

Basics - Impeller Aufbau und Wirkungsweise

Autor: Peter Kaminski

Fotos und Abbildungen: Fa. Schübeler, Fa. WeMoTec, Joachim Schuster

Wir möchten an dieser Stelle eine Einführung in die Technik des Impellers geben. Der Beitrag richtet sich an die Modellbauer, die sich mit dem Thema Impeller etwas näher beschäftigen möchten. Gerade für Einsteiger ist der Beitrag sicherlich hilfreich um die Zusammenhänge rund um den Antrieb besser verstehen zu können.

Literatur

Für diejenigen, die sich intensiver mit der Impeller-Technik beschäftigen möchten, gibt es folgende Buchempfehlungen in deutscher Sprache, die intensiver auf die Technik eingehen:

- Elektro Impeller, Ludwig Retzbach, Neckar-Verlag, ISBN: 3788311029
- Das Elektro-Impeller Buch, Dirk Juras, vth, ISBN: 3881800956
- Impeller – Der Traum von der Düse, Heinrich Voss, Neckar-Verlag, ISBN: 3788316187

Anzumerken ist dabei aber, dass alle diese Bücher schon etwas in die Jahre gekommen sind und aktuelle Aspekte der Impeller-Entwicklung leider nicht behandeln und vorgeschlagene Antriebskomponenten und Modelle nicht mehr aktuell sind.

Prinzip Ducted Fan

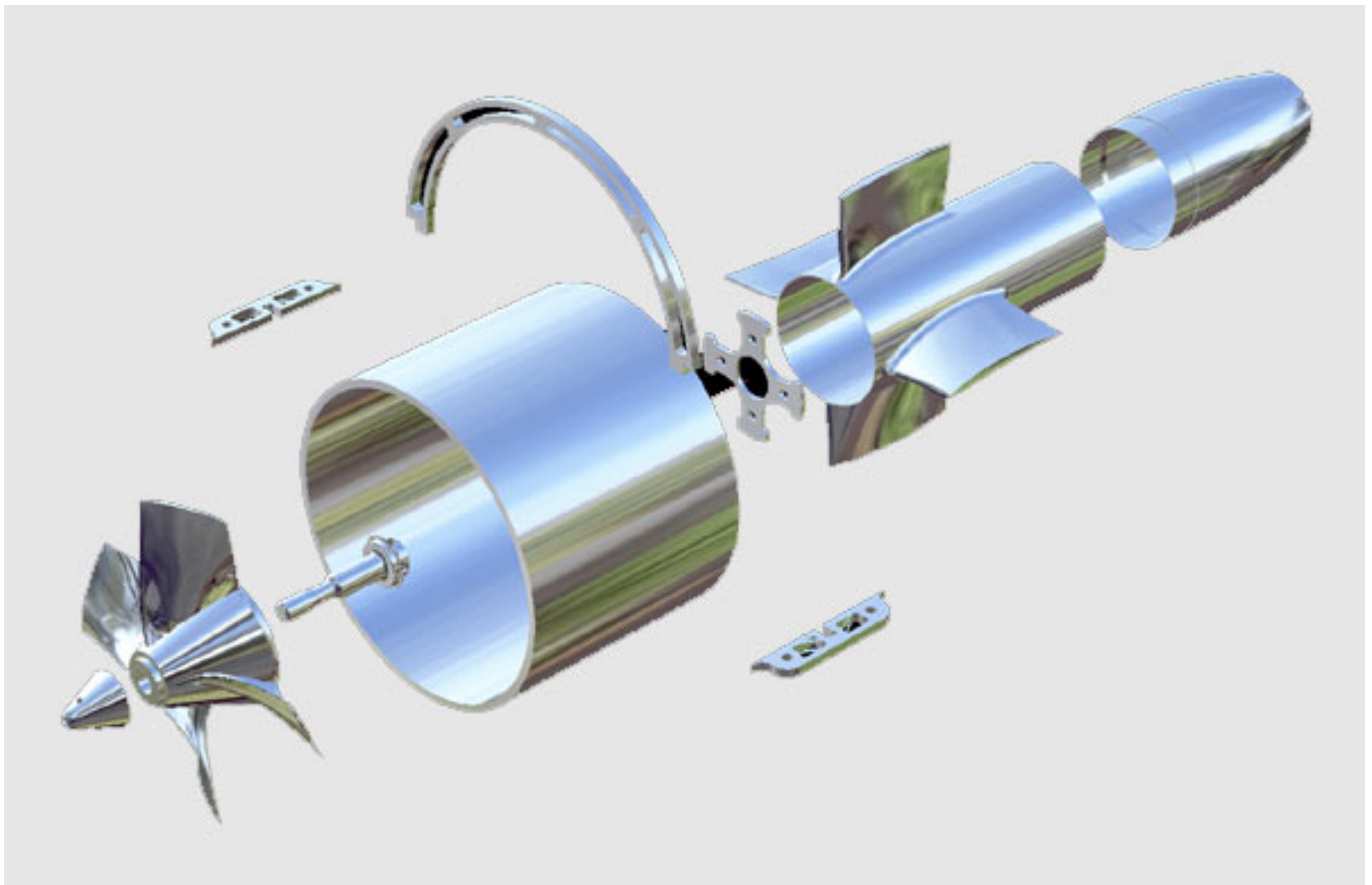


Abb. 1: Explosionszeichnung eines DS-51-DIA HDT

Bei dem Impeller-Antrieb handelt es sich um ein Strahltriebwerk, bei dem Luft in einem Strömungskanal zwangsgeführt und durch einen Propeller beschleunigt wird. Daher rührt auch die englische Bezeichnung „Ducted Fan“. Bei einem Impeller ist die beschleunigte Luftmasse kleiner als bei einem Propeller, dafür ist aber die Geschwindigkeit des Luftstrahls höher. Das Prinzip dahinter ist eine Verdichtung der Luft. Der Impeller ist also ein axial arbeitender Verdichter. Daher ist auch der Ausdruck Turbine falsch, denn dort wird die Strahlgeschwindigkeit durch die Entspannung eines unter Druck stehenden Mediums hervorgerufen - anders als beim Impeller.

Rotor

Hauptkomponente eines Impellers ist der Rotor (auch Läufer genannt) mit mehreren Blättern, bzw. Schaufeln und einem aufgesetzten Spinner. Mehrstufige Impeller, mit mehreren hintereinanderliegenden Rotoren spielen in der Modellflugpraxis keine Bedeutung. Der Rotor verfügt über drei bis zu zwölf Blätter. Bei zunehmendem Durchmesser von Impellern wird auch eine größere Anzahl von Blättern verwendet.



Abb. 2: fertig montierter Schübebler DS-51-DIA HDT

Angetrieben wird der Rotor von einem Elektromotor. Der Rotor wird über einen Mitnehmer, der auf der Rückseite innen in dem Rotor steckt, mit der Motorschnecke verbunden. Die Achse wird mit einer Schraube befestigt, wie man das von einem Propeller her kennt. Der Motor selbst steckt in einem Motorträger, der sogenannten Narbe. Auf der Narbe sitzt ein konisch zulaufender Strömungskörper zur aerodynamischen Optimierung des Übergangs von Motor in den Strömungskanal. Der Optimierungseffekt ist allerdings nicht sehr groß, so dass sich auch Impeller ohne Strömungskörper bei nur geringem Leistungsverlust einsetzen lassen.



Abb. 3: Strömungskörper des DS-51-DIA HDT

Wichtig ist auch, dass der Spalt zwischen dem Rotorblättern und dem Impellermantel so klein wie möglich ist. Damit wird verhindert, dass die Druckdifferenz vor und hinter dem Rotor sich über dieses Spalt ausgleichen kann. Der Spalt ist in der Regel kleiner als ein halber Millimeter. Es gibt auch Impeller, bei denen die der Rotors bewusst so groß ist, dass er leicht an dem Impellermantel schleift. Entweder man lässt ihn einfach einschleifen bis der Spalt groß genug ist oder man hilft mit sehr feinem Sandpapier nach und schleift die Rotorspitzen solange an, bis keine Berührung von Rotorblättern und Impellermantel festgestellt werden kann.

Unwucht

Ein zu beachtender Punkt ist, dass der Rotor gewuchtet ist. Bei den hohen Drehzahlen der Impellern von einigen Zehntausend Umdrehungen pro Minute machen sich auch kleine Unwuchten in starken Vibrationen bemerkbar. Hochwertige Markenimpeller sind in der Regel vorgewuchtet, aber bei vielen Billig-Impellern aus

Fernost bleibt einem das Nachwuchten nicht erspart. Dies stellt sich gerade bei kleinen Impellern, auf Grund der geringen Masse, gar nicht als so einfach dar. Auch sind nicht alle Geräte zum Wuchten von Propellern für das Wuchten von Impellern geeignet. Zum Wuchten trägt man z. B. etwas Klarlack auf ein Blatt und nimmt dann ggf. wieder von dem Lack so viel ab, bis der Rotor rund läuft. Wichtig ist natürlich auch, dass der Motor vibrationsfrei läuft, was aber nur bei Billig-Motoren ein Problem darstellen könnte.

Stator

Der Motorträger wird über den Stator mit dem Impellermantel verbunden. Der Stator hat aber auch eine sehr wichtige aerodynamische Aufgabe. Die im Impeller vom Rotor nach hinten strömende Luft hat nicht nur eine rein axiale Luftströmung, sondern auch einen rotierenden Anteil. Die Aufgabe des Stators mit seinen Leitflächen, die ähnlich wie ein Rotorblatt geformt sind, ist diese rotierende Luftströmung wieder axial auszurichten. Er trägt damit nicht unerheblich zum Gesamtschub bei. Bei einigen Impellern wird der Stator auch dazu genutzt die Motorkabel aerodynamisch zu verkleiden. Bei andern Impellern erfolgt dies über eine spezielle Strömungsverkleidung für die Motorkabel.



Abb. 4: Einzelkomponenten und montierter Midi Fan Pro von WeMoTec

Luftkanal und Luftführung

Ein kompletter Impeller-Luftkanal besteht aus dem Einlaufkanal, dem Impeller, bzw. Impellermantel, sowie einer Düse, die auf den Impeller-Mantel gesteckt wird. Beim Lufteinlauf ist es wichtig, dass die Übergänge und die Führung im Kanal weich - also ohne Kanten - verlaufen, da sich sonst Verwirbelungen bilden können, die zu Verlusten im Impeller führen.

Bei Schaummodellen ist häufig der ganze Luftkanal durch den Schaum geformt und nach dem Impeller wird die Wandung mit einer Folie ausgekleidet. Bei Holz- oder GFK-Modellen sind Einlauf und Düse als GFK- oder CFK-Komponenten ausgeführt, die in den Rumpf eingebaut werden und so die Luftführung vorgeben. Bei vielen Originalen gibt es zwei Einlauföffnungen. Bei den Modellen mit zwei Einläufen und einem Impeller-Triebwerk kommt als Einlauf ein sogenanntes Hosenrohr zum Einsatz, welches die beiden Luftströme zusammengeführt.



Abb. 5: Hosenrohr für eine SAVEX L-39

Wichtig ist, dass dem Impeller genügend Luft zur Verfügung steht, die er

durchsetzen kann. Häufig ist die Ansaugöffnung Scale-bedingt zu klein, denn die Turbinen benötigen nicht so große Lufteinlässe, da ja die Expansion des Kerosins den Schub verursacht und nicht der Luftstrom. Bei Impeller-Modellen behilft man sich daher oft mit Zusatzöffnungen. Das können z. B. Öffnungen im Bereich der Fahrwerksaufnahme sein, die zusätzliche Luft zuführen und zudem optisch nicht auffallen. Wenn der Faktor Scale nicht so eine große Rolle spielt, werden häufig sogenannte „Cheater Holes“ genutzt. Das sind Öffnungen am Boden des Rumpfes, die für zusätzliche Luft sorgen. Man darf aber auch nicht verschweigen, dass solche Öffnungen nicht unproblematisch sind, denn durch die Zusammenführung des Luftstroms vom Haupteinlass und des Luftstroms von unten, kann es auf Grund unterschiedlicher Strömungsgeschwindigkeit zu Wirbelbildung und damit wieder zu Verluste kommen. Es ergibt sich in der Summe aber trotzdem ein Gewinn.

Düse

Die Düse hinter dem Impeller verengt sich zum Abschluss hin und die Luft beschleunigt sich dadurch. Mit kleiner werdender Düse wird die Strahlgeschwindigkeit also erhöht und gleichzeitig der Standschub gemindert.



Abb. 6: Luftführung mit Hosenrohr (links), DS-51-DIA HDT Impeller (mitte) und Düse (rechts)

Man kann also über den Querschnitt die Maximalgeschwindigkeit, bzw. die Steigleistung eines Antriebs beeinflussen. Man sollte sich an den Angaben der Hersteller orientieren, die für ihre Impeller einen möglichen Bereich für Düsenaustrittsflächen empfehlen.



Abb. 7: Düse (28 cm) von WeMoTec mit Mini Fan pro, vorbereitet für den Einbau in einer HET Mig-15

offener Einbau

Bei großen Modellen, wie z. B. Turbinenmodelle, die für den Impeller-Antrieb umgerüstet werden, kommt auch noch der sogenannte offene Einbau des Impellers in Frage. Hier wird der Impeller im Rumpf eingebaut und mit einer Düse versehen, aber es existiert kein angeformter Einlaufkanal. Auf dem Impeller wird zur Optimierung der Luftströmung eine sogenannte Einlauflippe aufgesetzt, die für einen weichen Übergang auf den Impeller sorgt. Luft strömt bei dieser Einbauart auch am Impeller vorbei, ggf. durch den Befestigungsspannt in dem der Impeller sitzt. Durch diesen Einbau erhöht sich im Stand der Massenstrom und die Strahlgeschwindigkeit und führen zu einem höherem Standschub. Die Strahlgeschwindigkeit im Horizontalflug, und damit auch die zu erzielende Maximalgeschwindigkeit, verringert sich geringfügig, was aber in der Praxis kein Problem darstellt denn gerade bei größeren Modellen ist die erzielte Geschwindigkeiten in der Regel mehr als ausreichend.