

VDI-Z

01-02 | 2023

vdi-z.de

VDI¹
Fachmedien

Sonderteil
Werkzeug-
maschinen



KÜHLSCHMIERTECHNIK

Maßhaltigkeit
trotz kryogener
Kühlung

AUTOMATISIERUNG

Kollaborative
Montageprozesse
mit Behavior Trees

ADDITIVE FERTIGUNG

Einsatz der
Additiven Fertigung
im Musikinstrumentenbau



Wer mit Propellerflugzeugen in die Luft geht, sollte vollständiges Vertrauen in die Komponenten seines Flugzeugs haben. Dies stellt Geschäftsführer *Martin Albrecht* in seinem Kunstflieger ständig unter Beweis. Mittlerweile kann er sieben Deutsche Meistertitel im Motorflug vorweisen. Foto: MT-Propeller

Lebenswichtig bei Flugzeugpropellern: immer schön beweglich bleiben

Hochleistungsbeschichtung verlängert Wartungsintervalle

Wer mit Propellerflugzeugen in die Luft geht, muss sich 100-%ig auf die Funktion der Propeller verlassen können. Dazu gehört auch der Verstellmechanismus der Blätter. Die dort genutzten, beschichteten Dichtungen sind quasi eine „Lebensversicherung“.

TEXT: Jürgen Fürst

Der Hersteller und Weltmarktführer MT-Propeller setzt bei seinen Flugzeugen dafür auf Dichtungen, die von OVE Plasmatec beschichtet werden. Ein neu entwickelter Lack mit Bestwerten in allen Belangen eliminiert Reibung und Verschleiß und verlängert somit die Wartungsintervalle nahezu ins Unendliche.

Klein und unscheinbar, aber sicherheitskritisch

„Unsere Kunden, die Piloten, müssen genauso wie die Passagiere darauf vertrauen können, dass sich die Propellerblätter immer synchron und reibungslos verstellen. Das gelingt mit den neu beschichteten Dichtungen von OVE Plasmatec jetzt noch sicherer“, betont *Frank Grum* vom Bereich Design und Engineer-

ing des Propellerherstellers MT-Propeller aus Atting bei Straubing, **Bild 1**.

In der Tat ist diese Funktion überaus wichtig. Die Verstellung der Blattwinkel hält die eingestellte Motordrehzahl unabhängig von der Leistung konstant und betreibt so das Triebwerk optimal und wirtschaftlich. Je zuverlässiger und langlebiger die Abdichtung an der Verstellmechanik funktioniert, desto sicherer und kostengünstiger fliegt das Flugzeug.

„Genau für solche sicherheitsrelevanten, dynamischen Anwendungen ist unsere neue Beschichtung ‚OVE40SL‘ bestens geeignet“, versichert Carsten Ebert, technischer Leiter bei OVE Plasmatec. Doch der Reihe nach, worauf kommt es an?

Mit dem Weltmarktführer sicher durch die Lüfte

MT-Propeller ist Weltmarktführer bei Composite Propellern aus Holz und glasfaser- beziehungsweise carbonfaserverstärktem Kunststoff (GFK / CFK). Das 1981 von Gerd Mühlbauer gegründete Unternehmen gilt weltweit als innovativster und kreativster Anbieter in der Branche. Zahlreiche Neuerungen und Patente sorgen für sichere, leise und leistungsfähige Propeller. So haben die Bayern als erste einen Propeller mit fünf Blättern vorgestellt. Was damals milde belächelt wurde, ist heute weltweit Standard. Inzwischen sind weiterentwickelte Propeller mit sieben Blättern zugelassen. Varianten mit neun und elf Blättern werden zurzeit erprobt. Dafür genießen die Bayern bei ihren Kunden höchste Anerkennung. Zu den Kunden gehören nicht nur Flugzeughersteller und Luftfahrtunternehmen, sondern auch Hersteller und Betreiber von Hovercrafts. Über 200 Beschäftigte arbeiten an vier Standorten in Deutschland, Tschechien und den USA mit großem Enthusiasmus an der Entwicklung und Herstellung von Propellern.

Propellerblätter müssen sich stets verstellen können

„Egal wie viele Blätter ein Propeller hat, sie müssen ständig und ohne Verzögerung, quasi in Echtzeit, verstellt werden können – schnell, synchron und das oft mehrmals pro Sekunde,“ erklärt Andreas Seperant von MT-Propeller. Damit dies sicher gelingt, arbeitet an jeder Blattwurzel, am Übergang zur Verstellmechanik, eine leistungsfähige O-Ring-Elastomerdichtung aus NBR (Acrylnitril-Butadien-Kautschuk), Bild 2. Diese Dichtungen unterliegen allerhöchsten Herausforderungen. Sie müssen reibungslos härtesten Witterungen und unterschiedlichsten Temperaturen widerstehen, dürfen nicht aushärten und niemals einen Stick-Slip-Effekt aufweisen – auch nicht, wenn das Flugzeug längere Zeit im Hangar steht oder der Propeller als Ersatzaggregat jahrelang im Regal liegt. Hierfür sind die



Bild 1. „Piloten und Passagiere können immer auf die synchrone und reibungslose Verstellung der Propellerblätter vertrauen“, betonen Frank Grum (links) und Andreas Seperant. Foto: OVE Plasmatec

O-Ringe heute üblicherweise immer beschichtet. MT-Propeller vertraut dafür seit 1998 den Spezialisten von OVE Plasmatec. Dennoch unterliegen diese Dichtungen engen Service-Intervallen.

Speziell gemacht für hochdynamische Anwendungen

Was die Beschichtungs-Experten jedoch 2019 entwickelt haben, katapultiert die Dichtungen in wartungsarme, fast unendliche Standzeiten. Die neue Beschichtung OVE40SL senkt den Reibwert einer Elastomer-O-Ring-Dichtung gegenüber bisherigen Bestwerten um 75 %, reduziert den Verschleiß gar um 99 % und leitet darüber hinaus 100-%ig Spannungen ab.



Bild 2. Die neue hochleistungsfähige Beschichtung ‚OVE40SL‘ senkt Reibwert und Verschleiß von Elastomer-O-Ring-Dichtungen signifikant. Foto: OVE Plasmatec

„Reibwerte und Verschleiß in diesem Zielkonflikt gleichzeitig zu verbessern, ist gar nicht so ohne weiteres möglich“, so Carsten Ebert. Zudem hält die reibungsreduzierende Wirkung gerade bei hochdynamischen Anwendungen, wie sie die Propellerverstellung darstellt, sehr viel länger an. „Solche gravierenden Verbesserungen bei allen Werten hatten wir nicht erwartet“, erinnert sich Ebert an erste Testergebnisse – lange vor dem Serieneinsatz. „Seit ein unabhängiges Labor jedoch die erstaunlichen Werte allesamt bestätigt hat, Bild 3, ist OVE40SL unser neuer ‚Superstar‘ unter den Beschichtungen.“

Je länger das Intervall, desto kostengünstiger

Frank Grum ist das gerade recht: „Wenn man bedenkt, dass der Dichtungs-tausch an einem Propeller mit fünf oder mehr Blättern schnell einen ganzen Tag oder mehr Zeit erfordert, dann weiß man, wie wichtig es ist, die Service-Intervalle zu verlängern.“ Je nach Anwendung und Belastung muss ein Propeller alle 4500 Flugstunden oder 72 Monate zum Service. Wären die Dichtungen nicht beschichtet, wären die Wartungsintervalle wesentlich kürzer. Auch mit den früheren Schmiermitteln – Fette und Öle – waren unbeschichtete Dichtungen nur unwesentlich länger einsatztauglich. Die Schmierstoffe konnten aushärten oder wurden aus der Nut gedrückt. Deshalb werden die Dichtungen schon seit über 20 Jahren beschichtet, was die Wartungsintervalle deutlich verlängert.

Die neue Beschichtung ist ein wasserbasierter und hitzebeständiger Gleitlack, den OVE mit speziellen Hochleistungs-

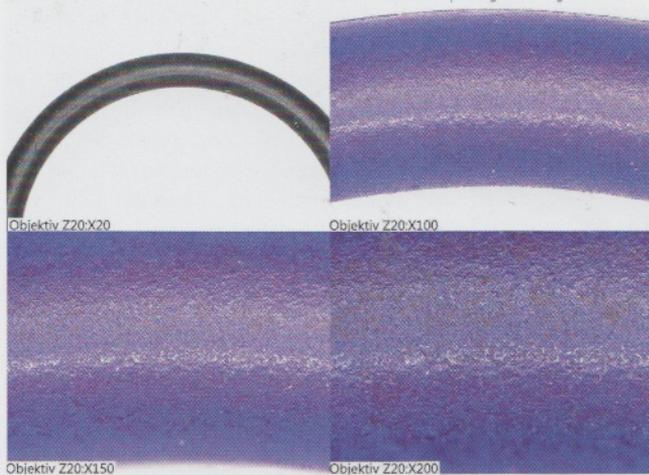


Bild 3. Prüfling mit Beschichtung OVE40SL nach verschärfter Testung unter UV Licht: Es ist praktisch keine Abnutzung zu erkennen. Foto: OVE Plasmatec



Bild 4. Blick in den Plasmaofen: Die wasserbasierte und hitzebeständige Beschichtung wurde mit speziellen Hochleistungsadditiven modifiziert. Foto: OVE Plasmatec

Additiven modifiziert hat. Aufgetragen in einer Schichtdicke von 3–12 µm, bildet er eine hochstabile Gitterstruktur, die einen sehr geringen Verschleiß zeigt. Bis der Lack jedoch vollflächig, sicher und dauerhaft auf dem O-Ring aufgetragen ist, bedarf es erheblicher Anstrengungen. So werden die Dichtungen mit Durchmessern von 60 mm bis 170 mm und Schnurstärken von 2 mm bis 8 mm zunächst gewaschen und nass gereinigt. Anschließend folgt eine Plasma-Tiefenreinigung, ein Verfahren, das OVE 1995 weltweit als erstes Unternehmen für den Serienprozess ertüchtigt hat, **Bild 4**. Damit gelingen auch „LABS-freie“ Oberflächen. Somit sind die Elastomere also frei von lackbenutzungszerstörenden Substanzen.

Aufwendige Prozesse für die High-End-Tauglichkeit

In einem weiteren Schritt werden die Ringe mit Jod halogeniert. Dabei härtet die Oberfläche der NBR-Dichtungen aus und lässt sie künstlich altern. Das sichert die für die Luftfahrt geforderten Notlaufeigenschaften. Außerdem vermindert dieses „DF“-Verfahren die Reibung. Nach einem erneuten Waschvorgang und einer nochmaligen Plasma-Tiefenreinigung können die Dichtungsringe endlich beschichtet werden. Das geschieht in speziellen Trommeln je nach Durchmesser in Losgrößen zwischen 500 und 1000 Stück pro Füllung. So kann die optimale Sättigung und die sichere Anhaftung des Lacks gewährleistet werden. *Carsten Ebert* bringt

OVE MACHT DICHTUNGEN LEISTUNGSFÄHIG

Das 1990 gegründete Familienunternehmen OVE Plasmatec kümmert sich als hochprofessioneller Dienstleister um die Oberflächenveredelung von Elastomeren. Das umfasst die Prozesse Reinigen, Beschichten, Behandeln und Service. Einzigartig ist das Niederdruck-Plasmaverfahren, mit dem Dichtungen maschinell tiefengereinigt werden. Umfangreiche Serviceleistungen wie beispielsweise Prüfen, Sonderverpacken oder Beschriften erleichtern Dichtungsherstellern und -anwendern die Abläufe. Qualitätsprüfungen mit Reibwert- oder Drehmomentmessungen sowie Tests auf LABS-Freiheit und die dazugehörigen Dokumentationen geben Kunden die gewünschte Sicherheit. Mit rund 30 Mitarbeitern und einem professionellen Maschinenpark werden jeden Monat im Durchschnitt 80 Millionen Teile bearbeitet.

es auf den Punkt: „So komplex wie die Einsatzbedingungen, so außergewöhnlich anspruchsvoll ist auch der Reinigungs- und Beschichtungsprozess. Nur so können wir die High-End Anforderungen der Flugzeugtechnik erfüllen.“

Unabhängiges Labor bestätigt Top-Werte

Mit einem nach DIN EN62631 (an EPDM O-Ring 18x2) gemessenen Widerstand von $87,5 \cdot 10^3$ Ohm bewegen sich die beschichteten Elastomere in Regionen, die bisher nur mit speziellen, hochaufwendigen und teuren Elastomermischungen erreicht wurden. Für die Flugzeug-Enthusiasten von MT-Propeller sind vor allem diese überragend niedrigen Reibungswerte und dazu die verschleißresistenten Eigenschaften entscheidend, die die neue Beschichtung auszeichnen.

„Denn so können unsere Kunden zwischen den Wartungsintervalle viel länger fliegen“, resümiert *Frank Grum*. Das freut auch *Carsten Ebert* vom Dienstleistungspartner OVE Plasmatec. „Es sind genau diese hochsensiblen und sicherheitsrelevanten High-End-Anwendungen, die uns stets zu Höchstleistungen anspornen und unsere kreative Innovationskraft fordern.“
www.ove-plasmatec.de
mt-propeller.com



Jürgen Fürst ist Geschäftsführer der Agentur Suxes GmbH in Stuttgart. Foto: Autor