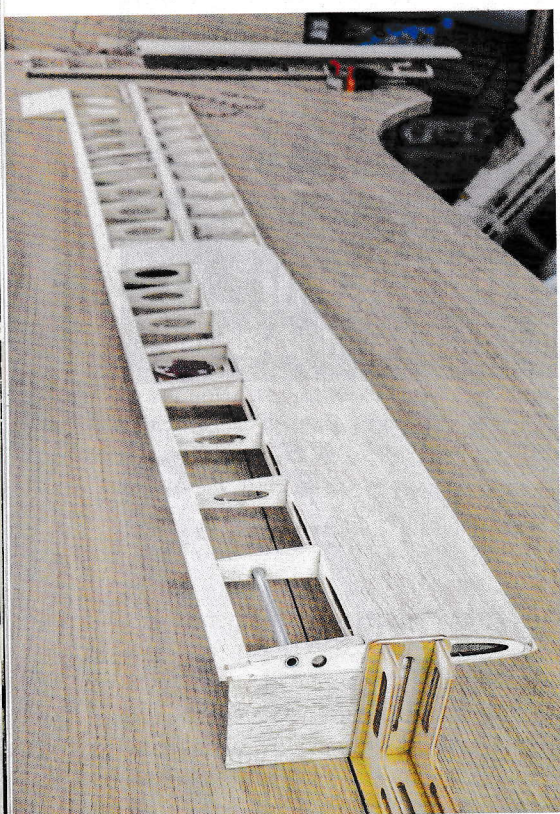
multiplex-rc.de

lang der Ruderleisten. Die Schnittflächen werden überschleift und mit den Leisten F16 und F32 verschlossen. Entsprechend der Schnittdarstellungen ist dabei auf den korrekten Freiwinkel zu achten, um die erforderlichen Ruderausschläge realisieren zu können.

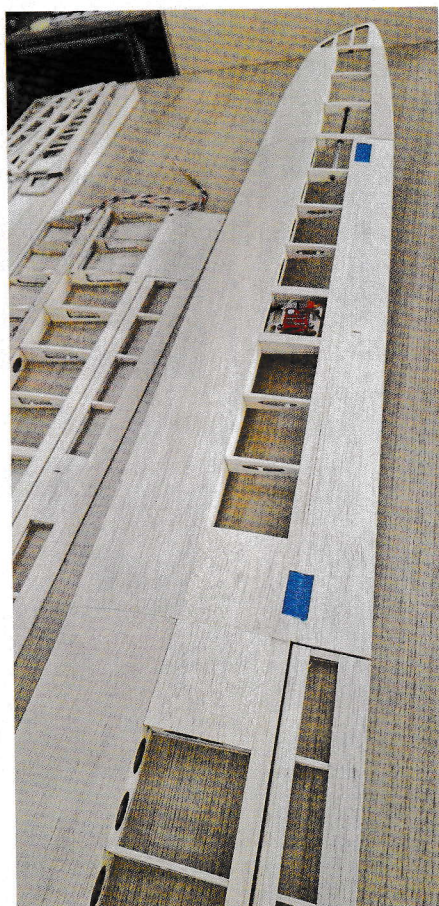
Flächen verbinden und Mittelteile beplanken

Die Außenflächen sind nun praktisch rohbaufertig – seitlich schauen die Knickverbinder F4 heraus. Die oben noch offenen Flächenmittelteile legen wir eben auf das Baubrett und beschweren sie, um anschließend die Außenflächen anzustecken und bei R22 zu unterlegen – dabei müssen wir auch die Kabel der Querruderservos in den Mittel-

▲ Sind die Querruderkabel bis zur Wurzel eingezogen, ist auch das Mittelteil bereit zum Beplanken der Oberseite.

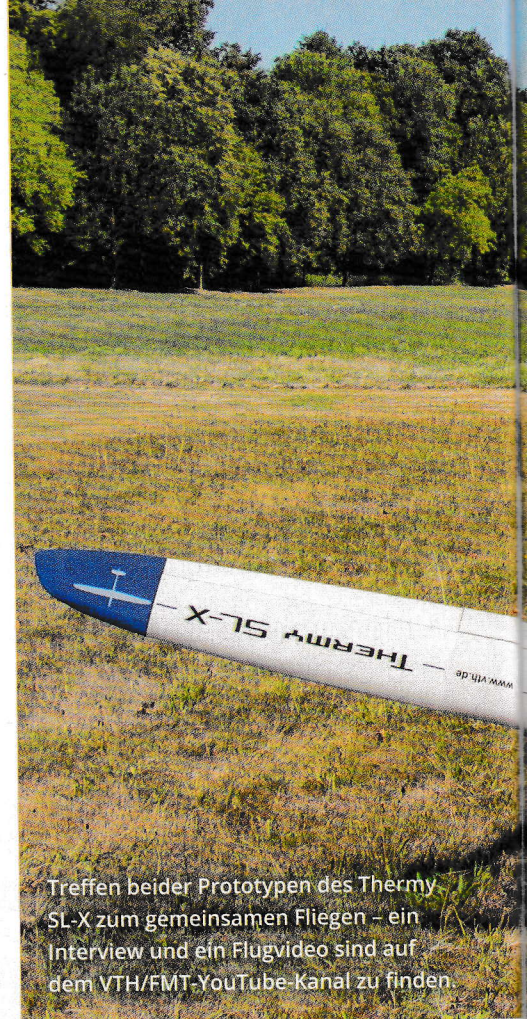
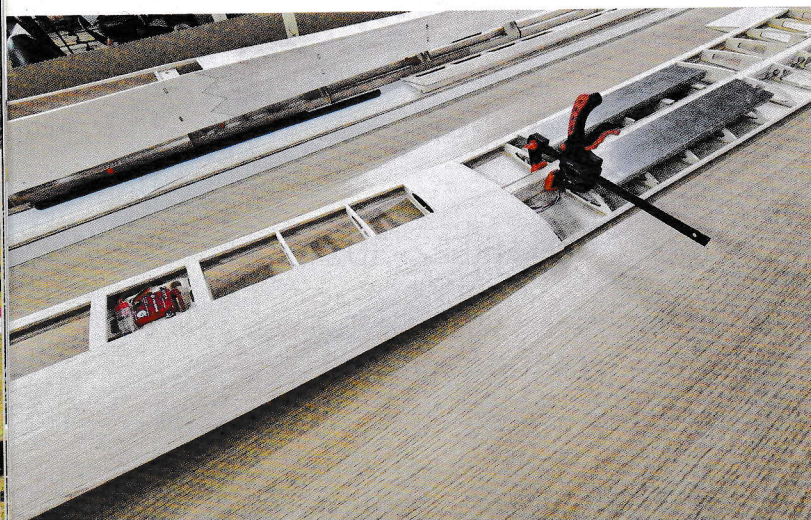


Zum Verkleben der Flächenteile wird die Außenfläche 56 mm unterlegt – dabei muss auch die Schränkung beachtet werden.



▲ Fertig – die Flächen sind verschliffen und bereit für das Folienfinish.

◄ Die Verbindungen F4 werden mit einer Zwinde zum Kleben an den Holmen fixiert.



Treffen beider Prototypen des Therm SL-X zum gemeinsamen Fliegen – ein Interview und ein Flugvideo sind auf dem VTH/FMT-YouTube-Kanal zu finden.

teilen einziehen. Passt alles gut zusammen, werden R12 und R13 sowie F4 auf der unteren Beplankung und mit den Holmen F10 mit reichlich Kleber verbunden.

Nun folgt das Aufbringen der oberen Beplankung auf den Flächenmittelteilen. Das Setzen der Nasenleiste und der finale Schliff beenden dann den Flächenrohbau.

Das Seitenruder ist mit Vlies-Scharnieren angeschlagen.

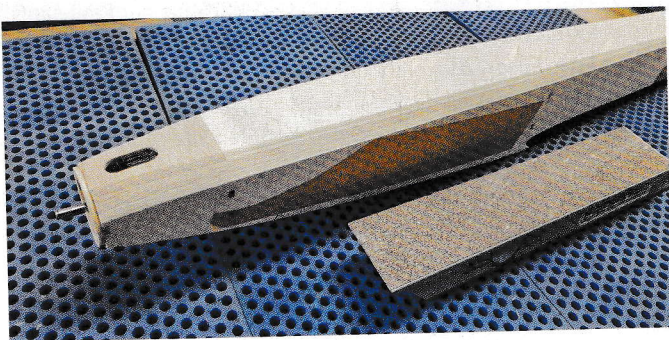




Letzte Arbeiten vor dem Finish

Jetzt können wir den finalen Schliff des Rumpfes vollenden. Die Nase mündet im kreisrunden Spinnerübergang – dabei gibt

der Schleifring eine gute Orientierung. Falls es mit den Kabeln bei der Montage des Motors zu eng wird, kann man eine Aussparung in diesem Bereich in den Rumpfboden schneiden – das ergibt 3 mm mehr Platz.



Im ersten Schritt wird beim Schleifen des Rumpfes beidseitig eine 45°-Phase angeschliffen.

Für die Befestigung des Akkus ist im Plan das Akkubrettchen 35 gezeichnet; dieses liegt, wie auch das Servobrettchen 19, den Laserteilen bei. Je nach Servo- und Regler-Typ sowie dem gewünschtem Akku müssen die Teile etwas angepasst werden – sie sind als Hilfestellung zu verstehen, die an die eigenen Vorstellungen angepasst werden sollten. Mein 4s-Akku wird auch in anderen Modellen eingesetzt und ist auf einem kleinen Sperrholzbrettchen mit Klebeband befestigt. Das Brettchen mit dem Akku wird mit einer Schraube im Rumpf befestigt.

Ich empfehle, mit dem den Akku-Typ den Schwerpunkt einzustellen. Deshalb beenden wir zunächst das Finish. Das Seiten-

Anzeige

RC-FLUGZEUGE AUF WELTMEISTERNIVEAU
FÜR EINSTEIGER, FORTGESCHRITTENE UND PROFIS
VON AMTIERENDEN WELTMEISTERN ENTWICKELT
RC-KUNSTFLUGMODELL
INSPIRIERT VOM
MODERNEN
STRAHLFLUGZEUG

Spannweite 850mm
Länge 990mm
Gewicht ab 230g
Motor MF 2815CA-14.5 2300kv
Propeller Gemfan 4-blade 6/3.8"
3S LiPo 600-900 2700mAh

Art.Nr. HC1910B
CZ-GREY

9.5mm EPP

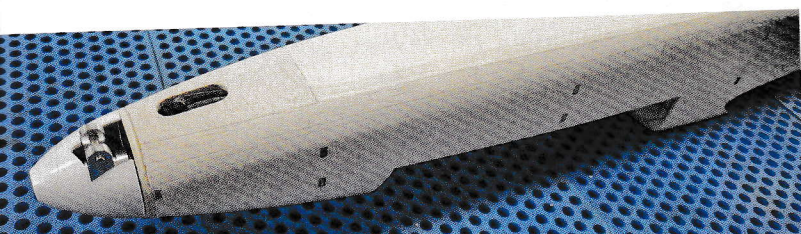
ALBATROS
SkyFOX 1mm Carbon
L-39

ARF

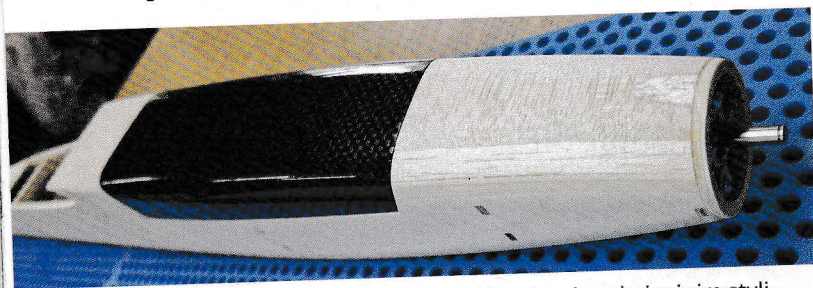
Art.Nr. HC1910A
BLUE

HACKER TM
MODEL PRODUCTION
SINCE 1990

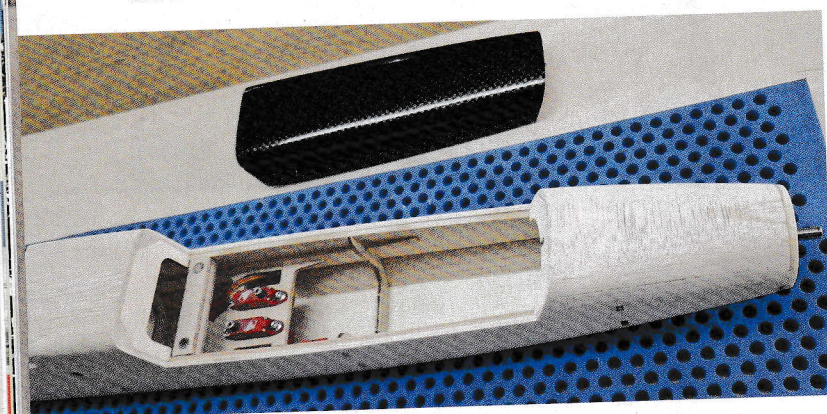
WWW.HACKER-MODEL.COM



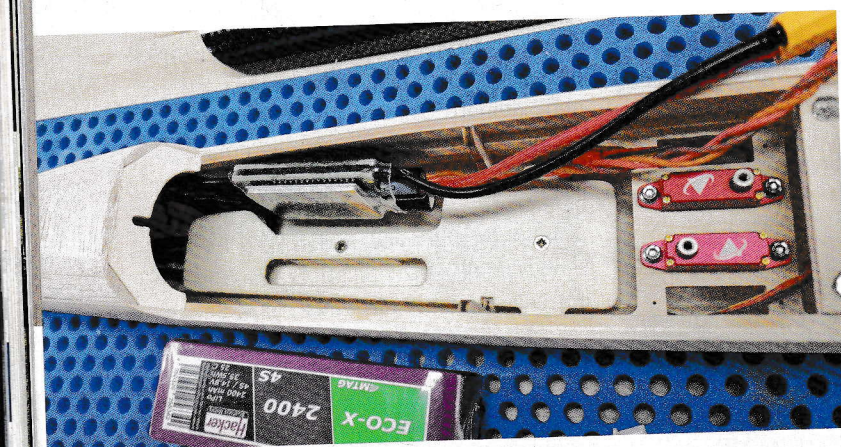
Die Rumpfkantur geht bis zum Spinner harmonisch in einen kreisrunden Querschnitt über – wie weit und wie stark der Rumpf hinten abgerundet wird, ist eine Frage des persönlichen Geschmacks.



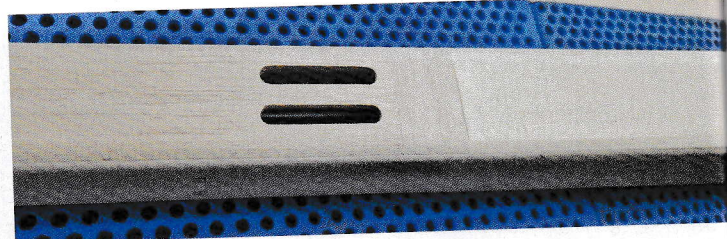
Das Folienfinish beginnt an der Kabinenhaube – bei mir im stylischen Carbon-Look.



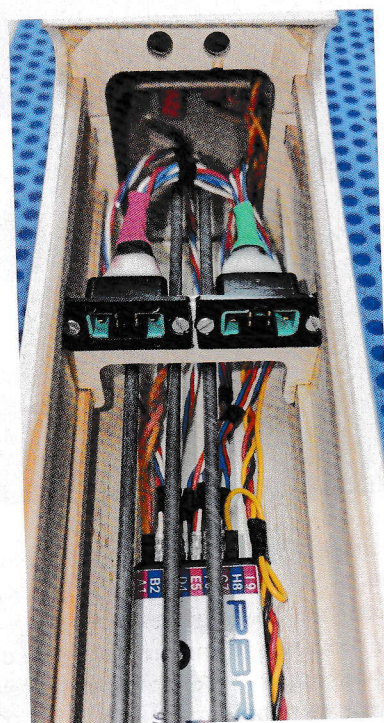
▲ ▼ Das Akkubrett wird nach eigenem Ermessen angepasst.



▼ Kurz vor dem Aufsetzen sollten die Wölbklappen wieder neutral gestellt werden, da sie sehr tief sind. Hier stehen sie noch in der mittleren Bremsstellung knapp oberhalb des Rumpfbodens.



Wenn vorn ein Spinner mit Kühlluftzufuhr installiert ist, muss die Luft auch irgendwo wieder aus dem Rumpf austreten – ob oben, seitlich oder unten ist wieder eine Frage des Geschmacks, solange die Rumpfstruktur nicht zu stark geschwächt wird.



Zei MPX-Stecker bilden den Tragflächen-Anschluss – zum einhändigen Stecken sind die Gegenstücke im Rumpf in einem Rahmen fixiert.



Die Polystal-Schubstangen werden vorsichtig angeschliffen, bis der M2-Gabelkopf mit sanfter Gewalt aufgeschoben werden kann. Sekundenkleber sichert den Sitz verlässlich.

leitwerk kleben wir ebenfalls erst nach dem Folienfinish ein. Bei der Ausrichtung achten wir darauf, dass sich das Höhenleitwerk noch darunter schieben lässt.

Die Ruder habe ich mit Bügelfolie befestigt – natürlich immer beidseitig bügeln. Die Haftung der Folie hängt sehr stark von der Sauberkeit des Untergrunds ab. Ich entferne den Schleifstaub zunächst mittels Staubsauger und Bürstenaufsatz; danach wische ich große Flächen noch mit einem Baumwolltuch ab.





Die Wölbklappenanlenkung: Das Ruderhorn sitzt bewusst ein gutes Stück hinter der Scharnierlinie, um fast 90° Ausschlag zu erreichen.



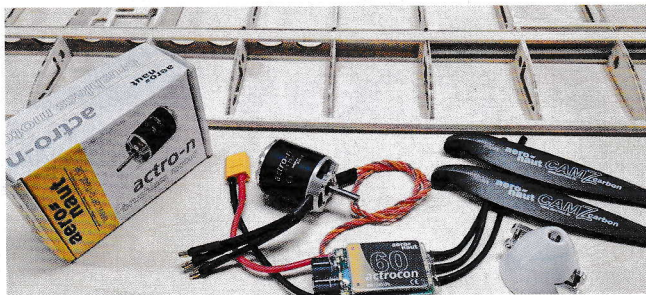
Eine Butterfly-Stellung mit fast 90° Wölbklappen Ausschlag ermöglicht senkrechte Abstiege in Zeitlupen-tempo und punktgenaues Landen.



Ob für die Anlenkung Kunststoffruderhörn verschraubt oder GFK-Hörner eingeklebt werden, ist dem Erbauer überlassen – hier die Version des ersten Prototyps mit einem Beplankungsdeckel, der mit Folie verschlossen wurde.

Gewicht oder Steigleistung

Zuletzt wiegen wir den Thermy SL-X nach dem eingezeichneten Schwerpunkt aus und überprüfen auch das Gleichgewicht um die Längsachse. Wenn Sie im Heckbereich besonders leicht gebaut haben, wird bereits ein 3s-LiPo mit 2.000 bis 2.400 mAh ausreichen, um den Schwerpunkt zu erreichen. Das wäre eine gewichtsoptimierte Wahl, mit der Abfluggewichte um die 2 kg erreicht werden. Unser finaler Prototyp wiegt mit einem 3s-2.200-mAh-LiPo 2.045 g. Mit den 3s-Antriebsvorschlägen ist bereits ein kräftiger Steigflug möglich. Sollte vorn etwas mehr Gewicht benötigt werden, kann ein 4s-Akku mit 2.400 mAh verwendet werden. Damit geht es – wenn gewünscht – dann senkrecht aufwärts.



Das aero-naut-Antriebsset mit dem BL-Motor actro-n 35-4-790, dem Regler actrocon 60, einem aero-naut-Z-Spinner 42 mm mit 5-mm-Spannkonus und die Klappflugschraube CAM-Carbon Z 12x6,5 Zoll.

Messwerte aero-naut actro-n 35-4-790

Luftschaube	LiPo 3s	LiPo 4s
Cam Carbon Z 12x6,5	~ 26 A / ~ 290 W	~ 35 A / ~ 470 W
Cam Carbon Z 12x8	~ 31 A / ~ 340 W	~ 41 A / ~ 530 W
Cam Carbon Z 13x8	~ 32 A / ~ 345 W	~ 43 A / ~ 560 W

Die Werte der Ruderausschläge für die ersten Flüge und die Leistungsdaten der empfohlenen Antriebe habe ich im ersten Teil der Beitragsserie bereits beschrieben. An dieser Stelle zeigen wir noch weitere Messergebnisse für das im VTH-Shop angebotene Antriebspaket von aero-naut.

Viel Freude mit dem Thermy SL-X

Die empfohlenen Werte sind eine Orientierung für den ersten Flug. Sie werden sicher schnell Ihre persönliche Einstellung finden. Programmieren Sie Flugphasen und nutzen sie die flugphasenabhängige Trimmung, dann ist die Feineinstellung des Tiefenruderausgleichs beim Butterfly ganz

einfach. Wer möchte, kann bei Verwendung der kräftigen Motorisierung auf dem Gas-kanal einen Kurven-

mischer programmieren und ab Halbgas etwas Tiefenruderausschlag zumischen.

Ich wünsche Ihnen viel Freude und Erfolg beim Bauen und viele entspannte Thermikflüge mit unserem Thermy SL-X.

Thermy SL-X

Konstruktion: Wolfgang Werling, 2026

Spannweite: 3.330 mm

Länge: 1.530 mm

Rohbaugewicht: ab 1.250 g

Fluggewicht Elektro: ab 1.950 g

Flächeninhalt: 70,3 dm²

Flächenbelastung: 27,7 g/dm²

Profil: SD 7037 mod.

Antrieb: Hacker A3014L-LN oder aero-naut actro-n 35-4-790

Regler: Hacker Master Spin 44 Pro oder aero-naut actrocon 60

Luftschaube: Falcon CFK Klapp 11x6 oder CAM-Carbon Z 13x7

LiPo: 3s - 4s, 1.800 - 3.800 mAh

RC: Motor, Seite, Höhe, Quer, Wölbklappe



Auf geht's zur Thermik-jagd.