

Unser hoch entwickeltes und unglaublich ausdifferenziertes Hobby verlangt nach einer riesigen Bandbreite an Zubehör. Die entsprechende Nachfrage schafft nicht nur die Existenzgrundlage für große Firmen, die Tausende von Artikeln anbieten, sondern auch für viele kleinere, oft sehr spezialisierte Unternehmen mit einer klar begrenzten Produktpalette. Zur letzteren Kategorie gehört auch die Firma Seidel Props, deren Inhaber Mario Seidel sich mit seinen Luftschrauben in den letzten Jahren einen Namen gemacht hat. Michael Rogg hat Mario Seidel für MFI interviewt und berichtet an dieser Stelle über seine Produkte sowie die wichtigsten Stationen auf dem Weg von der Passion zur Profession.

Michael Rogg

**MFI:** Mario, erzähle uns doch bitte kurz etwas zu deiner Person.

**Mario Seidel:** Ich bin Jahrgang 1973 und in Augsburg geboren. Zur Zeit lebe ich mit meiner Familie in Polling in der Nähe von Weilheim. Ich arbeite als freiberufl-

er usw. Einige Jahre später habe ich Elektrosegler und Hotliner geflogen. Es wurde bald offensichtlich, dass eine gute Abstimmung des Antriebs, insbesondere aber ein effizienter Propeller die Flugleistungen erheblich steigern konnte. So bin ich Schritt für Schritt in eine Materie eingestiegen, die mich nicht mehr losgelassen hat.

## ZU GAST BEI



## Wissenswertes über Luftschrauben

licher Konstrukteur im Sondermaschinenbau, und die Herstellung von Propellern ist für mich ein zweites berufliches Standbein. – Übrigens, da ich immer wieder mit einem Sternmotorenhersteller in Zusammenhang gebracht werde: Es ist mir wichtig, vorab klarzustellen, dass die Namensgleichheit reiner Zufall ist. Es bestehen keinerlei verwandtschaftliche oder sonstige Beziehungen. Ich habe mich ausschließlich auf die Herstellung von Propellern spezialisiert.

**MFI:** Würdest du bitte deinen Werdegang als Modellbauer kurz umreißen?

**M.S.:** Ich habe als Junge gerne Bussarde beobachtet. Sie haben mich so fasziniert, dass ich mit 14 Jahren mit dem Modellsegelfliegen begann. Bald danach folgten der erste Motortrainer, ein paar Eigenbauten

*Nach Abschluss des Studiums beschäftigte ich mich mit der Berechnung und Konstruktion von Luftschrauben, der parametrischen Beschreibung von Blattgeometrien usw.*

**MFI:** Wie hast du dir dein professionelles Wissen angeeignet?

**M.S.:** Ich habe an der FH Augsburg Maschinenbau studiert. Da ich vom Modellbauvirus infiziert war, nutzte ich die Gelegenheit und entwickelte für den Windkanal der FH einen Prüfstand, auf dem Propellerdaten unter Flugbedingungen sehr genau vermessen werden konnten. Ich baute einen ULTRA 3300/6 ein, den ich mit bis zu 1,5 kW Leistung beaufschlagen konnte. Der Aufbau war so ausgelegt, dass Drehzahl und Fluggeschwindigkeit zu variieren waren, sich aufgenommene und abgegebene Leistung und damit der Wirkungsgrad ermitteln ließen. Es war ein tolles Projekt, das mich richtig begeistert hat.

Nach Abschluss des Studiums beschäftigte ich mich mit der Berechnung und Konstruk-

tion von Luftschrauben, der parametrischen Beschreibung von Blattgeometrien usw. Bei meinen Leistungsberechnungen habe ich mich an die theoretischen Grundlagen von Professor Larrabee aus den USA gehalten. Ziel war immer, für ein vorgegebenes Flugzeug eine möglichst gute Kombination aus Antrieb und Luftschraube zu finden. Nach wie vor wird ein gutes Verhältnis zur FH Augsburg gepflegt, insbesondere zu Prof. E. Müller-Horsche. Verschiedene von mir gestellte Diplomarbeitsthemen – wie z.B. die Entwicklung einer dynamisch verstellbaren Propeller-einheit, der Aufbau eines Propellerprüfstands mit Messeinrichtungen oder verschiedene Schnittstellenprogramme für die Propellerkonstruktion – wurden inzwischen von engagierten Studenten ausgearbeitet.

**MFI:** Was waren für dich die wichtigsten Erkenntnisse aus deinen Versuchen?

**M.S.:** Ich habe damals über 130 der am Markt gängigen Klapp- und Starrpropeller vermessen. Ich war überrascht, als ich herausfand, dass z.B. manche Luftschrauben für kleinere Verbrenner oft nur einen Wirkungsgrad von 30 bis 40 % hatten. Es gab jedoch auch Luftschrauben, die immerhin bis zu 60 % Wirkungsgrad aufwiesen. Anderer-

seits stellte ich fest, dass dieser hohe Wirkungsgrad oft nur für eine bestimmte Größe aus einer Serie zutraf, während andere Größen im Wirkungsgrad deutlich abfielen. Eine der grundsätzlichen Lehren war, dass der Wirkungsgrad von Propellern bei gleicher Eingangsleistung mit dem Durchmesser zunimmt; ebenso sind hohe Steigungen und geringe Drehzahlen vorteilhaft. Findet man hier optimale Werte, kann man im Modellbau durchaus in den 70%-Bereich vorstoßen. Übrigens hat der Propeller des Experimentalflugzeugs MUSCULAIR, das von Menschenkraft angetrieben wird, einen Wirkungsgrad von 87 %. Ein Traumwert!

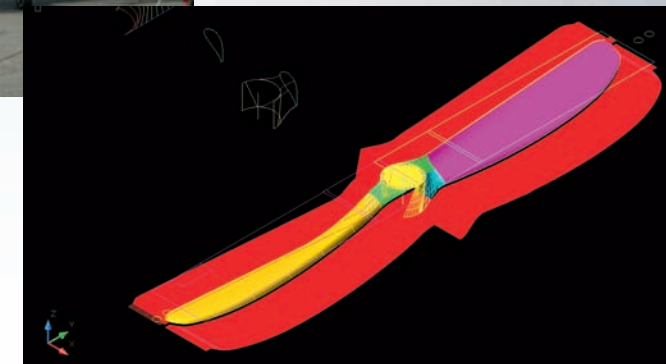
**MFI:** Da wir schon beim Thema Leistung sind: Viele Modellbauer sind der Ansicht, dass der Standschub Rückschlüsse auf die Leistung eines Propellers zulässt. Ist das zutreffend?

**M.S.:** Hier muss man ganz klar sagen: nein. Ich habe wiederholt die Erfahrung gemacht, dass Modellbauer die Begriffe Wirkungsgrad, Standschub und Leistung in einen Topf werfen. Das ist ein Irrweg. Um Aussagen zum Wirkungsgrad einer Luftschraube zu machen, fehlt bei der Standschubmessung eine entscheidende



◀ Vom Original zum Modell: Die Plattform des manntragenden Flugzeugs wird per Software abgegriffen ...

... die 3D-Zeichnung entsteht... ▼



... der Modellpropeller wird geschickt mit Patina gealtert ... ▼

... und kommt in seinem ureigensten Element zum Einsatz. ▼



Messgröße: die Fluggeschwindigkeit. Um ein Bild zu verwenden: Eine Luftschraube schraubt sich wie eine Gewindeschraube mit jeder Umdrehung nach vorne. Aber es gibt einen zentralen Unterschied zwischen einer Gewindeschraube und einem Propeller: Eine Gewindeschraube hat einen immer gleich bleibenden Fortschritt pro Umdrehung. Beim Propeller ist der Fortschritt variabel. Zudem ist er für eine bestimmte Fluggeschwindigkeit optimiert.

Im Klartext heißt dies, dass der Standschub keine Aussage darüber zulässt, welche Leistung ein Propeller im Flug liefert. Wähle ich für einen gegebenen Motor einen Propeller mit großem Durchmesser und wenig Steigung, erhalte ich so etwas wie einen Traktor. Bei geringer Geschwindigkeit wird viel gezogen, der Standschub ist hoch. Allerdings geht diesem Propeller im Flug schon bald der Schub aus. Wenn man so will, kann man sagen: Er kommt dem Flugzeug nicht mehr hinterher! Wähle ich das andere Extrem und verwende einen Propeller mit geringerem Durchmesser und hoher Steigung, erhalten wir, sagen wir mal, eine flotte Limousine. Das Gerät hat einen niedrigen Standschub, aber der Propeller hat im Flug die höhere Leistung, was zu deutlich höheren Endgeschwindigkeiten führt.

*Im Klartext heißt dies, dass der Standschub keine Aussage darüber zulässt, welche Leistung ein Propeller im Flug liefert.*

**MFI:** Kunden suchen natürlich immer den optimalen Propeller für ihr Modell. Wie gehst du vor, um den zu finden?

**M.S.:** Ich verwende umfangreiche Software, um den richtigen Propeller zu entwerfen und herzustellen. Zunächst werden bei einer Anfrage die Motordaten eingegeben. Hier sind die gewünschte Drehzahl und das Drehmoment von besonderer Bedeutung. Weiterhin werden Blattanzahl, Durch-

messer und Fluggeschwindigkeit vorgegeben. Damit sind die zentralen Berechnungsvorgaben festgelegt. Ergebnisse dieser Berechnungen sind die optimierte Steigung, der Wirkungsgrad und der Schub bei der Auslegungsgeschwindigkeit. Die Umfangsgeschwindigkeit der Blattspitzen wird ebenso ermittelt, die aus Lärmschutz- und Wirkungsgradgründen 0,8 Mach nicht überschreiten soll.

Das Programm erstellt einen ersten 3D-Blattentwurf, aus dem sich mit etwas Erfahrung schon Rückschlüsse auf die Güte der Luftschraube ziehen lassen. Mit diesen Erkenntnissen gehen wir in den Geometrieteil der Rechensoftware über. Je nach Kundenwunsch wird entweder ein erprobter Blattentwurf für reine Wirkungsgradoptimierung verwendet oder aus dem stetig wachsenden Fundus an Scale-Blattformen der entsprechende Flugzeugtyp ausgewählt. Al-

le geometrischen Eigenschaften des Blatts wie Tiefe, Dicke, Anstellwinkel und Holmlinien lassen sich parametrisch vorgeben. Neben den aerodynamischen Eigenschaften werden natürlich auch die Steifigkeit des Blatts, der an den Spitzen induzierte Widerstand und andere Dinge beachtet. Das Ergebnis dieser Berechnungen ist ein komplett dreidimensionales Propellerblatt, dessen Querschnitte ins 3D-CAD-Programm übertragen werden.

Zum Thema Optimierung sei hier einmal ein Beispiel aus der Praxis erwähnt. Eines Tages kam ein Modellbauer zu mir, dessen Rare-Bear-Modell rund 270 km/h erreichte. Er war auf der Suche nach einem effizienteren und vor allem originalgetreuen Propeller mit dem Ziel noch höherer Endgeschwindigkeit. Mit meiner Luftschraube schaffte er über 300 km/h. Wenn man weiß, dass der Luftwiderstand des Fliegers mit der 2. Potenz der Geschwindigkeitszunahme steigt, dann sieht man an diesem Beispiel deutlich, dass der neue Scale-Propeller einen beträchtlichen Betrag mehr Leistung in Geschwindigkeit umsetzen konnte.

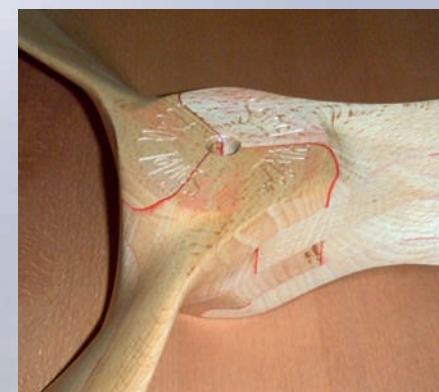
**MFI:** Zurück zum Herstellungsprozess. Wie geht es mit dem Propeller weiter?

**M.S.:** Jetzt stehen erst einmal umfangreiche CAD-Arbeiten an. Es geht ja nicht nur um den Propeller an sich. Es müssen auch solche Dinge wie die Dimensionen des Roh-

Um die Zugfestigkeit zu erhöhen, werden im Nabenbereich Glasbänder eingelegt. ▼



Optimierte Formgebung und Überlappung garantieren höchste Festigkeit im Nabenbereich. ▼



Die besondere Formgestaltung sorgt für ein optimales Ineinandergreifen der einzelnen Lamellen. ▼





◀ Der Feinschliff erfolgt in Handarbeit. Eine Signalfarbe erleichtert den gleichmäßigen Abtrag.

lings, der Arbeitsbereich der Fräse, Einspannmöglichkeiten usw. berücksichtigt werden. Anschließend wird die fertige 3D-Zeichnung in ein CAM-Programm importiert, in dem mit Hilfe verschiedener Strategien die Fräsbahnen erzeugt und abgespeichert werden, um sie der Fräsensteuerung zu übermitteln.

**MFI:** Was gibt es denn zum Fräsen selbst zu sagen?

**M.S.:** Grundsätzlich wird das Werkstück abgezeit, wie jedes andere 3D-Werkstück mit Freiformflächen auch. Wer selbst versucht, einen Propeller oder ähnlich fragile Teile zu fräsen, wird feststellen, dass es überhaupt kein Problem ist, die erste Seite zu fräsen. Schwierig wird es bei der zweiten Seite, da das nun schon dünne Material leicht nachgibt und schwingt. Ich bitte um Verständnis dafür, dass ich hier nicht offenlege, wie ich dieses Problem gelöst habe.

**MFI:** Welche Materialien verwendest du für deine Luftschrauben?

**M.S.:** Meine Propeller werden überwiegend aus Holz gefertigt. Hier ist wegen des E-Moduls (= Elastizitäts-Modul) Buche die erste Wahl, weil sie mit zu den steifsten Hölzern zählt. Da der Propeller durch den Motor zu periodischen Schwingungen angeregt wird, ist eine hohe Steifigkeit für einen sauberen Lauf entscheidend. Wenn zweifarbig schichtverleimte Propeller bestellt werden, fertige ich diese aber auch aus Ahorn, Birke, Walnuss oder anderen Hölzern. Ein Kunde hat mich gebeten, Kirschbaumholz aus seinem Garten zu verarbeiten. Diesem Wunsch bin ich natürlich gerne nachgekommen.

**MFI:** Ein altes Schreinersprichwort sagt: Es gibt einen Buchhalter, aber keinen Holzhalter.

**M.S.:** An der Natur des Holzes und seiner Tendenz, sich zu verziehen, kann ich na-

Seidel Props produziert sowohl Propeller für Drohnen (links) als auch Scalepropeller (Mehrschichtpropeller für die Sopwith Pup, silberne Wilga-Propeller) und Propeller für manntragende UL-Flugzeuge (rechts). ▶

türlich nichts ändern; aber ich verwende nur gedämpftes, absolut astfreies und entsprechend gelagertes Material, das mir mein Schreiner perfekt vorbereitet. Außerdem werden unsere Mehrblatt- und schichtverleimten Propeller mit Epoxy bzw. PU-Leim verklebt. Das hat natürlich alles seinen Preis, aber so sind wir auf der sicheren Seite.

**MFI:** Und das Finish?

**M.S.:** Hier ist Handarbeit angesagt. Vor dem Feinschliff wird der gefräste Rohling mit einer Signalfarbe eingestrichen. So kann man leicht sicherstellen, dass beim Schleifen einerseits ausreichend, andererseits absolut gleichmäßig abgetragen wird. Schon beim Schleifen wird der Propeller auf beiden Achsen gewuchtet. Die Lackierung mit hochwertigem Zweikomponentenlack erfolgt außer Haus.

**MFI:** Bei Propellern ist Sicherheit immer ein großes Thema. Wie stellst du sicher, dass deine Kunden deine Luftschrauben innerhalb des vorgesehenen Rahmens bedenkenlos betreiben können?

**M.S.:** Die Hauptbeanspruchung beim Propeller ist die Fliehkraft der Blätter durch ihr Eigengewicht und die Drehzahl. Holz hat in Längsrichtung sehr gute spezifische Festigkeiten, auch Reißlänge genannt, vergleichbar mit Stahl. Daher haben Zweiblatt-Propeller üblicherweise keine Festigkeitsprobleme, so lange die Umfangsgeschwindigkeit unter 1 Mach (330 m/s) bleibt.

Bei der Fertigung von drei- oder mehrblättrigen Luftschrauben kommt bei der Verklebung der einzelnen Lamellen ein besonderes Verfahren zur Anwendung, das sicherstellt, dass sich die Teile großflächig überlappen. Zudem werden noch Glasrovings eingebracht. Damit erreichen wir eine ausreichende Festigkeit im Nabenbereich.

Es gibt drei Nachweisverfahren für die Sicherheit, die alle gleich-



wertig sind. Zunächst ist da die Festigkeitsberechnung über die einzelnen Blattquerschnitte zu nennen, die wir automatisch bei der Geometrieberechnung durchführen. Es wird stets mit dem Sicherheitsfaktor zwei gearbeitet, d.h. die Querschnittsbelastungen dürfen in der Praxis höchstens den halben Wert dessen erreichen, was zur Zerstörung des Holzes notwendig wäre. Die zweite Möglichkeit ist ein Testlauf auf einem Motorteststand. Der Propeller wird dabei mit einer 1,5-fach überhöhten Drehzahl betrieben, was ebenfalls einer doppelten Belastung gleichkommt. Diese Methode wird üblicherweise bei Propellern für manntragende Flugzeuge angewendet. Als letzte Möglichkeit kommt noch eine statische Zugprobe der Blätter in Betracht, was jedoch den Propeller zerstört. Hier wird mit dem doppelten Wert der Fliehkräfte gezogen, die im Betrieb zu erwarten sind.

**MFI:** Aus welcher Ecke des Flugmodellbaus kommt die Mehrzahl deiner Kunden?

**Die Hauptbeanspruchung beim Propeller ist die Fliehkraft der Blätter durch ihr Eigengewicht und die Drehzahl.**

**M.S.:** Meist wenden sich Modellbauer an mich, die großvolumige Motoren betreiben und für ihr akribisch vorbildgetreu gebautes Modell

auch einen Scale-Propeller haben möchten – der zudem noch mit seinen Leistungsdaten trumpfen kann. Der andere Hauptteil der Anfragen kommt aus dem Bereich der Experimentals, bei dem für sehr spezielle Antriebsauslegungen Propeller gefordert sind, wie z. B. leistungsstarke Elektroantrie-



▲ Mario Seidel an seinem Stand beim Sternmotortreffen in Untermünkheim 2010.

be, Speedflugzeuge, Pusher und andere Sonderprojekte.

**MFI:** Gib uns doch bitte einen kurzen Überblick über deine Produktpalette.

**M.S.:** In erster Linie fertige ich Holzpropeller für alles, was mit Luftströmung und Drehbewegung zu tun hat. Ein- bis fünfblättrig, rechts-/linkslaufend, Propeller, Repeller (Windmühlen), von 5 Zoll bis 200 cm Durchmesser. Sie finden oft in Warbirds, Rennflugzeugen oder Scalemodellen Verwendung. Das reguläre Programm startet bei 35 Zoll aufwärts. Alle Propeller können in unterschiedlichen Fertigungsgraden bestellt werden, z. B. unlackiert



Diese Propeller für einen Koaxialantrieb wurden ebenfalls von Mario Seidel entwickelt. ▶

Als interessantestes Projekt bezeichnet Mario Seidel die Entwicklung eines Koaxialpropellers. ▶



oder ungeschliffen. Ich habe aber auch schon den Formenbau für spezielle Hubschrauberblätter für einen Rekordversuch übernommen, stelle Luftschrauben für wissenschaftliche Forschungsdrohnen und Schwebepattformen oder für den manntragenden UL-Bereich her.

**MFI:** Was war dein bislang interessantes Projekt?

**M.S.:** Interessant finde ich eigentlich alles, was mit Luftschrauben zu tun hat. Aber besonders interessant war für mich zum Beispiel die Entwicklung eines Koaxialantriebs für einen 2,5-kW-Elektroantrieb.

**MFI:** Deine Firmenphilosophie?

**M.S.:** Oberste Priorität hat die Kundenzufriedenheit. Meine Kundschaft wird des-

halb stets intensiv betreut. Ich liefere ausschließlich für einen bestimmten Zweck zugeschnittene Qualitätsprodukte. Sollte ein Kunde mit einem Produkt tatsächlich nicht zufrieden sein, biete ich kostenlose Nachbesserung an, auch wenn dies bedeutet, dass ein neuer Propeller gefertigt werden muss. Dabei darf nicht ohne Stolz gesagt werden, dass dieser Service bislang nur sehr selten in Anspruch genommen werden musste, da die meisten Propeller auf Anhieb wie beabsichtigt funktionierten.

**MFI:** Ich bedanke mich im Namen unserer Leser für die ausführlichen Informationen und wünsche deiner Firma weiterhin viel Erfolg.