

AEROREPORT 01|18

Das Luftfahrtmagazin der MTU Aero Engines | www.aeroreport.de

Ideen für die Zukunft

Innovationen in der Antriebstechnologie

*Effiziente Produktion
Alternatives Kraftstoffsystem
Integriertes Kompressionssystem
Kraftstoffreduktion
Emissionsreduktion
Lärmreduktion
Keramische Verbundwerkstoffe
Werkstoff- und Fertigungssimulation
High-bypass Engine
Digitaler Zwilling
Virtuelles Triebwerk
Additive Fertigung
Clean Air Engine*

TECHNOLOGY

Enoval: High-Bypass-Triebwerke der Zukunft

MARKET

Aufbau eines weltweiten MRO-Netzwerkes für die PW1000G-Triebwerke

PARTNERS

Blisk-Prototypentwicklung für die zweite GTF-Generation



DIGITAL TRANSFORMATION PROGRAM

MISSIONEN

- Business 4.0
- MRO 4.0
- Manufacturing 4.0
- Supply Chain 4.0
- Technology 4.0



Die MTU sucht Digital Transformation Manager (m/w), die Lust haben, die Zukunft der Luftfahrt zu gestalten. Sind Sie ein erfahrener Macher mit Prozess-Knowhow und Freude an Innovation? Möchten Sie bei einem attraktiven Arbeitgeber Verantwortung übernehmen? Begeistern Sie sich für eine unserer Missionen? Dann freuen wir uns auf Ihre Bewerbung!

digitalexperts.mtu.de

Liebe Leserinnen und Leser,

was hat das Riesenschilf mit der Luftfahrt zu tun? Die bis zu sechs Meter hohe Pflanze ist sehr biegsam und zugleich stabil - Eigenschaften, die auch Verdichterschaufeln brauchen. Schwingungsdämpfung ist eine der wichtigsten Aufgaben bei der Entwicklung von rotierenden Triebwerksbauteilen. Ein MTU-Ingenieur hat sich deshalb eingehend mit der Pflanze und ihrer „Konstruktionsweise“ befasst, um daraus Ideen für die Verbesserung von Verdichterschaufeln abzuleiten. Er hat damit einen der ersten Preise bei einem Ideenwettbewerb mit dem Themenschwerpunkt Bionik gewonnen, den wir 2017 für die MTU-Mitarbeiter weltweit ausgeschrieben hatten.

Mit dem Wettbewerb wollen wir die Innovationskultur weiter stärken, die wir bei der MTU Aero Engines seit jeher pflegen, denn die Expertise in den Köpfen der MTU-Mitarbeiter ist einer unserer wichtigsten Aktivposten. Innovation ist unverzichtbarer Teil unserer Partnerschaften mit den Triebwerks-OEMs (Original Equipment Manufacturer). Im Schnitt entwickeln MTU-Mitarbeiter jährlich 400 Patentanmeldungen und rund 200 Erfindungsmeldungen, ganz zu schweigen von den vielen kleineren Ideen zur Verbesserung von Abläufen im Unternehmen, von Herstell- oder Reparaturverfahren. Das habe ich in den letzten drei Jahren, die ich bereits als Bereichsleiter Operations bei der MTU Aero Engines war, immer wieder erleben dürfen. Nun freue ich mich darauf, mit der MTU als Technikvorstand den nächsten Innovationszyklus in der Luftfahrt mit vorzubereiten und zu gestalten.

Denn während die Serienfertigung bei Neuprogrammen wie der PurePower®-Familie oder dem Hubschraubertriebwerk T408, an denen wir beteiligt sind, gerade hochläuft, arbeiten die MTU-Entwickler längst an Technologien für die nächste und übernächste Triebwerksgeneration - etwa im Rahmen des EU-geförderten Technologieprogramms Enoval, das die Steigerung des Nebenstromverhältnisses untersucht. Mehr darüber erfahren Sie in einem unserer Artikel.

In dieser neuen **AEROREPORT**-Ausgabe geben wir Ihnen einen allgemeinen Überblick über den Technologie-Fahrplan der MTU. Wir begleiten Forschungsflieger, beschäftigen uns mit alternativen Kraftstoffen, neuen Luftschiffkonzepten und umweltfreundlicher Produktion für eine nachhaltigere Luftfahrt. Wir schauen ins Nachbarland Polen, wo die MTU bereits einen erfolgreichen Standort hat und nun mit Lufthansa Technik ein Joint Venture aufbaut. Und wir werfen einen Blick auf den Leasingmarkt, wo innovative Ideen die Kunden unterstützen.



Viel Freude beim Lesen wünscht Ihnen

Lars Wagner
Vorstand Technik



COVER STORY

Diese Ideen haben Zukunft

Luftfahrt ist Hochtechnologie, vor allem in Flugzeugmotoren steckt geballte Ingenieurskunst. Die MTU Aero Engines arbeitet mit einer Leading Technology Roadmap an Innovationen für die nächsten Antriebsgenerationen – von evolutionär bis revolutionär.

Seite 8



TECHNOLOGY

Mehr ist weniger

Im EU-Technologieprogramm ENOVAL entwickelt die MTU Aero Engines innovative Niederdruckturbinentechnik für die Triebwerke von morgen. Sehr hohe Nebenstromverhältnisse von bis zu 16:1 werden die Antriebe effizienter, leiser und emissionsärmer machen.

Seite 12



TECHNOLOGY

Das Kreisen der Klimaschnüffler

Die DC-8 der NASA und die A320 ATRA des Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) testen gemeinsam die Abgasentwicklung von Biosprit. **AEROREPORT**-Autor Andreas Spaeth berichtet direkt aus dem Flugzeug über die Forschungskampagne.

Seite 22

CONTENTS

NEWS

- 6 **GE9X beginnt Flugerprobung** Erstflug des GE9X am 13. März 2018 in Kalifornien
- 6 **ICD-Rig für leichtere Flugzeugantriebe** MTU Aero Engines, DLR und GKN optimieren Verdichtersysteme
- 7 **E190-E2 geht in den Liniendienst** Flugzulassung 56 Monate nach dem Programmstart
- 7 **MTU schließt 2017 mit Rekordzahlen ab** MTU Aero Engines übertrifft selbst gesteckte Ziele
- 7 **Antrieb T408 geht in Serienproduktion** Liefervereinbarung von über 22 Triebwerken

COVER STORY

- 8 **Diese Ideen haben Zukunft** Mit der Leading Technology Roadmap zu neuen Innovationen

TECHNOLOGY

- 12 **Mehr ist weniger** High-Bypass-Triebwerke der Zukunft
- 16 **Sauberkeit, die sich rechnet** Neue Produktionsverfahren verbessern die Ökobilanz
- 18 **Biosprit im Tank** Alternative Kraftstoffe für die Luftfahrt von morgen
- 22 **Das Kreisen der Klimaschnüffler** Forschungsflüge für das Klima

MARKET

- 28 **Die Kraft der Spezialisten** Luftfahrt-Spezialisten in Polen
- 32 **Komfort der Karibik** Maßgeschneiderte MRO-Lösung für Cayman Airways
- 36 **In den Händen der besten Experten** Weltweites MRO-Netzwerk für Getriebefan-Antriebe der PW1000G-Serie
- 40 **Es liegt was in der Luft** Langsam aber effizient: Luftschiffe für neue Märkte
- 44 **Wer nicht wagt, der nicht gewinnt** Triebwerksleasing im Aufwind

**MARKET**

Komfort der Karibik

Flexibles MRO-Konzept mit Leasingoption: Nach einem unerwarteten Triebwerksausfall konnte sich Cayman Airways mit dem kreativen Lösungsansatz der MTU Maintenance schnell und sicher wieder in den karibischen Luftraum schwingen.

Seite 32

**MARKET**

In den Händen der besten Experten

Damit sich die Kunden in der Instandsetzung der PW1000G-Triebwerke auf Qualität, Effizienz und Innovationskraft verlassen können, bauen Pratt & Whitney, die MTU Aero Engines und weitere Partner ein weltweites Netzwerk für Aftermarket-Services auf.

Seite 36

**PARTNERS**

Die Übermorgenentwickler

Seit gut zehn Jahren arbeiten die MTU Aero Engines und das Fraunhofer Institut für Produktionstechnik (IPT) in der Verdichter- und Fertigungstechnologie zusammen. Mit dem „Technikum Blik“ hebt die MTU die Kooperation auf eine neue Ebene.

Seite 48

PARTNERS

48 **Die Übermorgenentwickler** MTU Aero Engines und Fraunhofer-IPT gründen „Technikum Blik“

FACTS

- 52 **Schneller ankommen**
Die Gulfstream G500 steht mit dem PW800-Triebwerk kurz vor der Zulassung
- 53 **Doppeljubiläum** 35 Jahre PW2000 und 25 Jahre PW4000-112
- 54 **Steiler Anstieg** Jährliche Anzahl von Shop Visits bei der MTU Maintenance seit Gründung 1981
- 54 **Impressum und Bildnachweis**



www.aeroreport.de

Alle Beiträge aus der Print-Ausgabe finden Sie ebenfalls online unter: www.aeroreport.de – auch im passenden Format für Ihr Smartphone oder Tablet. Informative Videos, Fotogalerien, zoombare Bilder und andere interaktive Specials warten dort auf Sie.

GE9X beginnt Flugerprobung



Mehr als vier Stunden dauerte der **Erstflug des GE9X** am **13. März 2018** in Victorville/Kalifornien. Am Flügel einer Boeing 747 konnte das neue Großtriebwerk von GE Aviation zum ersten Mal zeigen, was in ihm steckt. Der Flug war Auftakt zu einer Flugerprobungskampagne, die mehrere Monate dauern wird

und das Verhalten des Triebwerks in verschiedenen Höhen und Flugphasen untersucht. „Unsere Teams haben den Flug monatelang vorbereitet. Heute sind ihre Mühen mit einem Bilderbuchflug belohnt worden“, freute sich GE9X-Programmanager Ted Ingling. Die Zulassungstests für das Triebwerk begannen

auf dem Prüfstand im März 2016; die Zertifizierung ist für 2019 vorgesehen. Die MTU Aero Engines liefert das Turbinenzwischengehäuse, durch das die bis zu 1.000 Grad heißen Gase möglichst ohne aerodynamische Verluste aus der Hochdruckturbinen in die Niederdruckturbinen strömen.

ICD-Rig für leichtere Flugzeugantriebe

Ein Trio aus **MTU Aero Engines, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)** und **GKN Aerospace Engine Systems** will Verdichtersysteme weiter optimieren. Wer das Gewicht von zukünftigen Triebwerken mit besonders kompakten Designs weiter verringern möchte, der kommt am **Inter Compressor Duct** – kurz: **ICD** – nicht vorbei. „Dieser Übergangskanal zwischen Niederdruck- und Hochdruckverdichter birgt Potenzial für deutlich kompaktere Designs“, erklärt Dr. Gerhard Kahl, Leiter Technologie-Demonstratoren und -Rigs bei der MTU Aero Engines. „Dazu müssen wir jedoch die Strömung innerhalb dieses Kanals besser verstehen“. Im Rahmen



des europäischen Forschungsprogramms Clean Sky 2 ist deshalb in Köln ein gemeinsames ICD-Rig von DLR, MTU und GKN in den Testbetrieb gestartet.

Das Rig ermöglicht die Vermessung der Kanalströmung im ICD in noch nie dagewesener Detailtiefe: 500 Druckmessstellen, Sondenmessungen in drei Traversierungsebenen, Laserverfahren und Turbulenzsonden erlauben einen präzisen Einblick in die

Strömung. Ziel sei, erklärt Kahl, Niederdruckverdichter, ICD und Hochdruckverdichter noch besser aufeinander abzustimmen. Zum Einsatz kommen könnten die neuen Erkenntnisse dann bei der Auslegung der nächsten Getriebefan-Generation.

E190-E2 geht in den Liniendienst



Sprungbereit _____ Die Embraer E190-E2 mit Sonderlackierung für die Singapore Airshow 2018.

56 Monate nach dem Programmstart hat die **E190-E2** von Embraer die Flugzulassung der US-amerikanischen Luftfahrtbehörde FAA erhalten. Die Neuauflage der erfolgreichen E-Jet-Familie zeichnet sich vor allem durch ihre neuen, verbrauchsarmen und leisen Antriebe aus: Je zwei **PW1900G-Triebwerke**, die praktisch baugleich sind mit dem C Series-Antrieb PW1500G, bringen die brasilianischen Mittelstreckenjets in die Luft. Erstkunde ist die norwegische Regionalfluglinie Widerøe. Sie beginnt Anfang April den Liniendienst mit der E190-E2 nach einem anspruchsvollen Erprobungsprogramm, bei dem vier Prototypen insgesamt mehr als 2.000 Flugstunden und 45.000 Stunden Bodentests absolviert haben. Die MTU ist am Triebwerk mit **17 Prozent** beteiligt. Embraer hat **74 Festbestellungen** für die E190-E2.

MTU schließt 2017 mit Rekordzahlen ab

Die MTU Aero Engines blickt erneut auf ein erfolgreiches Geschäftsjahr zurück. Der **Umsatz** stieg 2017 um 6 Prozent auf den neuen Höchstwert von **5 Milliarden Euro**. Das **operative Ergebnis** legte um 21 Prozent zu und erreichte die neue Höchstmarke von **607 Millionen Euro**. Beim Gewinn nach Steuern liegt der neue Rekord bei 429 Millionen Euro, 24 Prozent über dem bisherigen Höchststand aus dem Jahr 2016.

Mit beiden Ergebniswerten hat die MTU ihre selbst gesteckten Ziele übertroffen, die sie im Laufe des Geschäftsjahres zweimal angehoben hatte. Auch für 2018 stellt das Unternehmen weiteres Wachstum in Aussicht.

Die Belegschaft ist 2017 insgesamt um knapp 500 Mitarbeiter gewachsen. Auch 2018 plant die MTU Neueinstellungen: Gesucht werden über 500 neue Mitarbeiter.

Antrieb T408 geht in Serienproduktion



T408

Das U.S. Militär und GE Aviation haben eine Liefervereinbarung über 22 Triebwerke des Modells **T408-GE-400** inklusive technischen und logistischen Sup-

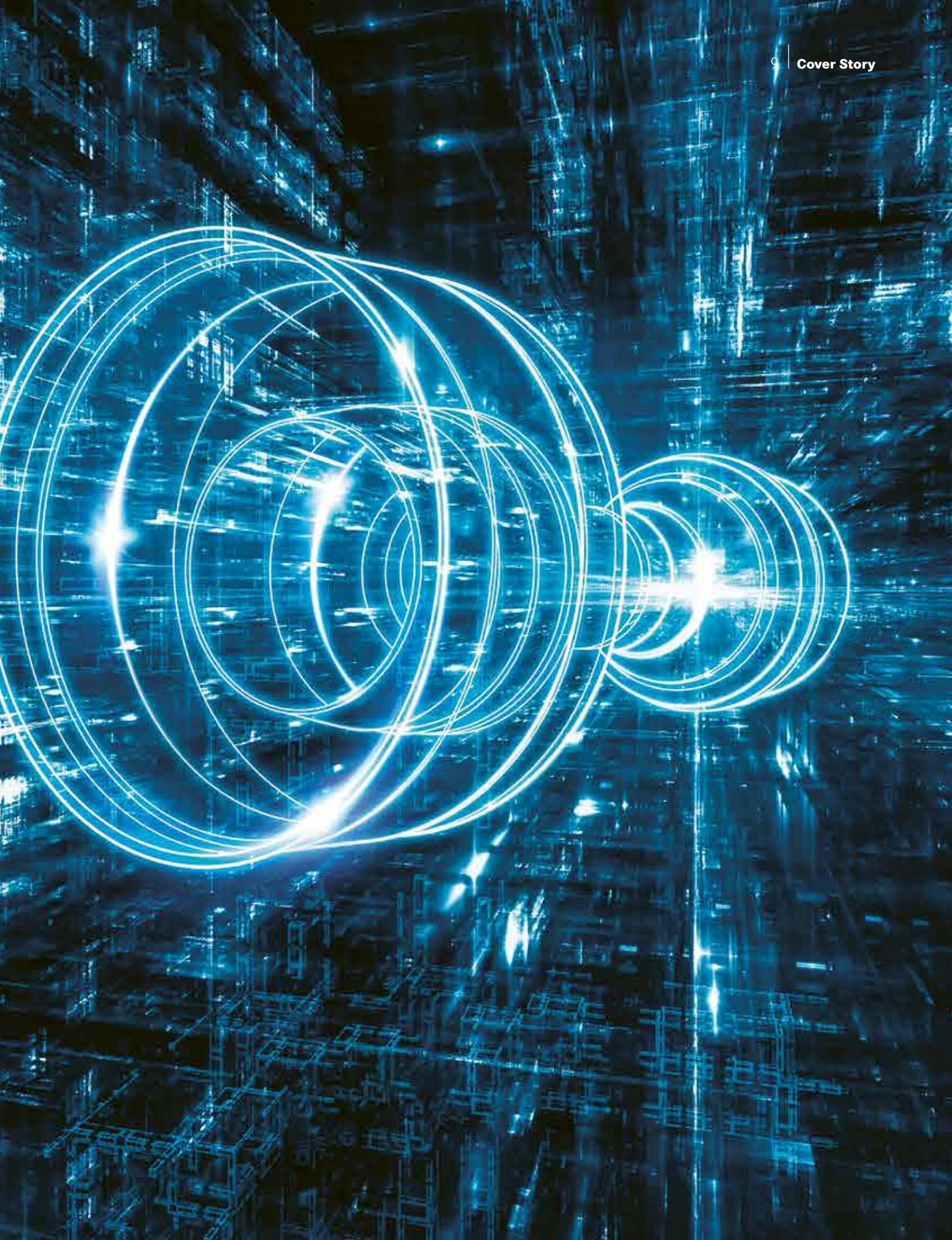
ports getroffen. Damit geht der Antrieb T408 des **Transporthubschraubers CH-53K** für das U.S. Marine Corps in Serienproduktion. Die MTU Aero Engines trägt **18 Prozent Anteil** am Triebwerksprogramm und ist für die Entwicklung und Fertigung der Nutzturbine verantwortlich sowie für ihre Instandhaltung, Endmontage und Testing. Durch das T408 kann der CH-53K im

Vergleich zu seinem Vorgänger CH-53E 12.000 Kilogramm zusätzliches Gewicht über einen Einsatzradius von mehr als 110 Seemeilen transportieren und die Ladekapazität verdreifachen. Außerdem schafft das T408 57 Prozent mehr Leistung und ist widerstandsfähiger gegen Umwelteinflüsse wie Sand oder Wasser. Damit ist es für die Missionen des U.S. Marine Corps bestens geeignet.

Diese Ideen haben Zukunft

*Mit der Leading Technology Roadmap, einer Art
Innovationsfahrplan für ihre stärksten Kompetenzen,
bringt die MTU Aero Engines immer bessere
Antriebskonzepte auf den Weg.*

Autorin: *Silke Hansen*



Die Zahlen sind beeindruckend: 400 Patentanmeldungen und rund 200 Erfindermeldungen reicht die MTU Aero Engines im Schnitt jedes Jahr ein. Das Unternehmen sprudelt vor Ideen. Muss es auch. Eine hohe Innovationskultur und ein ausgefeilter Technologieprozess sichern den technischen Vorsprung, der enorm wichtig ist. Die Luftfahrt ist eine forschungsintensive Branche, in ihren Gütern steckt viel Hochtechnologie. Innovationen sind daher unverzichtbarer Teil der MTU-Partnerschaften mit den Triebwerks-OEMs und wichtige Säule für einen langfristigen Erfolg.

„Als innovationsstarkes Unternehmen gestalten wir die Luftfahrt aktiv mit – heute und morgen“, erklärt Dr. Stefan Weber, Leiter Technologie und Vorauslegung bei der MTU. „Denn nachhaltigen Erfolg können wir nur haben, wenn wir unseren technologischen Vorsprung behaupten und weiter ausbauen. Das geht nur durch Kreativität und Innovationen“, so Weber weiter. Die nächsten Entwicklungsschübe packen die MTU-Experten mit ihrer Leading Technology-Roadmap an – einem Fahrplan für ihre Parademodule Verdichter, Turbine und Turbinenzwischengehäuse. Hinter dieser Roadmap stecken rund 150 Einzelprojekte aus sämtlichen Fachbereichen, Entwicklung, Fertigung, Montage und Instandhaltung, die bis zum Jahr 2030+ eine neue Triebwerksgeneration auf die Startbahn bringen sollen – einen noch besseren und vor allem noch grüneren und leiseren Getriebefan. Denn immer mehr Passagiere steigen von Jahr zu Jahr in den Flieger.

Die MTU konzentriert ihre Forschungs- und Entwicklungsarbeit auf fünf Schwerpunkte, in denen sie vielversprechende Lösungen in Richtung Serienreife pusht. Denn bevor neue Technologien am Flügel eines Flugzeugs hängen, müssen sie erst mal zeigen, was sie drauf haben.

Noch mehr Fähigkeiten für den Verdichter

Die MTU-Entwickler arbeiten an höheren Gesamtdruckverhältnissen von über 50:1. Die höheren Drücke lassen die Kompressorteile gleichzeitig schrumpfen. Der Verdichter gewinnt insgesamt noch mehr an Effizienz und Stabilität. Dabei setzen die MTU-Ingenieure auf einen weitreichend neuen Ansatz: Sie optimieren Hoch- und Niederdruckverdichter gemeinsam als integriertes Kompressionssystem. Dafür entsteht am DLR, dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt, in Köln ein einzigartiges Zwei-Wellen-Verdichter-Rig.

„Als innovationsstarkes Unternehmen gestalten wir die Luftfahrt aktiv mit – heute und morgen.“

Dr. Stefan Weber,
Leiter Technologie und Vorauslegung
bei der MTU Aero Engines

Gutes noch besser machen

Die schnelllaufende Niederdruckturbine – eine der Schlüsselkomponenten des Getriebefans – soll in Sachen Wirkungsgrad, Gewicht, Lärm, Robustheit und Kosten ein umfassendes Upgrade bekommen. Und das, obwohl die MTU-Turbinen bereits sehr hohe Wirkungsgrade bei niedrigem Gewicht schaffen.

Neue Werkstoffe für die Turbine

Im Fokus stehen leichte Materialien für hohe Temperaturen, um noch mehr Gewicht – bis zu zehn Prozent – und Kühlluft zu sparen, so der Plan der MTU-Ingenieure. Weniger Gewicht bedeutet weniger Kraftstoffverbrauch und weniger CO₂-Emission. Gefragt sind nur die besten Metalle wie weiterentwickelte Nickelbasiswerkstoffe oder ganz neue Materialien – so genannte Beyond-Nickel-Legierungen wie intermetallische und keramische Verbundwerkstoffe.

Visionen werden Wirklichkeit

Das Triebwerk der Zukunft entsteht immer mehr am Computer. Als eine Schlüsseltechnologie erweitert die MTU die Fähigkeiten zur virtuellen Auslegung und bereitet den Einsatz neuer Simulationsverfahren unter anderem für die Entwicklung von Werkstoffen und die Optimierung von Fertigungsverfahren vor. Die Digitalisierung des Unternehmens hat längst begonnen, zahlreiche Projekte in allen Bereichen sind gestartet. Die Vision: mit durchgängigen Simulationen und digitalen Prozessen die komplette Wertschöpfung von der Produktentwicklung bis zum fertigen Triebwerk im Betrieb zu vernetzen und virtuell abzubilden.

Ein digitaler Zwilling sammelt parallel zu den realen Bauteilen alle Daten von der Entwicklung über den Betrieb bis zur Instandsetzung und ermöglicht so eine konsequente Produktverbesserung. Mit Industrie 4.0 macht die MTU ihre Entwicklung und Herstellung immer komplexer werdender Produkte schneller, effizienter und qualitativ noch besser. Kosten- und zeitaufwändige Versuchsreihen für neue Werkstoffe fallen zum Beispiel weg.

Die Fertigung weiter denken

Die neuen Additiven Verfahren wie das selektive Laserschmelzen entwickelt die MTU weiter, um sie stärker einzusetzen. Mit der Roadmap wächst das additiv hergestellte Bauteilspektrum sukzessive. Die neuen Verfahren sollen in Zukunft komplexe Bauteile nahezu ohne klassische Werkzeuge schneller, flexibler und kostengünstiger fertigen. Konstrukteuren eröffnen sie völlig neue Freiheiten im Bauteildesign und bieten damit Optimierungspotenzial.

GRÜNER, LEISER, EFFIZIENTER: DER GETRIEBEFAN 2030+

Werkstoffe

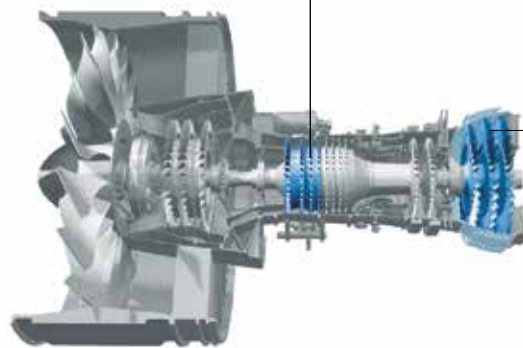
Große Hitze, na und: Neue leichte und besonders temperaturbeständige Materialien für die Turbine sparen Gewicht und Kühlluft. Dadurch sinken Kraftstoffverbrauch und CO₂-Emissionen.

Hochdruckverdichter

Klein, aber oho: Das Kompressionsystem der Zukunft schafft eine noch höhere Verdichtung. Und das bei kleinerer Bauweise.

Additive Fertigung

Produktion im digitalen Zeitalter: Die nächste Triebwerksgeneration hat noch mehr additiv hergestelltes Innenleben. Das selektive Laserschmelzen der MTU macht es möglich.

**Niederdruckturbinen**

Expandieren in der Zukunft: Die schnelllaufende Niederdruckturbinen ist eine Schlüsselkomponente des Getriebefans mit nur drei Stufen (Vergleich mit konventioneller Turbinen rechts). Sie soll noch leichter und leiser werden – dank umfassendem Upgrade.



„Das Konzept des Getriebefans bietet enormes Verbesserungspotenzial. Mit den Weiterentwicklungen aus der Roadmap können wir die Stufe 2 bis 2030+ schaffen.“

Dr. Stefan Weber,

Leiter Technologie und Vorauslegung bei der MTU Aero Engines

Ziele bis 2050

Die Leading Technology-Roadmap ist eingebettet in die übergeordnete Agenda der MTU: Clean Air Engine (Claire) enthält Ziele für einen geringeren Kraftstoffverbrauch, weniger CO₂-Emissionen und Lärm - in zwei Etappen bis 2030 und 2050. „Das Konzept des Getriebefans bietet enormes Verbesserungspotenzial. Mit den Weiterentwicklungen aus der Roadmap können wir die Stufe 2 bis 2030+ schaffen“, erklärt Technologiechef Weber. Auch für die sehr ehrgeizige Stufe 3 bis 2050 gibt es bereits vielversprechende Leitkonzepte. „Da brauchen wir dann disruptive Ansätze für das Triebwerk, aber vor allen Dingen auch bei der Flugzeuggestaltung“, sagt Weber. 



Fragen, Wünsche, Anregungen? Hier erreichen Sie die Redaktion:
aeroreport@mtu.de

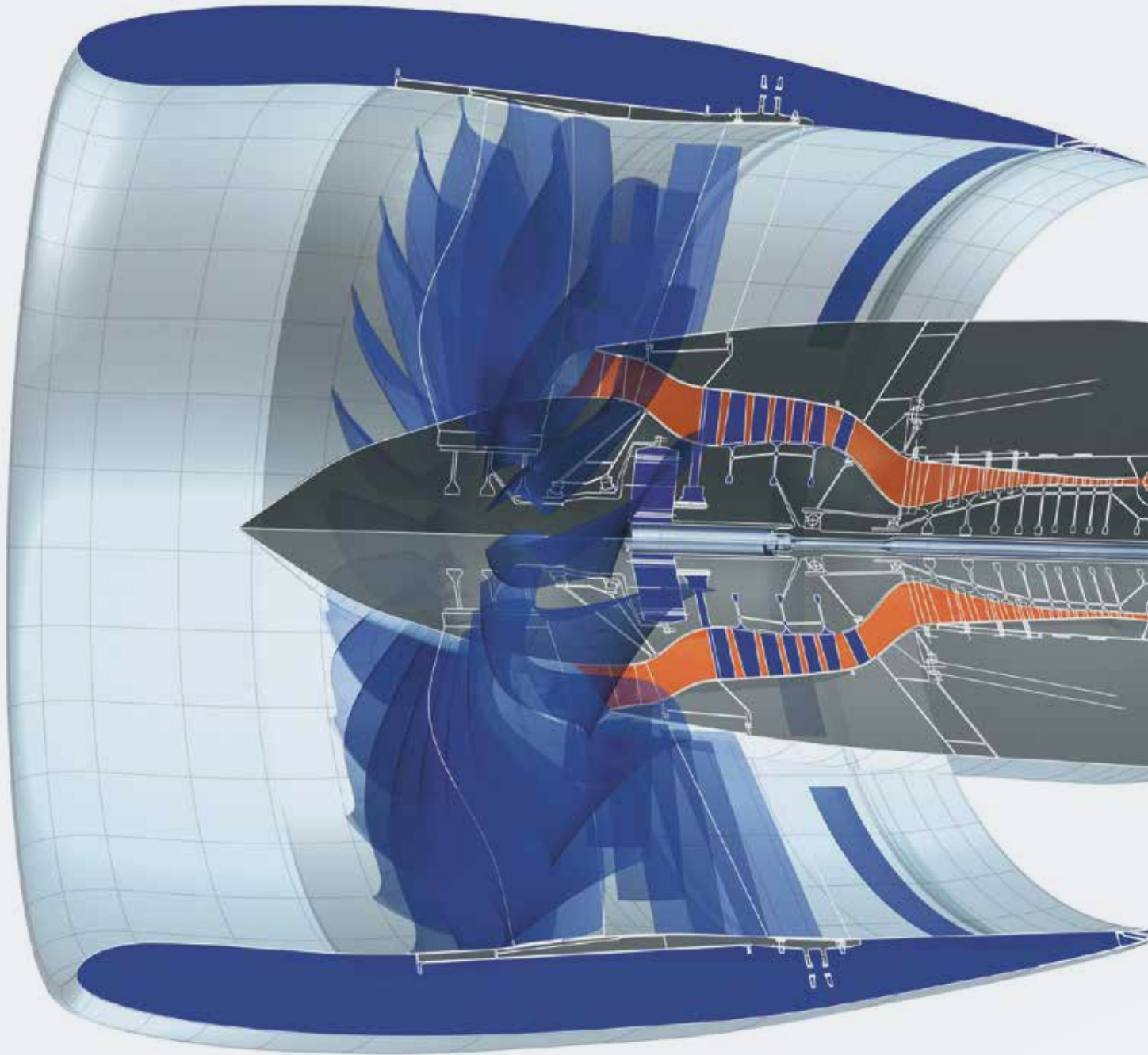


Mehr zum Thema: www.aeroreport.de



Autorin:

Silke Hansen schreibt als freie Journalistin für den AEROREPORT. Seit über zehn Jahren berichtet sie aus der Welt der Luftfahrt, ihre Themenschwerpunkte sind Technik, Innovation und Markt. Ein weiteres Spezialgebiet der Autorin ist das Corporate Responsibility Reporting.

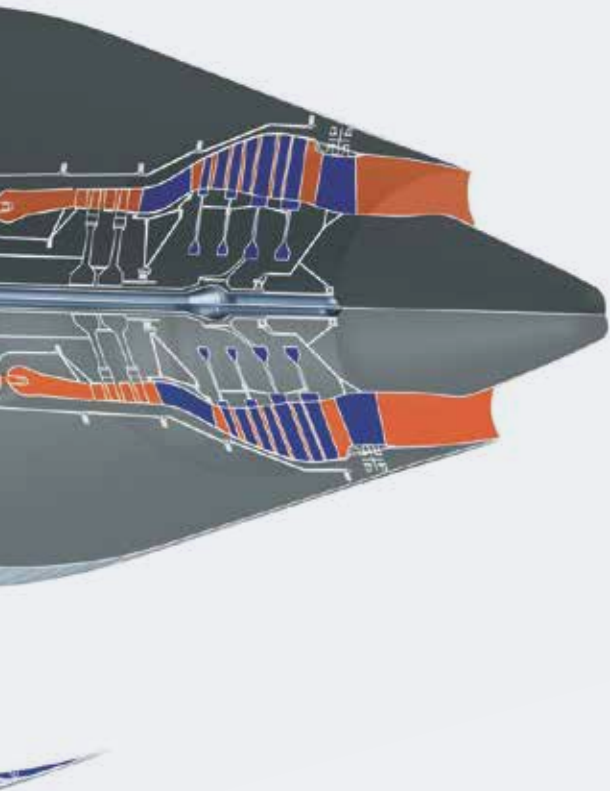


Mehr Mantelstrom — Höhere Mantelstromverhältnisse erhöhen die Wirkungsgrade von Triebwerken und verringern damit den Treibstoffverbrauch. Im EU-Projekt ENOVAL werden die technischen Bedingungen und Grenzen dafür untersucht.

Mehr ist weniger

High-Bypass-Triebwerke der Zukunft sind sauberer, leiser und sparsamer. Im EU-Technologieprogramm ENOVAL entwickelt die MTU Aero Engines dafür innovative Niederdruckturbinentechnik.

Autor: Denis Dilba



Die Kurve, die das Wachstum des weltweiten Luftverkehrs beschreibt, kennt seit Jahrzehnten nur eine Richtung: aufwärts. Und er wächst stetig weiter, Experten gehen von vier bis sechs Prozent Steigerungsrate pro Jahr aus. Einen ähnlichen Trend weist eine andere Kurve auf – sie zeigt die Entwicklung der Nebenstromverhältnisse (englisch: Bypass-Ratio, kurz BPR) von Flugtriebwerken. Der Wert gibt an, wie viel Luft im Inneren der Gondel an der Brennkammer vorbei und wie viel durch sie hindurch strömt. Dabei gilt: Je höher der Wert, desto effizienter das Triebwerk. Und das senkt wiederum Kraftstoffverbrauch und Emissionen.

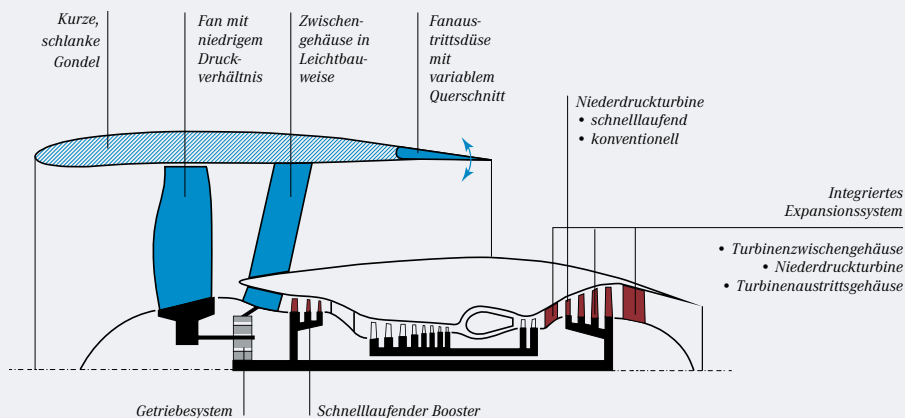
Höhere BPR sind damit eins der wirksamsten Werkzeuge der Ingenieure, um das Wachstum des Luftverkehrs umweltfreundlicher zu gestalten. Die BPR-Kurve dokumentiert eindrucksvoll die Erfolge der Branche. Seit den 1960er Jahren sind die Werte von anfangs 2:1 über 6:1 für den Triebwerksklassiker V2500 aus den 1980ern bis zum bisherigen Rekordwert von 12:1 für den aktuellen Getriebefan (GTF) gestiegen. Dr. Edgar Merkl von der MTU Aero Engines in München sorgt nun dafür, dass die BPR-Kurve für die Triebwerke von morgen auch weiterhin steigt: Er leitet das vor vier Jahren gestartete EU-Projekt ENOVAL.

Mehr Wirkungsgrad, weniger Lärm

In „ENgine mOdule VALidators“ entwickeln 35 Partner, darunter Luftfahrtunternehmen, Forschungsinstitute und Hochschulen aus zehn Ländern, Triebwerkstechnik für Nebenstromverhältnisse jenseits von 12:1. Experten sprechen von einer Ultra High Bypass Ratio (UHBR). „In ENOVAL bewegen wir uns in dem Bereich zwischen 14:1 und 16:1“, sagt Merkl. Durch die höhere BPR werde nicht nur der Vortriebswirkungsgrad gesteigert, wodurch Verbrauch und Emissionen sinken, erklärt der ENOVAL-Koordinator, „die kommenden Triebwerke werden auch nochmal leiser als der Getriebefan ohnehin schon ist.“

Dafür sorgen langsamere Strömungsgeschwindigkeiten im Austrittsstrahl und die verminderte Drehzahl des Fans. So kommen seine Schaufelspitzen nicht mehr in den Überschallbereich – was eine der Hauptlärmquellen für Triebwerke ist, die nicht wie der GTF und die Triebwerke mit ENOVAL-Technologien auf ein Getriebe setzen, um Fan und Turbine getrennt in ihrem jeweils optimalen Drehzahlbereich rotieren zu lassen. Insgesamt 1,3 Dezibel leiser werden die neuen UHBR-Triebwerke, dazu stoßen sie bis zu fünf Prozent weniger CO₂ aus. Für Mittelstrecken-Jets wie die Airbus A320 ist das eine Ersparnis von 1.200 Tonnen CO₂ pro Jahr – die gleiche Menge fällt für den Jahresstromverbrauch von 325 Durchschnittshaushalten an.

MODULE DES ENOVAL-NIEDERDRUCKSYSTEMS



Quelle: Enoval

Fokus auf Niederdrucksystem

Im Projekt ENOVAL werden vor allem Möglichkeiten untersucht, um Lärm, Kraftstoffverbrauch und Emissionen mit Technologien im Niederdrucksystem zu reduzieren – im Unterschied zu den Vorgängerprojekten LEMCOTEC und E-BREAK, die sich mit dem Gesamtdruckverhältnis und Materialien für künftige Drücke beschäftigten. Zum Niederdrucksystem gehören Fan, Getriebe, Niederdruckverdichter und Niederdruckturbine. Zum MTU-Part im Projekt gehört insbesondere die Niederdruckturbine.

Fokus auf Niederdrucksystem

„Nimmt man die Technologien aus Vorgängerprojekten wie LEMCOTEC und E-BREAK dazu, sind wir im Vergleich zu einem Jahr-2000-Triebwerk sogar neun Dezibel leiser – und verringern den CO₂-Ausstoß um rund 28 Prozent“, sagt ENOVAL-Chief Engineer Dr. Jörg Sieber. Damit erfülle man in Summe schon locker die ACARE-Ziele für 2020. Während in LEMCOTEC und E-BREAK Technologien entwickelt wurden, die zum einen das Gesamtdruckverhältnis und damit den thermischen Wirkungsgrad erhöhen und zum anderen Materialien und Subsysteme an die künftig steigenden Drücke und Temperaturen anpassen, fokussiert ENOVAL auf die Entwicklung des Niederdrucksystems für UHBR-Triebwerke.

Der MTU-Anteil in dem Projekt liegt dabei insbesondere bei der schnelllaufenden Niederdruckturbine – den Systemen Fan, Getriebe und Niederdruckverdichter widmen sich andere ENOVAL-Partner. Die Schwierigkeit dabei ist, die Verbesserung des Gesamtsystems im Auge zu behalten. „Denn einfach jede Komponente im Triebwerk einzeln optimieren und dann zusammenbauen ergibt noch kein optimales UHBR-Triebwerk“, sagt Sieber.

Eine andere Herausforderung ist, dass UHBR-Triebwerke zunächst größer und schwerer werden. „Um mehr Luftmasse bewegen zu können, muss der Fan größer werden“, sagt Sieber. Damit wachse auch der Luftwiderstand. Die negativen Einflüsse müssten durch leichtere und effizientere Niederdruckmodule kompensiert werden, so der MTU-Ingenieur. Mehr Platz unter dem Flügel brauchen die neuen UHBR-Triebwerke aber in jedem Fall: Sie werden zwischen 20 und 35 Prozent größer ausfallen

als ein 2000er-Triebwerk – je nachdem ob sie für Kurz- oder Langstreckenflugzeuge optimiert werden.

Größere Triebwerksdurchmesser beeinflussen die Bauweise der Flugzeuge

Mindestens genauso groß wird auch der Ultrafan von Rolls-Royce. Bei dem Triebwerk, das ein BPR von über 15:1 haben soll und zur Indienstellung ab 2025 angekündigt ist, setzt das britische Unternehmen erstmals auch auf ein Getriebe zwischen Fan und Turbine. „Wegen der Vorteile einer Getriebekonfiguration für den Gesamtwirkungsgrad geht der Trend bei allen Wettbewerbern eindeutig zu dieser Bauart“, sagt Merkl. Rolls-Royce visiert mit dem Ultrafan vor allem die Nachfolger der großen Passagierjets Boeing 747 oder Airbus A380 an. Auch die Triebwerke mit ENOVAL-Technologie passen noch unter die Flügel von klassisch konfigurierten Flugzeugen.

Bei noch größeren Triebwerksdurchmessern komme man dann schnell an den Punkt, an dem man über andere Flugzeugkonfigurationen nachdenken muss, sagt Dr. Jochen Kaiser, Leiter Visionäre Flugzeugkonzepte am Forschungsinstitut Bauhaus Luftfahrt in München. „Dazu könnte man die Flügel höher am Rumpf ansetzen als heute oder größere Schulterdecker bauen“, sagt Kaiser. Damit werden Flugzeuge wie die Airbus A400M bezeichnet, deren Tragflächen bündig zur Oberkante des Rumpfes angeordnet sind.

Vielleicht verhilft so eine Konfiguration auch dem Open-Rotor-Konzept zum Einsatz. Die Flugmotoren, bei denen ein oder zwei Rotoren von einem Kerntriebwerk auf Touren gebracht werden,

ENOVAL-TRIEBWERKSPLATTFORMEN




	<i>Kleiner bis mittlerer Turbofan</i>	<i>Großer Turbofan</i>	<i>Sehr großer Turbofan</i>
Startschub	85,8 kN / 19,3 klbf	252 kN / 56,7 klbf	340 kN / 76,5 klbf
Konfiguration	1-Gear-3-8-2-3	1-Gear-4-11-2-4	1-Gear-3-9-2-4
Fandurchmesser	2,03 m / 79,8 in	3,17 m / 124,6 in	3,84 m / 151,1 in
Fandruckverhältnis (Steigendpunkt)	1,36	1,51	1,41
Nebenstromverhältnis (Reiseflug)	16,2	16,2	16,0
Gesamtdruckverhältnis (Steigendpunkt)	54,7	73	59
Spezifischer Kraftstoffverbrauch (Reiseflug)	13,98g/kN/s / 0,494 lb/h/lbf	13,73 g/kN/s / 0,485 lb/h/lbf	13,47 g/kN/s / 0,476 lb/h/lbf
Triebwerksgewicht	4.000 kg	10.136 kg	11.625 kg

Quelle: Enoval

haben BPRs jenseits von 30 – aber wegen ihrer offenen Bauweise ohne Gehäuse ein Lärmproblem. „Für Großflugzeuge kommen sie unserer Einschätzung nach nicht in Frage“, sagt Merkl. „Für kleinere Flugzeuge könnte der Open Rotor aber irgendwann einmal attraktiv werden.“ Möglicherweise könnten solche Triebwerke dann auf den Tragflächen platziert werden, was den Lärm abschirmen würde. Dazu wären aber neue Flugzeug-Bauformen nötig.

„Für die klassische Flugzeugkonfiguration wird man die BPR noch bis 20:1 steigern können – dann ist das Optimum erreicht.“ Aber dafür werden neue Materialien und verbesserte Dichtungssysteme gebraucht, die eine weitere Erhöhung des Druckverhältnisses im Kerntriebwerk zulassen, so Merkl. Vor 2035 sei da nichts zu erwarten. Die UHBR-Triebwerke der ENOVAL-Generation stehen lange vorher bereit: „Wir gehen von einer Indienstellung ab 2025 aus“, sagt der ENOVAL-Koordinator.

Dann steht sehr wahrscheinlich schon die übernächste UHBR-Triebwerksgeneration in den Startlöchern. „Wir wollen schließlich unseren Vorsprung halten“, sagt Merkl. 

FAKTEN ZU ENOVAL (ENGINE MODULES VALIDATORS)



ENOVAL _____ ist eine Initiative der Engine Industrial Management Group (EIMG). Sie rundet die Roadmap der Level-2-Triebwerksprogramme (Komponentenvalidierung) im 7. EU-Forschungsrahmenprogramm (FP7) ab und ergänzt die Level-2-Projekte LEMCOTEC und E-BREAK.

Budget: 45,1 Mio. €
(Förderung durch EU-Kommission: 26,5 Mio. €)

Laufzeit: 58 Monate (Okt. 2013–Juli 2018)

Partner: 35 Partner aus 10 Ländern

Koordinator: MTU Aero Engines AG, München



Fragen, Wünsche, Anregungen? Hier erreichen Sie die Redaktion:
aeroreport@mtu.de



Mehr zum Thema: www.aeroreport.de



Autor:
Denis Dilba studierte Mechatronik, besuchte die Deutsche Journalistenschule und gründete das digitale Wissenschaftsmagazin Substanz. Er schreibt über verschiedenste Themen aus Technik und Wissenschaft.

Sauberkeit, die sich rechnet

*Zu einem saubereren Flugzeug gehört eine saubere Herstellung.
Umweltschutz wird daher auch in der Produktion immer wichtiger.*

Autorin: *Monika Weiner*



Je leichter und leiser desto besser: Um die Umwelt zu schonen und Betriebskosten zu senken, feilschen die Hersteller von Flugzeugen und Triebwerken seit Jahrzehnten um jedes Gramm und jedes Dezibel.

Dank neuer Technologien ist der Treibstoffverbrauch von Flugzeugen seit den 60er Jahren um 45 Prozent gesunken. In den nächsten Jahrzehnten sollen neue Designs und Antriebskonzepte CO₂-Ausstoß und Kerosinverbrauch noch einmal halbieren. Das schont die Ölreserven der Erde, ist gut fürs Klima und hilft den Airlines Spritkosten zu sparen. Doch nicht nur während des Fluges lässt sich die Umwelt entlasten. „Zu einem saubereren Flugzeug gehört auch eine saubere Herstellung mit effizienten Produktions- und Maintenance-Prozessen“, sagt Stefan Lange, bei der MTU Aero Engines verantwortlich für Neubau und Modernisierung von Gebäuden und technischen Versorgungsanlagen.

Verringerung von Emissionen und Verbräuchen trotz steigender Produktion

Um die Energieeffizienz zu erhöhen und Ressourcen einzusparen, analysieren und optimieren die Flugzeug- und Trieb-

werksbauer systematisch ihre Produktionsprozesse: In den europäischen Airbus-Werken beispielsweise wurde innerhalb von zehn Jahren der Energieverbrauch um drei Prozent, der CO₂-Ausstoß um 14 Prozent und die Emission von flüchtigen organischen Verbindungen um 21 Prozent gesenkt. Gleichzeitig gelang es, den Wasserverbrauch um 19 Prozent zu reduzieren, obwohl die Zahl der gefertigten Flugzeuge im selben Zeitraum um ein Drittel anstieg. Am Standort Hamburg wurde 2006 eine Anlage zur Aufbereitung von Flusswasser in Betrieb genommen, die den Verbrauch an Trinkwasser um 82.000 Kubikmeter im Jahr drosselt; weitere 10.200 Kubikmeter werden durch eine spezielle Sensorik, die Lecks frühzeitig aufspürt, eingespart.

Beim Triebwerkshersteller MTU gibt es seit 2010 ein eigenes Programm zur Verringerung des ökologischen Fußabdrucks in der Produktion und Maintenance: Mit CLAIR-IS, die Abkürzung steht für Clean Air Industrial Site, gelang es, allein am Standort München 20.000 Tonnen CO₂ einzusparen, seit vermehrt Brunnenwasser zur Kühlung der Anlagen eingesetzt wird. Ein neues mit Bio-Methan betriebenes Blockheizkraftwerk, das im November 2017 in Betrieb ging, reduziert die CO₂-Emission um

weitere 6.800 Tonnen im Jahr. Zusätzliche Energie wird gespart durch Dämmung von Gebäuden, die Beseitigung von Lecks in den Druckluftanlagen und das systematische Abschalten von Maschinen und Anlagen bei Nacht und an Feiertagen. Und nicht nur bei der Produktion wird auf Umweltschutz geachtet: Die MTU Maintenance Canada in Richmond, British Columbia, hat sich einer Initiative des nahegelegenen Flughafens Vancouver angeschlossen und ihren Carbon-Footprint ermittelt. Die kanadische Tochtergesellschaft der MTU arbeitet systematisch an der Reduktion ihrer Emissionen: Der Strom beispielsweise kommt ausschließlich aus regenerativen Wasserkraftwerken. „Insgesamt konnten wir bei der MTU den CO₂-Ausstoß in den letzten 25 Jahren halbieren“, resümiert Lange.

Ressourcenschonende Verfahren


Um die Komponenten für die sauberen Triebwerke der Zukunft möglichst effizient und energiesparend herzustellen, nutzen die MTU-Ingenieure bereits heute innovative Technologien. „Mit Additiven Verfahren wie dem Selektiven Laserschmelzen lassen sich Bauteile direkt aus CAD-Daten fertigen: Ein Laser verschmilzt Metallpulver Punkt für Punkt und Schicht für Schicht genau an den vorgegebenen Stellen“, berichtet Dr. Karl-Heinz-Dusel. Diese Fertigungsweise habe dabei mehrere Vorteile, betont der Leiter Additive Fertigung Technologie bei der MTU: „Man spart Material – unverfestigtes Metallpulver lässt sich am Ende ausschüttern, sieben und wiederverwenden. Verglichen mit traditionellen Verfahren wie Guss oder der Bearbeitung von Schmiedeteilen braucht man zudem weniger Aufmasse, weil der Rohling nur wenig nachbearbeitet werden muss.“ Ein weiterer Pluspunkt: Mit

„Insgesamt konnten wir den CO₂-Ausstoß in den letzten 25 Jahren halbieren.“

Stefan Lange,
verantwortlich für den Bau und die
Modernisierung von Gebäuden und
Anlagen MTU Aero Engines, München

der Additiven Fertigung lassen sich neue Funktionen in das Bauteil integrieren, beispielsweise Hohlräume für die Kühlung. Zusätzlich kann durch belastungsoptimiertes Design auch das Gewicht reduziert werden. In Zukunft wollen die Konstrukteure die Technik vermehrt einsetzen. Boroskopen für das PW1100G-JM werden bereits serienmäßig gefertigt; als nächstes soll die Zulassung von gedruckten, leichten Halterungen für Ölleitungen beantragt werden.

„Neue ressourcenschonende Verfahren wie die Additive Fertigung sind für die Verbesserung des ökologischen Fußabdrucks der Luftfahrt enorm wichtig“, sagt Dr. Sascha Gierlings, Leiter Prototypenfertigung am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT in Aachen (siehe auch Beitrag „Die Übermorgen-Entwickler“ in dieser Ausgabe, Seite 48). Zusammen mit den MTU-Ingenieuren analysiert und vergleicht er derzeit unterschiedliche Prozessketten: „Abhängig davon, wie hoch die thermomechanische Beanspruchung in einem Bauteil ist, müssen unterschiedliche Fertigungsverfahren und Herstellrouten eingesetzt werden. Bei allen gibt es hohe Einsparpotenziale, weil die Fertigung von Triebwerkskomponenten sehr aufwändig ist.“

Die Untersuchungen sind unter anderem Teil des EU-Forschungsprogramms Clean Sky 2, in dem 200 Forschungseinrichtungen und Unternehmen, darunter auch die MTU, innovative Lösungen zur Reduktion von klimaschädlichen Gasen und Lärm erarbeiten. Ein Thema im Clean Sky 2-Programm ist das Eco-Design, mit dem der Verbrauch von Material, Energie und Ressourcen über die gesamte Lebensspanne eines Flugzeugs – von der Produktion bis hin zum Recycling – reduziert werden soll. 



Fragen, Wünsche, Anregungen? Hier erreichen Sie die Redaktion:
aeroreport@mtu.de



Mehr zum Thema: www.aeroreport.de



Autorin:
Monika Weiner arbeitet seit 1985 als Wissenschaftsjournalistin. Die Diplomegeologin interessiert sich vor allem für neue Entwicklungen in Forschung und Technik sowie deren gesellschaftliche Auswirkungen.



Biosprit im Tank

*Um die Klimaschutzziele im Luftverkehr zu erreichen,
sind nachhaltig produzierte Kraftstoffe unerlässlich.
Erste Herstellungsverfahren für Biokerosin sind ausgereift.*

Autorin: Nicole Geffert

Pflanzen, Holz, Stroh und Algen – wer das liest, denkt nicht sofort an Treibstoff für die Luftfahrt. Und doch eignen sich diese Rohstoffe für die Herstellung alternativer Kraftstoffe, die ein klimafreundlicheres Fliegen ermöglichen. Die International Civil Aviation Organization hat der Branche ambitionierte Ziele gesetzt: Ab 2020 soll der Luftverkehr CO₂-neutral wachsen und bis 2050 sollen seine CO₂-Emissionen im Vergleich zum Jahr 2005 halbiert werden.

Zwar optimieren die Hersteller von Flugzeugen und Triebwerken kontinuierlich ihre Produkte. Doch das allein reicht nicht, die Klimaschutzziele zu erreichen. „Alternative Kraftstoffe mit einer deutlich reduzierten CO₂-Bilanz sind für eine nachhaltige Luftfahrt unabdingbar“, sagt Dr. Jörg Sieber, bei der MTU Aero Engines zuständig für das Innovationsmanagement. „Außerdem müssen zur Entlastung der Umwelt die Schadstoffemissionen verringert werden.“

Die MTU macht sich stark für die Einführung von nachhaltigem Kerosin, zum Beispiel über den Think Tank Bauhaus Luftfahrt und den Verein Aviation Initiative for Renewable Energy in Germany (aireg), in dem sich Fluggesellschaften, Hersteller und Forschungsinstitute engagieren – mit dem Ziel, dass im Jahr 2025 zehn Prozent des in Deutschland getankten Kerosins aus alternativen Rohstoffen stammen. Das entspricht einer jährlich benötigten Menge von 1,1 Millionen Tonnen Kraftstoff.

Mehrere alternative Kraftstoffe für die Luftfahrt bereits zugelassen

Mehrere alternative Kraftstoffe sind bereits für den Flugbetrieb zugelassen. Diese Drop-in-Kraftstoffe lassen sich mit konventionellem Jet A-1-Kerosin vermischen und erfüllen die hohen Anforderungen an Qualität und Sicherheit, die in der Luftfahrt gelten: Wegen der Reichweiten müssen sie eine sehr hohe Energiedichte aufweisen, zudem einen hohen Flammpunkt und einen niedrigen Gefrierpunkt haben. In Reiseflughöhe herrschen immerhin Temperaturen von minus 50 Grad Celsius.

An Ideen für Verfahren, mit denen Biomasse – beispielsweise aus Energiepflanzen – in Treibstoff umgewandelt werden kann, mangelt es den Wissenschaftlern nicht. Das größte Potenzial bescheinigen die aireg-Experten derzeit dem Konversionsprozess über die Hydrierung von Pflanzenölen (HEFA = Hydroprocessed Esters and Fatty Acids). Das HEFA Biokerosin entspricht den Spezifikationen fossilen Kerosins und wurde erfolgreich erprobt. Das Verfahren ist ausgereift. Der Biokraftstoff ist seit 2011 ASTM (American Society for Testing and Materials)-zertifiziert und wird im Passagierluftverkehr bereits in größeren Mengen zu Testzwecken eingesetzt.

„Neue Treibstoffe müssen einen aufwändigen Zertifizierungsprozess durchlaufen. Mit dem Modell lässt sich das Potenzial eines neuen Kraftstoffs abschätzen, bevor man kostenintensive Laborversuche startet.“

Manfred Aigner, Leiter des Instituts für Verbrennungstechnik der Luft- und Raumfahrt des DLR

Treibhausgasminderung um mindestens 60 Prozent

Zudem liegen Analysen zu Treibhausgasemissionen und anderen Umweltwirkungen vor – mit dem Ergebnis, dass HEFA unter bestimmten Randbedingungen die Vorgaben der Erneuerbare-Energien-Richtlinie der Europäischen Union (EU) einhalten kann. Um sicherzustellen, dass Biokraftstoffe tat-

sächlich Vorteile für das Klima bieten, müssen sie entsprechend dieser Richtlinie seit 2018 eine Treibhausgasminderung von mindestens 60 Prozent gegenüber fossilen Kraftstoffen nachweisen.

Ein weiteres zugelassenes Herstellungsverfahren ist Biomass to Liquid (BtL), für das vor allem die Biomasse Holz genutzt wird. Experten schätzen die Technologie insgesamt als äußerst anspruchsvoll ein, was eine wirtschaftliche Produktion derzeit erschwert – obwohl Biokerosin als Produkt des BtL-Prozesses schon seit 2009 ASTM-zertifiziert ist.

Bewertungsmodell für alternative Kraftstoffe

Wie lässt sich das Potenzial eines neuen Kraftstoffs im Vorfeld bewerten? Forscher vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), von der TU Hamburg (TUHH) und der Universität Stuttgart entwickelten im Projekt „InnoTreib“ ein Modell, mit dem sich nachhaltige Kraftstoffe am Rechner designen lassen. „Neue Treibstoffe müssen einen aufwändigen Zertifizierungsprozess durchlaufen. Mit dem Modell lässt sich das Potenzial eines neuen Kraftstoffs abschätzen, bevor man kostenintensive Laborversuche startet“, sagt Professor Manfred Aigner, Leiter des Instituts für Verbrennungstechnik der Luft- und Raumfahrt des DLR. Eine positive Bilanz zieht auch Professor Martin Kaltschmitt, Leiter des Instituts Umwelttechnik und Energiewirtschaft an der TUHH: „Die im Projekt erarbeiteten Methoden ermöglichen es, vielversprechende Kombinationen zu identifizieren, wie nachhaltig produzierte Biokraftstoffe möglichst effizient in Flugzeugtriebwerken eingesetzt werden können.“

Inside MTU — Hocheffiziente Wärmekraftmaschinen

Zur Verringerung von CO₂-Emissionen in der Luftfahrt müssen Effizienzverbesserungen beim Flugzeug, Antrieb und im Luftverkehrsmanagement sowie CO₂-arme Kraftstoffe beitragen. Rein elektrische Antriebe können bis zum Jahr 2050 nur marginal entlasten, da für größere Verkehrsflugzeuge, die den bei weitem größten Anteil am Flugverkehr haben, Batterien mit aus-

reichender Speicherkapazität nicht zur Verfügung stehen. Die Experten bei der MTU Aero Engines favorisieren daher die Entwicklung neuer hocheffizienter Wärmekraftmaschinen, die die Basis für fortschrittliche High-Bypass-Triebwerke bilden (siehe Beitrag „Mehr ist weniger“ auf S. 12), aber auch für turboelektrische Antriebssysteme mit verteilten Antrieben. Im Rahmen ihrer

Claire-Technologieagenda (Clean Air Engine) hat sich die MTU ehrgeizige Ziele für den Antrieb gesetzt, beispielsweise eine Verringerung des Kraftstoffverbrauchs um 40 Prozent bis 2050 im Vergleich zum Jahr 2000. Zusammen mit CO₂-armen Drop-in-Kraftstoffen kann damit trotz steigenden Luftverkehrs die notwendige Reduktion der CO₂-Emissionen erreicht werden.

Kraftstofferzeugung mit Windkraft und Sonnenenergie

Langfristige Alternativen könnten auch nicht-biogene Prozesse sein. Eine internationale Forschergruppe hat im Projekt „SOLAR-JET“ erstmals Flugzeugtreibstoff aus Sonnenlicht, Wasser und Kohlenstoffdioxid hergestellt. Vorteil: Der alternative Treibstoff basiert auf fast unbegrenzt zur Verfügung stehenden Ressourcen. Zukunftsweisend sind auch Power-to-Liquid-Verfahren, bei denen Wasserstoff mit Hilfe von Windkraft und Solarenergie erzeugt, mit Kohlenstoffdioxid zu Kohlenwasserstoffen synthetisiert und zu einem Flüssigkraftstoff aufbereitet wird.

Die Beispiele zeigen: Es steckt viel Bewegung in der Branche. Und doch besteht die größte Herausforderung darin, die Verfahren wirtschaftlicher zu machen. Biokraftstoffe kosten immer noch das Doppelte oder mehr als konventionelles Kerosin. Weltweit wird deshalb an Lösungen zur Kostensenkung gearbeitet.

Denn Alternativen zu nachhaltig produziertem Kerosin gibt es derzeit nicht. Der Einsatz von rein elektrisch betriebenen großen Verkehrsflugzeugen liegt noch in ferner Zukunft. Nachhaltige Drop-in-Kraftstoffe können dagegen in den Flugzeugen von heute zum Einsatz kommen, die wegen ihrer langen Nutzungszeiten auch in den kommenden Jahren Menschen und Güter an ihr Ziel bringen.



Fragen, Wünsche, Anregungen? Hier erreichen Sie die Redaktion:
aeroreport@mtu.de



Mehr zum Thema: www.aeroreport.de



Autorin:
Nicole Geffert arbeitet seit 1999 als freie Journalistin mit den Themen Forschung und Wissenschaft, Geld und Steuern, Ausbildung und Beruf.

Das Kreisen der Klimaschnüffler

*Wie verhält sich das Abgas aus Biosprit in der Atmosphäre?
Ein ungewöhnlicher Flugbericht.*

Autor: *Andreas Spaeth*

Dem Kondensstreifen auf der Spur _____

Blick aus dem Cockpit auf die fliegende A320 ATRA des DLR. Ziel der gemeinsamen Mission von DLR und NASA über Norddeutschland war die Sammlung von Abgaswerten aus Biosprit.





01



Gemeinsame Mission — Nicht zum ersten Mal arbeiten die beiden Luftfahrtforschungseinrichtungen, die zu den größten weltweit zählen, zusammen. Bereits 2014 flogen sie zusammen in Palmdale/Florida und wiesen nach, dass die Beimischung von Biokraftstoff den Ruß im Abgas reduziert.



Mission Statement — Die gemeinsame Forschungsflugkampagne trägt den Namen ND-MAX/ECLIF 2 (NASA/DLR-Multi-disciplinary Airborne eXperiments/Emission and CLimate Impact of alternative Fuel).

Ein regnerischer Januarmorgen in Ramstein in der Pfalz. Auf der größten U.S.-Luftwaffenbasis außerhalb der USA drängen sich die riesigen, grauen C17-Transportmaschinen auf dem Vorfeld. Irgendwo dazwischen stehen zwei zivile Exoten, kleiner und beinahe unauffällig: eine echte Rarität, die letzte weltweit fliegende DC-8 in der Passagierversion, das fliegende Labor der NASA, stationiert in Palmdale, Kalifornien. Und dazu die in Braunschweig beheimatete A320 des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR). Das deutsche Forschungsflugzeug ATRA (Advanced Technology Research Aircraft), früher im Liniendienst bei Niki, heute im Dienst der Wissenschaft unterwegs, wird gerade mit 18 Tonnen Sprit betankt. Die Hälfte davon besteht aus dem Bio-

kraftstoff HEFA (Hydroprocessed Esters and Fatty Acids), gewonnen aus dem Öl der Leindotterpflanze. Die Aufgabe der Forschungsmission hier ist es nämlich, erstmals durch Messungen zu belegen, dass die Beimischung von Biosprit zu herkömmlichem Kerosin die Klimafreundlichkeit des Fliegens verbessert. Heute werden zum ersten Mal die Emissionen eines Kraftstoffs mit diesem hohen Beimischungsverhältnis von HEFA im Flug untersucht, im fliegerischen Alltag ist ein deutlich geringerer Anteil realistischer.

Sechs Minuten geradeaus, Linkskurve, wieder sechs Minuten geradeaus

Nach dem Start von Ramstein geht es nach Norddeutschland, in einen eigens



02



03

- 01 — *Ramstein Air Base, morgens um 8: Bodentests vor dem Abflug der beiden Forschungsflugzeuge.*
- 02 — *Fliegendes Labor statt Feriengäste: Messinstrumente an Bord der A320 ATRA des DLR, die früher bei Niki im Liniendienst geflogen ist.*
- 03 — *Die vorausfliegende DLR-A320 nimmt sich gegen die DC-8 der NASA geradezu zierlich aus.*

für den Verkehr gesperrten Luftraum. Hier dreht der Airbus stundenlang seine Runden, sechs Minuten geradeaus, Linkskurve, wieder sechs Minuten geradeaus, Rechtskurve. Aber die A320 ist nicht allein unterwegs. Kurz nach der ATRA ist das wohl ungewöhnlichste fliegende Labor der Welt gestartet und folgt dem Airbus. Hierbei handelt es sich um ein vierstrahliges Passagierflugzeug aus den Anfangstagen der Langstreckenjets, eine McDonnell Douglas DC-8-72. Viele europäische Airlines wie etwa KLM, SAS und Swissair setzten zwischen den 1960er und 1980er Jahren DC-8-Jets ein. Geliefert wurde die heute Letzte ihrer Art weltweit 1969 ursprünglich an Alitalia; seit 1986 bereits ist sie das größte Versuchsflugzeug der NASA. Damals wurde sie

mit CFM56-Triebwerken ausgestattet, die auch heute erstaunlich leise daherkommen. „Die DC-8 ist von der Infrastruktur und dem Know-how der Besatzung her die beste fliegende Forschungsplattform weltweit“, schwärmt Dr. Hans Schlager vom DLR-Institut für Atmosphärenphysik. DLR und NASA installierten vor der Atlantiküberquerung Instrumente für 20 Messverfahren in der 42 Meter langen Kabine, die früher über 250 Fluggäste aufnahm, sowie außen am Rumpf. An der rechten Tragflächenspitze hängt ein goldfarbenedes Wolken-Spektrometer, fünf komplexe Instrumente in einem. Außerdem zielt ein Laser aus einem Kabinfenster auf die Tragflächenspitze, um den Wasserdampf im Umfeld der Kondensstreifen und Eiswolken zu messen.

Reduzierung der Klimaeffekte trotz steigender Luftfahrt

Die Flugbranche steht oft für ihre schädlichen Auswirkungen auf die Erderwärmung am Pranger, bisher vor allem die Emission des Treibhausgases CO₂. Hier hat sich die Luftfahrt ehrgeizige Ziele gesetzt: Wachstum soll nur noch CO₂-neutral stattfinden durch Verbesserungen bei Flugzeug, Triebwerk, Einsatz von entsprechenden Kraftstoffen und Kompensationsmaßnahmen. Bis 2050 soll sich nach Vorgaben der UN-Luftfahrtorganisation ICAO der CO₂-Ausstoß gegenüber dem Wert von 2005 halbieren. „Die Luftfahrt ist für etwa fünf Prozent der menschengemachten Klimaeffekte verantwortlich, davon entfallen zwei Fünftel auf das CO₂, der Rest auf Stickoxide und



- 01** — Ready for boarding bei idealem, feuchtkaltem Wetter: die A320 ATRA des DLR.
- 02** — Instrumente für 20 Messverfahren sind in der 42 Meter langen Kabine der DC-8 installiert. Früher war hier Platz für 250 Fluggäste.
- 03** — Datensammler: Wolken-Spektrometer an der DC-8 der NASA.

vor allem langlebige Kondensstreifen, die jetzt im Fokus stehen“, sagt Schläger. Genau an dieser Stellschraube, so die Wissenschaftler, lässt sich nämlich drehen, um den Klimaeffekt des stetig wachsenden Luftverkehrs zu verringern. Alle 15 bis 20 Jahre verdoppelt sich der globale Luftverkehr; 2017 wurde mit 4,1 Milliarden Flugpassagieren ein neuer Rekord erzielt. Bereits 2036 sollen es nach IATA-Vorhersagen 7,8 Milliarden Passagiere sein. Für ihre Beförderung muss die Luftfahrt nachhaltiger werden.

Eine große Hoffnung für umweltfreundlicheres Fliegen ruht auf alternativen Kraftstoffen. Es hat sich bereits bei vielfältigen Tests und im Linienverkehr erwiesen, dass sich aus Biomasse oder aus Pflanzenöl entsprechend den zugelassenen Verfahren hergestellter Sprit mit her-

kömmlichem Kerosin mischen und problemlos im Flug einsetzen lässt. Das Problem ist, dass dieser nachhaltige Treibstoff derzeit dreimal teurer ist als fossiles Flugbenzin und damit der kommerzielle Anreiz fehlt, ihn einzusetzen. „Es ist aber wichtig, jetzt, bei niedrigem Ölpreis, Daten und Methoden zu seinem Einsatz zu entwickeln, die wir dann verfügbar haben, wenn das Öl wieder teuer ist und sich der Fokus auf erneuerbare Energien richtet“, sagt Dr. Patrick Le Clerq vom DLR-Institut für Verbrennungstechnik.

Flug in die sekundäre Zone der Kondensstreifen

Nach dem Start von Ramstein mit 14 Wissenschaftlern und sechs Mann Besatzung an Bord ist es die Aufgabe von NASA-Pilot Wayne Ringelberg, auf Schnüffelmission im Dienste der Klimaforschung zu gehen.

„Wir müssen sehr präzise in die sekundäre Zone der Kondensstreifen 15 bis 20 Meilen hinter der ATRA hineinfliegen und uns dabei stets mindestens zweieinhalb Meilen entfernt von der vorausfliegenden A320 halten. Da kann es schon mal Turbulenzen an Bord geben“, so der ehemalige Kampfpilot. Die Wissenschaftler sind während der bis zu sechsstündigen Missionen meistens angeschnallt, Verständigung ist nur über Kopfhörer möglich. Entscheidende Voraussetzung für die Missionen sind die richtigen feuchtkalten Wetterbedingungen für das Entstehen von Kondensstreifen. Die Bedingungen sind gut, als 45 Minuten nach dem Start das Zielgebiet über der Ostseeküste erreicht ist. Die DC-8 fliegt kurz neben die ATRA, um die Höhenmesser zu kalibrieren, dann setzt sie sich stundenlang hinter den Airbus, um genau zu dokumentieren, was

seine Triebwerke ausstoßen und welche Art Kondensstreifen sich dabei in Höhen zwischen acht und zwölf Kilometern bilden. Besonders klimarelevant sind die langlebigen, die zwischen zwei und 20 Stunden am Himmel stehen und dabei hohe Eiswolken bilden, sogenannte Kondensstreifen-Zirren. Sie können lokal kühlende oder wärmende Wirkung am Boden entfalten; die Erwärmung überwiegt.

Bei ihrer Entstehung kondensieren zunächst Wassertröpfchen an den Rußpartikeln der Flugzeugabgase, gefrieren und werden zu Eisparkeln. „Die Anzahl der Rußpartikel spielt eine wichtige Rolle. Bei der Verbrennung von Biosprit entsteht

bis zu 50 Prozent weniger Ruß und es ändert sich damit die Anzahl und Größe der Eiskristalle“, erklärt Schlager. „So reduziert sich die Lebensdauer der Kondensstreifen und sie entfalten im Mittel eine geringere Strahlungswirkung.“ Wenn die gesamte Luftfahrt mit einem Kerosin-gemisch fliegen würde, das zur Hälfte aus HEFA besteht, ließen sich die Kondensstreifen-Zirren global um 30 Prozent verringern, schätzen die Forscher.

Die wichtige Rolle der langlebigen Kondensstreifen ist eine neue Erkenntnis der jüngsten Forschungsarbeiten. „Sie haben vermutlich eine größere wärmende Wirkung auf die Erdatmosphäre als alle

über mehr als hundert Jahre in der Atmosphäre gesammelten CO₂-Emissionen des Luftverkehrs zusammen“, vermutet Schlager. „Aber die genaue globale Wirkung von Kondensstreifen ist in Modellen nur schwer zu errechnen, daher sind die Messungen dieser Kampagne so wichtig“, sagt der DLR-Experte.

Bis allerdings die Gigabytes an gewonnenen Daten ausgewertet sind, wird ein Jahr vergehen. Als beide Flugzeuge auf dem Rückflug nach Ramstein sind, gönnt sich auch mancher Wissenschaftler an Bord einen Blick auf den Abendhimmel. Der ist heute spektakulär – vor allem dank vieler orangerot leuchtender Kondensstreifen. ✈️



Fragen, Wünsche, Anregungen? Hier erreichen Sie die Redaktion:
aeroreport@mtu.de



Mehr zum Thema: www.aeroreport.de



Autor:

Andreas Spaeth ist seit über 25 Jahren als freier Luftfahrtjournalist in aller Welt unterwegs, um Airlines und Flughäfen zu besuchen und über sie zu berichten. Bei aktuellen Anlässen ist er ein gefragter Interviewpartner in Hörfunk und Fernsehen.

Die Kraft der Spezialisten

Der Standort der MTU Aero Engines in Polen wächst und wächst. Im Jahr 2020 geht in dem Land zudem das Gemeinschaftsunternehmen von MTU Aero Engines und Lufthansa Technik an den Start. Aufgabe von EME Aero ist die Instandhaltung von Getriebefan-Triebwerken.

Autor: Thorsten Rienth



MTU AERO ENGINES POLSKA



Polen — Sechstgrößtes Land der EU mit 38,5 Millionen Einwohnern zwischen Ostsee und Karpaten. In einer Sonderwirtschaftszone um Rzeszów im Süden des Landes haben sich weit über 80 Firmen mit Produktions- und Forschungsstätten der Luftfahrtindustrie angesiedelt.

„Hier in Rzeszów haben wir Luftfahrterfahrung vorgefunden und eine exzellente Infrastruktur.“

Krzysztof Zuzak

Geschäftsführer MTU Aero Engines Polska

Mit pathetischen Worten soll man es nicht übertreiben, heißt es. Sondern sie sich für Augenblicke aufheben, wenn sie wirklich passen. Für Dr. Uwe Zachau ist gerade einer dieser Momente. Von einem Meilenstein für beide Unternehmen spricht er. Von einem ambitionierten Hochlaufplan, einem hervorragenden Team, einer riesigen Motivation. Zachau spricht vom neuen gemeinsamen Instandhaltungsunternehmen von Lufthansa Technik und MTU Aero Engines, der Engine Maintenance Europe, kurz: EME Aero. Zachau ist der COO der neuen Firma, Derrick Siebert der CEO. Er sagt: „Wir bringen damit in Europa die Instandhaltung für die neue Generation von Getriebefan-Triebwerken auf den Weg.“ Beide Partner halten jeweils 50 Prozent der Anteile.

Der Standort des Joint Ventures wird in Polen liegen. In Polen hat die MTU bereits langjährige Erfahrungen sammeln können. In einer Sonderwirtschaftszone um Rzeszów, ganz im Südosten des Landes, wurde 2007 die MTU Aero Engines Polska gegründet. „Die Zone ist Antriebskraft für die Wirtschaft in der Region“, wirbt die Regionalverwaltung. Etliche Firmen mit klangvollen Namen haben sich dort mit Produktions- und Forschungsstätten niedergelassen. Eigentlich sollte im Jahr 2020 Schluss sein mit den Vorteilen der Sonderwirtschaftszonen in Polen. Dann verlängerte das Land das Sonderwirtschaftszonenrecht bis 2026. Beinahe im Monatstakt kommen neue Firmen hinzu.

Luftfahrtregion mit Tradition

So wie vor neun Jahren die MTU selbst. In gerade einmal neun Monaten hatte sie gleich gegenüber dem internationalen Flughafen in Jasionka bei Rzeszów das 18.000-Quadratmeter-Werkgebäude der MTU Aero Engines Polska hochgezogen – und mit den ersten Maschinen ausgestattet. Über 50 Millionen Euro betrug die Investition. Sogar der polnische Vize-Premier und Wirtschaftsminister kam zur Eröffnung im Mai 2009.

„Hier in Rzeszów haben wir Luftfahrterfahrung vorgefunden und eine exzellente Infrastruktur“, sagt Krzysztof Zuzak. Der Manager ist Geschäftsführer des Standorts. Und ein Mann der allerersten Stunde. Unter den mehr als 14.000 Studenten der örtlichen Polytechnischen Hochschule ist die Quote der Luftfahrttechnikingenieure besonders hoch. „Rzeszów hat eine lange Tradition im Flugzeugbau“, sagt Zuzak. „Über 60 Prozent unserer Ingenieure kommen vom Polytechnikum hier in Rzeszów.“ Die Fakultät für Mechanik und Aeronautik bietet Luftfahrtindustrie-orientierte Kurse und Studiengänge an. Dr. Joachim Wulf, ehemaliger Entwicklungsleiter des MTU-Standorts, sagte einmal: „Rzeszów ist eine sehr nette Studentenstadt, wie Tübingen.“

Die MTU startete mit der Entwicklung und Fertigung von Leit- und Laufschaufeln für Niederdruckturbinen, der Montage von Niederdruckturbinen und der Teilreparatur. Das Pflaster von



Repair Engineering _____ Die Entwicklungsingenieure bei der MTU Aero Engines Polska arbeiten unter anderem an neuen Reparaturtechnologien.



Fertigung von Bauteilen _____ Entgraten eines V2500-Rings bei der MTU Aero Engines Polska.

„Wir haben das Gebäude von vorneherein so konzipiert, dass es erweiterbar ist, sodass man für die Zukunft gerüstet ist.“

Krzysztof Zuzak

Geschäftsführer MTU Aero Engines Polska

Stadt und Umland stellte sich schnell als ein sehr gutes heraus. Auch, oder gerade weil die MTU in Rzeszów erstmals alle drei Bereiche rund ums Triebwerk – Entwicklung, Fertigung, Reparatur – unter einem Dach vereint.

Ausbau ist Teil der MTU-Investitions- und Wachstumsstrategie

Die Belegschaft von 200 Mitarbeitern wuchs schnell. Vier Jahre später, als die Entscheidung für den ersten Ausbau des Standorts fiel, waren es bereits 500; im Jahr 2017 mehr als 750. Außerdem zahlt sich die Weitsicht aus den Planungsjahren aus. „Wir haben das Gebäude von vorneherein so konzipiert, dass es erweiterbar ist, dass man für die Zukunft gerüstet ist“, sagt Zuzak. Mit den neuen Gebäuden steigt die überbaute Fläche in Jasionka auf fast drei Hektar. Die Erweiterung ist, wie auch die etwa zur gleichen Zeit fertiggestellte Blisk-Fertigungshalle in München und das Logistikzentrum in Hannover, Teil der MTU-Investitions- und Wachstumsstrategie.

Die MTU nutzt den Rzeszów Ausbau unter anderem für Vorarbeiten für die neuen Getriebefan-Triebwerke und Tätigkeiten, die sich aus der Erhöhung des Programmanteils am A320-Triebwerk V2500 ergeben haben. Das polnische Werk übernimmt dabei im Wesentlichen die Verantwortung in den Bereichen Logistik, Beschaffung, Konstruktion und Qualitätssicherung. Außerdem sind hier die Modulmontage-Aktivitäten für verschiedene ziviler Programme gebündelt. Derzeit wird die Entwicklungsabteilung ausgebaut und wird einmal Arbeitsplätze für insgesamt 140 Ingenieure bieten.

Das Beste aus zwei Welten

Bei der EME Aero arbeiten die Teams derzeit die Details eines ambitionierten Hochlaufplans für den Shop aus. Eine komplexe Sache sei das, erklärt Jana Kotlar, die Projektmanagerin bei der MTU. „Es geht schließlich nicht nur um ein neu zu bauendes Gebäude, sondern auch darum, innerhalb von vergleichsweise kurzer Zeit stabile Prozesse zu implementieren.“




Weiterbearbeitung _____ Reinigen von Triebwerksbauteilen bei der MTU Aero Engines Polska.



Modulmontage _____ Zusammenbau einer PW2000-Niederdruckturbinen bei der MTU Aero Engines Polska.

Im Laufe des Jahres sollen die Mitarbeiterqualifikationen starten. Zeitversetzt folgt eine Simulationsphase, die von der Einlastung bis zum Abnahmelauflauf jedes Detail des Instandsetzungsprozesses auf die Probe stellt. „Bei den Prozessen bedienen wir uns vom Besten aus zwei Welten“, sagt Kotlar. Etwas mehr als ein Dutzend Teilprojekte tragen den Aufbau. „Der Lead liegt bei jeweils einem der Partner, doch die Schnittstellen sind eng verzahnt.“

In ihrer Zusammenarbeit bringen Lufthansa Technik und die MTU einiges an Erfahrung mit. Seit dem Jahr 2003 betreiben sie ein ebenfalls gleichberechtigtes und im Maintenance-Bereich aktives Joint Venture in Malaysia. Spezialisiert ist es auf die Schaufelreparatur von Niederdruckturbinen und Hochdruckverdichtern. „Auch aus Deutschland kennen wir uns gut“, sagt Kotlar, „zum Beispiel durch gegenseitige Unterstützung bei Testläufen und bei der Ersatzteilbeschaffung“.

Das erste instandzusetzende PW1000G-Triebwerk soll im Jahr 2020 durch den Shop gehen, EME Aero nach abgeschlossenem Hochlauf mehr als 1.000 Mitarbeiter beschäftigen. 

Inside MTU _____ EMEAERO ENGINE MAINTENANCE EUROPE



Im neu gegründeten Joint Venture von Lufthansa Technik und MTU Aero Engines, nahe des Flughafens Rzeszów in Polen, sollen ab 2020 PW1000G-Triebwerke instand gesetzt werden. Bereits 2018 beginnt die Qualifikation von Mitarbeitern sowie die Simulation und Vorbereitung der Instandhaltungsprozesse.



Fragen, Wünsche, Anregungen? Hier erreichen Sie die Redaktion:
aeroreport@mtu.de



Mehr zum Thema: www.aeroreport.de



Autor:

Thorsten Rienth schreibt als freier Journalist für den AEROREPORT. Seine technijournalistischen Schwerpunkte liegen neben der Luft- und Raumfahrtbranche im Bahnverkehr und dem Transportwesen.



Grand Cayman — Mit 196 Quadratkilometern nur knapp so groß wie Hannover, dafür mit eigener Airline. Grand Cayman ist die größte der drei Kaimaninseln und der Sitz von Cayman Airways.



Komfort der Karibik

Flexibles MRO-Konzept mit Leasingoption nach Triebwerksausfall: Dank der kreativen MTU-Lösung startete Cayman Airways in kürzester Zeit wieder durch.

Autorin: Victoria Nicholls



Cayman Airways — ist die nationale Fluggesellschaft der Kaimaninseln mit Sitz in George Town und Basis auf dem Owen Roberts International Airport.

Gründung: 1968

Flotte:

3 Boeing 737-300

1 Boeing 737-800

2 Saab 340B+

2 De Havilland DH-6 Flugzeuge

Im Herbst 2017 fiel bei Cayman Airways ein Triebwerk aus. „Der Boroskopbericht zeigte, dass einige Lager massive Schäden im Kerntriebwerk verursacht hatten, darunter am Hochdruckverdichter sowie an Hoch- und Niederdruckturbine. Es war abzusehen, dass alle Teile vollständig ausgetauscht werden mussten“, erklärte Wayne Miller, stellvertretender Leiter von Wartung und Engineering bei Cayman Airways. Eine mittlere Katastrophe, für die er schnellstens eine Lösung finden musste.

Auf Anraten seiner Leasinggesellschaft wandte er sich an mehrere MRO-Anbieter, um Angebote mit festem Höchstpreis einzuholen. Zunächst erhielten Miller und sein Leasinggeber durchaus adäquate Standardangebote mit Ersatzteilen und teilweise Gebrauchtmaterial. Doch als die MTU Maintenance ihm ein besseres Konzept vorlegte, wurde ihm klar, dass er eine „unkonventionelle, komfortable Alternative“ benötigte. „Ich suchte nach einer sofort einsatzfähigen, wirtschaftlichen Lösung“, erläutert er. „Das Ange-



bot der MTU ging nicht nur auf meinen Bedarf, sondern auch auf die Anforderungen meines Leasinggebers ein.“ Dessen Empfehlung und bestehende Geschäftsbeziehungen mit der MTU trugen maßgeblich zu einer unkomplizierten Abwicklung für Cayman Airways bei.

Karibische Beflissenheit bei Cayman Airways

Cayman Airways wurde 1968 gegründet und betreibt drei Boeing 737-300 mit Triebwerken vom Typ CFM56-3, eine Boeing 737-800 mit CFM56-7-Triebwerken, zwei Saab 340B+ und zwei De Havilland DH-6. Die staatliche Fluggesellschaft hat ihren Sitz auf Grand Cayman, der größten der drei Kaimaninseln in der westlichen Karibik etwa 300 Kilometer südlich von Kuba. Ihre 737 fliegen nach Kuba, Honduras, Jamaika und die USA, während die Turboprop-Flotte Ziele innerhalb der Inselgruppe bedient.

Die kleine Airline zeichnet sich durch ihre starke regionale Verbundenheit aus: „Unser ganzes Unternehmen lebt die karibische Mentalität“, betont Miller. „Wir sind stolze Patrioten und äußerst dienstleistungsorientiert, doch gleichzeitig auch zurückhaltend und entspannt.“ So können Kunden in der Economy Class zwei, in der Business Class drei Gepäckstücke ohne Aufschlag aufgeben. Die Gastfreundschaft der Kaimaninseln gebietet es zudem, Passagieren kostenlos einen Rumpunsch (ab 18 Jahren) sowie auf mehr als zweistündigen Flügen eine vollwertige Mahlzeit zu servieren. Millers karibisch-melodische Stimme lässt erahnen, weshalb die Kunden getreu dem Unternehmensmotto „Those who fly with us, love us“ begeistert sind.

Deshalb benötigte Cayman Airways eine ebenso kreative wie schnell umsetzbare MRO-Lösung, die die Experten der MTU

Maintenance engagiert erarbeiteten und ausführten: Das Triebwerk wurde unabhängig untersucht, um der Problemsache auf den Grund zu gehen. Um die Überholung so kostengünstig wie möglich abzuwickeln, wurden ein gebrauchtes Triebwerksmodul, das die MTU Maintenance Lease Services organisieren konnte, sowie ein geleastes Triebwerk eingebaut. „Das klang wie Musik in meinen Ohren“, schwärmt Miller.

Die Flotte konnte ihren Betrieb wieder wie gewohnt aufnehmen, während das schadhafte Triebwerk bei der MTU Maintenance instand gesetzt wird. „Nachdem ich die motivierten, erfahrenen Vollblut-MTUler am Standort in Hannover kennengelernt habe, bin ich sicher, dass wir das Triebwerk in bestem Zustand zurückbekommen“, so Miller zum Abschluss. ✈️



Fragen, Wünsche, Anregungen? Hier erreichen Sie die Redaktion:
aeroreport@mtu.de



Mehr zum Thema: www.aeroreport.de




Autorin:

Victoria Nicholls berichtet innerhalb der MTU-Unternehmenskommunikation über Themen wie Triebwerks-MRO, Leasing und Asset Management sowie internationale Markttrends. Die gebürtige Britin wohnt in Berlin und arbeitet an den MTU-Standorten in Hannover und Ludwigfelde.

In den Händen der besten Experten

Für die Instandhaltung der PW1000G-Triebwerke wird ein weltweites MRO-Netzwerk aufgebaut. Kunden profitieren von qualitativ hochwertigen Leistungen und erstklassigem Service.

Autorin: Nicole Geffert



Luxusstück _____ Eine Niederdruckturbinenscheibe für das PW1100G-JM, hier bei der Sichtprüfung, kostet in etwa gleich viel wie eine Limousine eines deutschen Premium-Automobilherstellers. Die Instandsetzung des hochwertigen Investitionsguts können Kunden einem internationalen Netzwerk des OEMs anvertrauen.



Ein PW1100G-JM, Antrieb für die A320neo-Familie, auf dem Prüfstand bei der MTU Maintenance Hannover.



Sichtprüfung bei der PW1100G-JM-Fan-Montage.



Abkleben einer PW1100G-JM-Hochdruckverdichterblisk vor dem Plasmaspritzen.

Der Getriebefan-Antrieb ist im Steigflug: Airlines weltweit haben bereits mehr als 8.000 dieser energieeffizienten Antriebe bestellt. Die MTU Aero Engines ist Partner von Pratt & Whitney (P&W) für die Triebwerke der PW1000G-Serie, die in neuen Flugzeugprogrammen von fünf namhaften Herstellern eingesetzt werden. Damit die Kunden sich auch in der Instandsetzung auf Qualität, Effizienz und Innovationskraft verlassen können, baut P&W zusammen mit seinen Partnern ein weltweites Netzwerk für Aftermarket-Services auf.

„Das Netzwerk bietet die gesamte Bandbreite an Instandhaltungs-, Reparatur- und Überholungsleistungen (MRO) für die PW1000G-Triebwerke an“, sagt Dr. Christian Winkler, Programmleiter PW1100G-JM und PW1400G-JM bei der MTU. P&W, MTU und Japanese Aero Engines Corporation (JAEC) hatten 2015 einen Kooperationsvertrag unterzeichnet, der ihre Zusammenarbeit im Rahmen der International Aero Engines LLC (IAE LLC) bei der Instandhaltung des PW1100G-JM für die A320neo besiegelt.

Über das MRO-Netzwerk für GTF-Antriebe haben die Kunden Zugang zu Shops, die über Erfahrung, Know-how und Kapazitäten verfügen sowie qualitativ hochwertige Leistungen anbieten. Jeder Shop besitzt die gleich hohe Kompetenz in der Demontage, Montage und beim Testen. „An allen Standorten werden einheitlich hohe Qualitätsstandards garantiert“, sagt Dr. Rainer Fink, Aftermarket-Manager PW1100G-JM bei der MTU. Kurze Durchlaufzeiten und die pünktliche Auslieferung der Triebwerke sind für jeden Instandsetzungsbetrieb in dem Netzwerk oberstes Gebot. „In der Bauteilreparatur spezialisiert sich jeder Shop auf bestimmte Verfahren, so dass die zu reparierenden Bauteile in die Hände der besten Experten gelangen.“

Das Beste aus allen Shops

Jeder Partner bringt seine Stärken in das Netzwerk ein. Die MTU ist als Programmpartner an der Entwicklung und Fertigung der PW1000G-Triebwerke und damit auch am Netzwerk beteiligt. Sie leistet mit ihren Hightech-Komponenten wie der schnelllaufenden Niederdruckturbine sowie ihrer Fertigungskompetenz einen entscheidenden Beitrag zum GTF-Triebwerksprogramm. Zudem kann ihre erfolgreiche Tochter, die MTU Maintenance, mehr als 35 Jahre Erfahrung und Know-how im Independent-MRO-Geschäft vorweisen. Seit 2016 verfügt die MTU Maintenance Hannover über die Instandhaltungsfähigkeit für das PW1100G-JM und ist im Rahmen des Netzwerks für MRO-Dienstleistungen zertifiziert.

Für die Instandsetzung der GTF-Triebwerke baut die MTU sogar einen neuen Standort mit auf. Zusammen mit der Lufthansa Technik hat sie im Dezember 2017 ein gemeinsames Instandhaltungsunternehmen gegründet. Engine Maintenance Europe, kurz EME Aero, heißt das Joint Venture, das seinen Sitz in Polen haben wird (siehe auch Artikel Seite 28 in dieser Ausgabe).

EME Aero ist aktuell das jüngste Netzwerk-Mitglied, zu dem bereits weitere MRO-Shops gehören: P&W Columbus Engine Center in Georgia (USA), Christchurch Engine Center von P&W und Air New Zealand (Neuseeland), P&W Eagle Services Asia, ein Joint Venture von P&W und Singapore Airlines Engineering Company (Singapur), sowie der MRO-Shop des JAEC-Unternehmens IHI Corporation in Mizuho (Japan). Die Experten der einzelnen Standorte stehen im ständigen Dialog und tauschen ihr Know-how aus. Fink: „Das ist gelebte Partnerschaft zum Vorteil unserer Kunden. So können wir ihnen den bestmöglichen Service bieten.“



Ein PW1500G, Antrieb für die C Series von Bombardier, auf dem Prüfstand bei der MTU in München.



PW1100G-JM-Montagelinie bei Pratt & Whitney in Middletown/Connecticut.


Gut planbare Instandsetzungskosten und stets erstklassige Leistungen

Triebwerke der neuen Generation wie die PW1000G-Serie werden mehrheitlich mit Instandsetzungsverträgen beim OEM (Original Equipment Manufacturer) gekauft, der die Gesamtverantwortung für das Triebwerk hat. Ein großer Teil der Kunden von GTF-Antrieben hat beim Kauf ein Fleet Hour Agreement (FHA) abgeschlossen. „Der Kunde bezahlt eine fixe Instandsetzungsrate pro Flugstunde. So kann er seine Instandsetzungskosten gut planen. Das Risiko höherer Kosten für den abgedeckten Vertragsumfang liegt beim OEM“, erklärt Michael Hauser, Leiter Instandhaltungskostenmanagement bei der MTU.

Die FHAs gibt es in unterschiedlichen Varianten: Bei „Pay as you go“ beispielsweise zahlt der Kunde monatlich die verhandelte Flugstundenrate mal Anzahl geflogener Stunden. Bei „Pay at Shop Visit“ begleicht er den Betrag erst beim nächsten Shop Visit. „Auch Airlines, die Triebwerke der neuen Generation leasen anstatt zu kaufen, profitieren von den Instandsetzungsverträgen mit dem OEM“, sagt Hauser. „Leasing-Unternehmen erwarten

ihre Triebwerke am Ende der Vertragslaufzeit in einem sehr guten Zustand zurück. Die Einhaltung dieser Rückgabe-Konditionen sichern die Airlines in MRO-Verträgen mit dem OEM ab.“

Eine weitere Variante sind „Time & Material“-Verträge, bei denen der Zeit- und Materialaufwand in Rechnung gestellt wird. Und den Airlines, die über eigene Shops verfügen, wird eine Maximalsumme für die Instandsetzung garantiert (Maintenance Cost Guarantee). Winkler: „Für welchen Vertrag sich der Kunde auch entscheidet, er kann stets auf erstklassige Leistungen der Netzwerk-Partner vertrauen.“

Das gilt auch für das Triebwerksleasing. Die MTU ist Partner im Gemeinschaftsunternehmen PW1100G-JM Engine Leasing, LLC des Triebwerkskonsortiums IAE, das auch das PW1100G-JM herstellt. PW1100G-JM Engine Leasing richtet einen Pool an PW1100G-JM-Ersatz- und Leasingtriebwerken ein, auf den die Kunden bei Bedarf zurückgreifen können und der ihnen einen lückenlosen Betrieb ihrer Flotte sichert. 



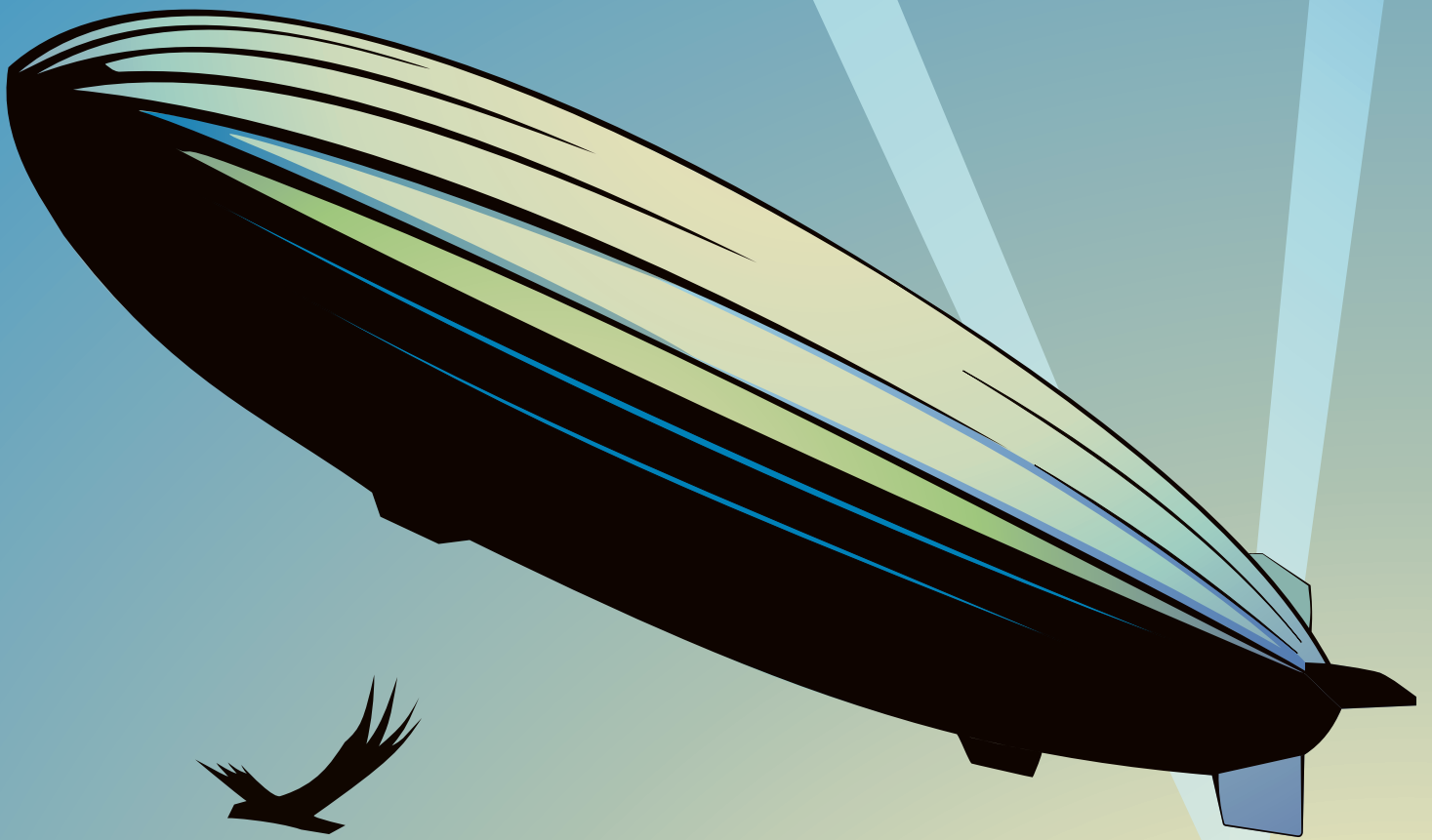
Fragen, Wünsche, Anregungen? Hier erreichen Sie die Redaktion:
aeroreport@mtu.de



Mehr zum Thema: www.aeroreport.de



Autorin:
Nicole Geffert arbeitet seit 1999 als freie Journalistin mit den Themen Forschung und Wissenschaft, Geld und Steuern, Ausbildung und Beruf.

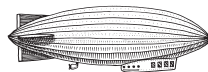


Luftgefährte von Morgen ____ Die Idee von Luftschiffen ist schon alt, nun wird an neuen Prototypen gebastelt. Ihr Vorteil: durch unkompliziertes Starten und Landen kann das Luftschiff schlecht erreichbare Regionen erschließen.

Es liegt was in der Luft

Bis heute konnten nur ganz wenige Luftschiff-Pläne über das Ideenstadium hinauswachsen. Bei den neuen Projekten könnte sich das ändern: Sie setzen auf die richtigen Marktnischen.

Autor: Denis Dilba



Vom Boden aus ist das leise Surren der Motoren nicht zu hören. Für den Beobachter schwebt die Zigarre geräuschlos und in majestätischer Langsamkeit rund 300 Meter hoch über dem Bodensee. Wenn das Wetter sehr gut ist, eröffnet sich im sanften Auf und Ab der Thermik aus den Panoramafenstern ein atemberaubender Rundumblick: Die Gipfel der Alpen, der Schwarzwald und die Schwäbische Alb sind zum Greifen nah. „Unsere Passagiere vergleichen das sanfte Dahingleiten im freien Raum oft mit einer Mischung aus Tauchen und einem Schiff, das ganz leicht mit den Wellen mitgeht“, sagt Franz Günther, Chefpilot der Deutschen Zeppelin-Reederei (DZR) und Flugbetriebsleiter für den Zeppelin NT. Das in Friedrichshafen stationierte Luftschiff konnte seit dem Beginn der kommerziellen Flüge im Jahr 2001 weltweit bereits über eine Viertelmillion Gäste für die neue Perspektive auf die Welt von oben begeistern. „Unser Flugbetrieb ist wirtschaftlich nachhaltig und profitabel“, freut sich Günthers Chef Eckhard Breuer.

Unterschätzte Entwicklungskosten

Genau davon träumt auch eine ganze Riege von Unternehmen, die mit Luftschiffen neue Märkte und große Geschäfte im Blick haben. Sie wollen mit ihren Neukonstruktionen den Transportsektor aufmischen, Grenzen aus der Luft überwachen, fliegende Forschungsplattformen

und Kommunikationsnetze aufbauen oder zahlkräftige Touristen an entlegene Orte befördern. Uwe Apel, Professor für Luft- und Raumfahrtstechnik an der Hochschule Bremen, kennt alle diese Konzepte. „Spannende Ideen gibt es seit Jahrzehnten, aber die meisten davon sind trotz ihres durchaus großen Potenzials bis heute Ideen geblieben“, sagt der Experte. Einen wesentlichen Grund dafür sieht Apel in der chronischen Unterschätzung der Entwicklungskosten der eigentümlichen Fluggeräte: „Sie sind vergleichbar mit denen eines Flugzeugs.“

Das Teure dabei sei nicht das Aluminium oder die Hightech-Hülle, sondern die Systeme als sicher zu qualifizieren, so der Forscher. Im Prinzip könne man den Preis für die Entwicklung grob über das Leergewicht eines Fluggeräts abschätzen: „Unter 40.000 Euro pro Kilogramm geht nur in seltenen Ausnahmen etwas“, sagt Apel. Das sei unter anderem auch das Problem bei dem berühmtesten Luftschiffprojekt aus jüngerer Zeit gewesen. Der CargoLifter sollte Ende der 1990er Jahre mit gewaltigen 260 Metern Länge das größte jemals gebaute Luftschiff werden und eine Eigenmasse von 260 Tonnen haben – so viel wie die A380 von Airbus. „Da hätte man also mit mehreren Milliarden Euro rechnen müssen“, sagt Apel. CargoLifter kalkulierte mit einer halben Milliarde. „Das holen Sie später durch keine Maßnahme wieder rein“, sagt Apel.

GRÖSSENVERGLEICH

ZEPPELIN^{NT}

Die schönste Art zu fliegen



Zeppelin NT
Länge: 75 m



Boeing 747-400
Länge: 71 m



LKW mit Anhänger
Länge: 16 m



Space Shuttle
Länge: 37 m

Der Zeppelin NT ist vier Meter länger als eine Boeing 747-400, eins der größten Flugzeuge der Welt.



Zeppelin NT _____ Das vom Bodensee stammende Luftschiff konnte seit dem Beginn der kommerziellen Flüge im Jahr 2001 weltweit bereits über eine Viertelmillion Gäste begeistern.



LM-H1 _____ Das Hybridluftschiff soll auch in unwegsamem Gelände starten und landen beziehungsweise hier wassern können.

DIE HERSTELLER DER NEUEN LUFTSCHIFFE



Lockheed Martin _____

Der US-amerikanische Traditionshersteller von Luftfahrzeugen beschäftigt sich seit mehr als zwanzig Jahren mit der Entwicklung eines Hybrid-Luftschiffs, denn „mehr als die Hälfte der Menschheit lebt in Gegenden ohne Zugang zu befestigten Straßen oder Runways“.



Hybrid Luftschiffe _____

Das britische Unternehmen ist überzeugt, dass sein Airlander 10 bei der Versorgung abgelegener Gebiete und Überwachung von Grenzen konkurrenzlos ist. Prototypen fliegen bereits.



Flying Whales _____

2019 will das französische Unternehmen seinen Prototypen LCA60T in die Luft bringen. Das Luftschiff soll 140 Meter lang werden und bis zu 60 Tonnen Last transportieren können.

Wirtschaftliches Transportmittel für abgelegene Gebiete

Das müsse aber nicht heißen, dass alle Luftschiff-Projekte in Zukunft zum Scheitern verurteilt seien, sagt Apel. „Für spezifische Aufgaben, insbesondere die Versorgung von abgelegenen Gebieten, sind Luftschiffe geradezu prädestiniert.“ Solche Remote Areas, etwa Siedlungen in Alaska oder Kanada, sind im Winter über Ice-Roads zu erreichen und werden im Sommer von Transportflugzeugen angefliegen. Wegen der globalen Erwärmung schmelzen die Verbindungsstraßen im Eis aber immer schneller weg und eine Straßeninfrastruktur aufzubauen lohnt sich nicht. Luftschiffe brauchen zum Starten und Landen sehr wenig Infrastruktur und sind günstiger im Betrieb als Flugzeuge. Sie könnten diese Versorgungslücke daher wirtschaftlich sinnvoll schließen. Die Bedingung für den Erfolg sei immer gleich, sagt Apel: „Man muss mit dem Luftschiff besser sein als das Transportmittel, das die Aufgabe bisher erfüllt.“

Die britische Firma Hybrid Air Vehicles ist sogar davon überzeugt, dass sie bei solchen Versorgungsflügen und der Überwachung von Grenzen mit ihrem Airlander 10 nicht nur besser, sondern nahezu konkurrenzlos ist. Das liegt an der Konstruktionsweise des mit einer Länge von 92 Metern derzeit größten Luftschiffs der Welt. Es handelt sich um ein Hybrid-Luftschiff. Anders als normale Luftschiffe, die durch die Gasfüllung schweben, erzeugt es einen Teil seines

Auftriebs ähnlich wie ein Flugzeugflügel durch seine Form und ist dabei schwerer als Luft. Der breite, bauchige Riese, der aussieht wie mehrere ineinander verschachtelte Luftschiffe und den Spitznamen „fliegender Popo“ hat, sinkt daher anders als seine Verwandtschaft einfach ab, wenn er nicht mehr in Bewegung ist. Das macht Starts und Landungen unkomplizierter. Herkömmliche Luftschiffe hingegen brauchen einen Masten, an dem sie festgemacht werden, und eine Fläche, die so groß ist wie ein Kreis mit dem Radius ihrer Länge: Die Luftgefährte parkt man mit der Nase in den Wind – und der kann aus allen Richtungen kommen.

Auch der US-Technologiekonzern Lockheed Martin will die Vorteile solcher Hybrid-Luftschiffe nutzen. Eigenen Angaben nach ist ihr 82 Meter langer Prototyp LM-H1 in Bau und wird noch 2018 fertig. Ein Jahr später, sagt Flying Whales, werde ihr Prototyp LCA60T fliegen. Sébastien Bougon, Chef des französischen Unternehmens, verspricht ein 140 Meter langes Ungetüm, das Lasten bis zu 60 Tonnen trägt. Haupteinsatzzweck: Holz aus unzugänglichem Gelände abtransportieren. Der Franzose kann sich aber auch gut vorstellen, Windturbinen oder Strommasten auf Berggipfel zu hieven und Fertighäuser oder große Flugzeugteile zu transportieren. „Das hört sich alles nett an, aber außer Hybrid Air Vehicles hat noch kein anderes Unternehmen einen fliegenden Prototypen vorzuweisen“, sagt Apel. Und selbst



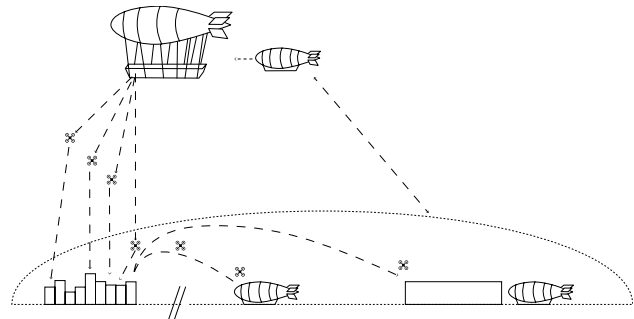
AIRLANDER 10 _____ Einen Teil seines Auftriebs erzeugt das derzeit mit 92 Metern längste Luftschiff der Welt durch seine Form selbst.

die Briten müssen noch zeigen, dass ihre Entwicklung wirklich hält, was sie verspricht. Zuletzt hat das Unternehmen mit zwei Unfällen ihres Luftschiffs Schlagzeilen gemacht.

Luftschiff-Projekte der Internet-Milliardäre

Insofern ist die Idee, die sich Amazon 2016 in den USA hat patentieren lassen, auf den ersten Blick im Bereich Science Fiction anzusiedeln: Aus riesigen Luftschiffen, die permanent in rund 13 Kilometer Höhe über Städten schweben, will der Onlineversandhändler künftig seine Kunden beliefern. Überbracht werden die Waren von Drohnen. Tatsächlich ist so ein schwebendes Lagerhaus zwar eine extreme technische Herausforderung, Experten halten die Vision aber nicht für ausgeschlossen. Ob und wann Amazon so einen Lieferservice aus den Wolken startet, ist aber noch vollkommen unklar. Das nötige Kleingeld für die Entwicklung hätte Amazon-Chef und Multimilliardär Jeff Bezos allerdings. Gerüchten nach ist das Projekt von Bezos' Milliardärs-Kollegen, dem Google-Mitgründer Sergey Brin, hingegen schon konkret. In einer der weltgrößten Luftschiffhallen im kalifornischen Mountain View entsteht gerade etwas, das wie ein gewaltiger Zeppelin aussieht, will die US-Nachrichtenagentur Bloomberg erfahren haben. Es könnte ein XXL-Luxusliner sein. Brin selbst schweigt dazu.

LIEFERDIENST AUS DER LUFT



Schwebendes Lagerhaus _____ In riesigen Luftschiffen will der Online-Versandhändler Amazon Ware lagern, die dann von Drohnen zu den Kunden gebracht wird.

So vage die Aussichten gerade auch sind, die Wette auf die Zukunft könnte sich unter Umständen doch schneller auszahlen als gedacht: „Kommen noch strengere Umweltauflagen, haben Luftschiffe einen großen Vorteil“, sagt Apfel, denn: „Sie fliegen äußerst ressourceneffizient.“ Vielleicht werden dann ja auch wieder in Friedrichshafen Zeppeline in Serie gebaut. Dort, wo vor knapp 120 Jahren alles mit dem Erstflug des Luftschiffs LZ 1 begann. 🌐



Fragen, Wünsche, Anregungen? Hier erreichen Sie die Redaktion:
aeroreport@mtu.de

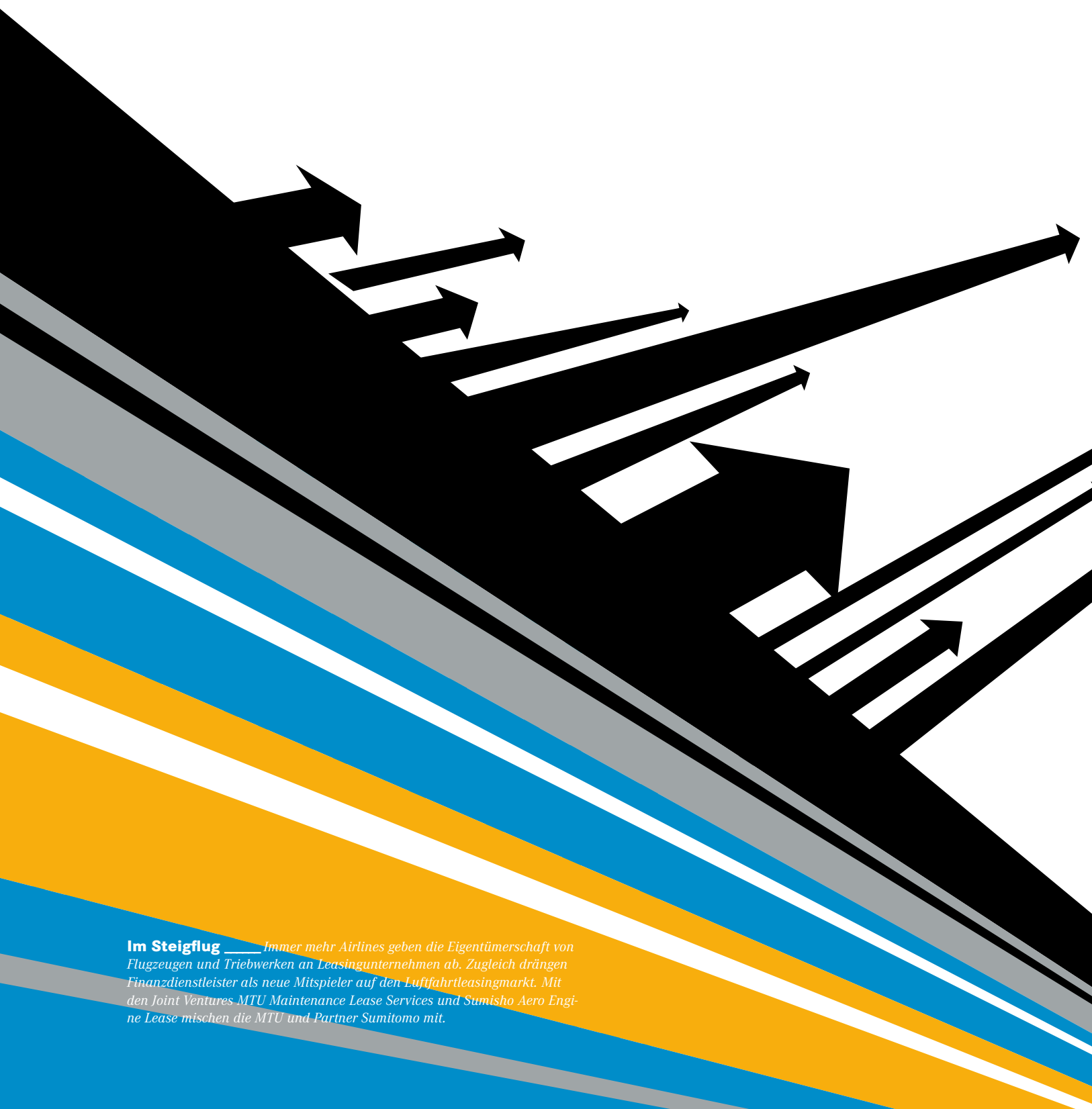


Mehr zum Thema: www.aeroreport.de



Autor:

Denis Dilba studierte Mechatronik, besuchte die Deutsche Journalistenschule und gründete das digitale Wissenschaftsmagazin Substanz. Er schreibt über verschiedenste Themen aus Technik und Wissenschaft.



Im Steigflug — Immer mehr Airlines geben die Eigentümerschaft von Flugzeugen und Triebwerken an Leasingunternehmen ab. Zugleich drängen Finanzdienstleister als neue Mitspieler auf den Luftfahrteleasingmarkt. Mit den Joint Ventures MTU Maintenance Lease Services und Sumisho Aero Engine Lease mischen die MTU und Partner Sumitomo mit.



Wer nicht wagt, der nicht gewinnt

*Das Triebwerksleasinggeschäft wächst und verändert sich –
und die MTU Maintenance Lease Services B.V. mit ihm.
AEROREPORT hat mit Alistair Dibisceglia, Vice President und
Head of Global Leasing, über die anstehenden Herausforderungen
für das Leasing und Asset-Management gesprochen.*

Autorin: Victoria Nicholls

„Get Lucky“ von Daft Punk war 2013 einer der größten Hits. Dass die MTU Aero Engines im selben Jahr mit dem japanischen Handelsriesen Sumitomo zwei Joint Ventures gründete, war jedoch keinem glücklichen Zufall, sondern strategischer Geschäftsbeobachtung geschuldet. Die MTU wollte in den wachsenden Markt für Triebwerksleasing einsteigen. So entstanden die MTU Maintenance Lease Services B.V. (MLS), die hauptsächlich Kurzfrist-Leasing anbietet, und die Sumisho Aero Engine Lease B.V. mit Fokus auf dem mittel- und langfristigen Leasinggeschäft. Die MTU Aero Engines ist an den beiden Joint Ventures mit 80 beziehungsweise 10 Prozent beteiligt.



Seither hat die MTU Maintenance Lease Services sämtliche Erwartungen übertroffen: An ihrem Sitz in Amsterdam beschäftigt sie mittlerweile über 30 Mitarbeiter. Ihr Leasingangebot umfasst mehr als 100 Triebwerke, darunter die beliebten CFM56, V2500 und GE90.

Diesen Erfolg verdankt sie teilweise dem rasanten Wachstum der Branche: Laut dem internationalen Consulting-Unternehmen ICF vermieten Leasinggesellschaften weltweit rund 12.000 kommerzielle Strahlflugzeuge im Wert von etwa 240 Milliarden US-Dollar an Airlines. Dies entspricht in Anzahl und Wert über 40 Prozent der aktuellen Flugzeugflotte. Und der Markt wächst absolut gesehen weiter. ICF zufolge machen Narrowbodies mit 52 Prozent den Großteil am Leasingmarkt aus, doch auch Regionalflugzeuge (37 Prozent) und Großraummaschinen (40 Prozent) haben mittlerweile Fuß gefasst.

Dem steigenden Wettbewerb eine Flügellänge voraus

MLS verdankt seine positive Entwicklung nicht allein dem Branchenwachstum. Denn natürlich zieht ein finanziell aussichtsreicher Markt auch neue Teilnehmer an und steigert so den Wettbewerb. So beobachtete Boeing Capital Corporation 2017 die Entwicklung eines neuen Versicherungsmarkts, der Flug- und Leasinggesellschaften vielfältigere Finanzierungsmöglichkeiten für ihren Flottensupport bietet.

„Der zunehmende Wettbewerb zwingt uns dazu, noch stärker auf die Bedürfnisse unserer Kunden einzugehen und ihnen mit neuen Lösungen und Alternativen vorzugreifen“, erklärt Alistair Dibisceglia, Vice President und Head of Global Leasing der MLS. „Daher entwickeln wir unser Produktportfolio ständig weiter.“ Bereits kurz nach seiner Gründung 2013 nahm MLS Asset-Management

in sein Serviceportfolio auf, um die Airlines bei einer möglichst effizienten Nutzung ihrer Triebwerke zu unterstützen. Nun konzentriert sich das Unternehmen auf Anbieter von Flugzeug- und Triebwerksleasing.

Leasinggesellschaften übernehmen das Steuer

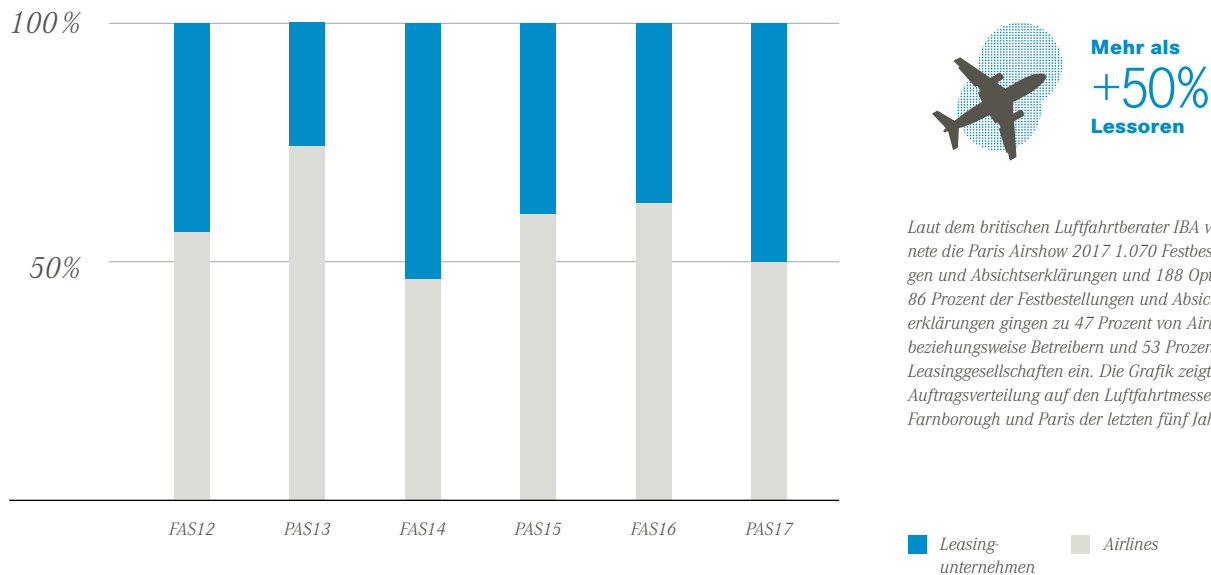
MLS hat ein sogenanntes Lease Enhancement Program gestartet, das sowohl Leasinggeber als auch -nehmer über den gesamten Produktlebenszyklus begleitet. „Mehr und mehr Leasinggesellschaften möchten die Triebwerksinstandhaltung stärker selbst in die Hand nehmen, indem sie Instandhaltungsreserven managen und optimieren und die Shop Visits ihrer Triebwerke terminieren. Dies gilt insbesondere beim Übergang von einem Betreiber zum nächsten“, erläutert Dibisceglia, der Mitte 2016 zu MLS kam und zuvor in führenden Positionen bei International Lease Finance Corporation/AerCap und CastleLake tätig war. „Wir bieten unsere Services ab dem Kauf oder zu jedem beliebigen Zeitpunkt im Lebenszyklus des Triebwerks an. Der Kunde kann jederzeit einen Vertrag abschließen oder kündigen. Unser Ziel ist es, Risiken abzuschwächen und einen maximalen Restwert zu erhalten“, ergänzt Dibisceglia.

Zudem unterstützt MLS Lessoren und Triebwerkseigner über den gesamten Lebenszyklus mit technischer Beratung und bei Übergängen von einem auf den nächsten Nutzer. „Hierzu sind wir durch unsere umfassende MRO-Expertise in der Lage“, betont Dibisceglia. „Neue Investoren unter anderem aus der Versicherungs- und Finanzbranche kommen auf den Markt und suchen nach technisch versierten Partnern, die das Triebwerksmanagement für sie übernehmen. Schließlich wollen sie ihre Maschinen in gutem Zustand erhalten und ihren Restwert maximieren.“ Das Angebot umfasst sowohl Inspektionen und Prüfungen der Triebwerke als auch Flottenmanagement und natürlich die MRO-Überwachung im Rahmen von Shop Visits. Darüber hinaus bietet die MLS Vermögens- und Investitionsbewertungen, Schulungen und Vermittlungsdienste an.

Kreative Lösungen

Doch auch für die Entwicklung vollkommen neuartiger Lösungen ist MLS der richtige Ansprechpartner für Eigner und Betreiber. Gegen Ende eines Leasingvertrags möchte etwa ein Leasinggeber die verleasten Triebwerke verkaufen. Die Airline würde sie zwar gerne weiter nutzen, aber der Erwerb und die Instandhaltung über ihre restliche Lebensdauer wäre für sie unwirtschaftlich. Hier kommt die MTU Maintenance Lease Services ins Spiel: Sie kauft dem aktuellen Eigner die Triebwerke ab und vermietet

BESTELLUNGEN AUF LUFTFAHRTMESSEN (PARIS UND FARNBOROUGH) 2012-2017



sie für die verbleibende Lebensdauer an die Fluggesellschaft. Zudem kann die MTU Maintenance unbrauchbar gewordene Triebwerke durch funktionierende aus ihrem Portfolio austauschen, um das Flugzeug über seine wirtschaftliche Nutzungsdauer im Betrieb zu halten.

Prognose

Kurzum: Das Leasinggeschäft boomt und scheint weiter auf dem Vormarsch zu bleiben. Bis zum Ende des Jahrzehnts wird es der

Prognose von Boeing Capital Corporation zufolge die Hälfte der gesamten aktiven Flugzeugflotte ausmachen. Da bis 2025 mit einem Bedarf an über 19.000 kommerziellen Strahlflugzeugen gerechnet wird, dürften Leasinggesellschaften beträchtliche Summen beisteuern, um das enorme Wachstum zu stützen. Die MTU schätzt den Trend im Triebwerksleasinggeschäft ähnlich ein und bereitet sich entsprechend darauf vor. „Letztlich läuft es auf ein altes Sprichwort hinaus“, weiß Dibisceglia: „Wer nicht wagt, der nicht gewinnt.“



Fragen, Wünsche, Anregungen? Hier erreichen Sie die Redaktion:
aeroreport@mtu.de

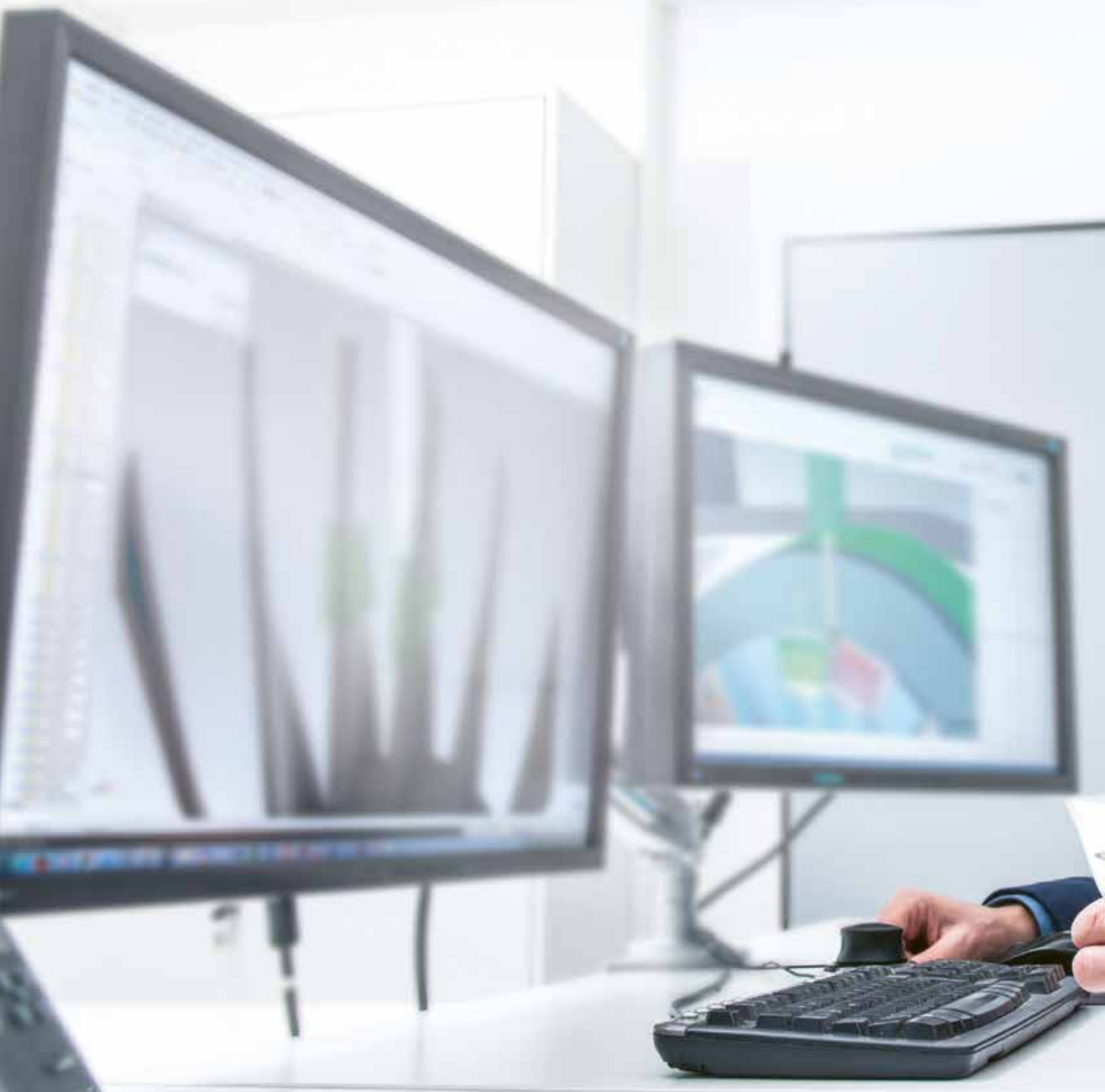


Mehr zum Thema: www.aeroreport.de



Autorin:

Victoria Nicholls berichtet innerhalb der MTU-Unternehmenskommunikation über Themen wie Triebwerks-MRO, Leasing und Asset Management sowie internationale Markttrends. Die gebürtige Britin wohnt in Berlin und arbeitet an den MTU-Standorten in Hannover und Ludwigsfelde.



Forschung und Praxis — Im „Technikum Blisk“ am Fraunhofer-IPT in Aachen untersuchen Wissenschaftler neue Fertigungsverfahren für Blisks der nächsten Generation an konstruierten Prototypen der MTU Aero Engines. Hier im Bild: Paul Becker (links) und Josef Engeln bei der Planung des Fräsprozesses.

A photograph of two men in a meeting. The man on the right is older, with grey hair and glasses, wearing a light blue button-down shirt. He is smiling and looking towards the man on the left. The man on the left is younger, with dark hair and a beard, wearing a dark blue suit jacket over a light blue shirt. He is also smiling and looking towards the older man. They are sitting at a table, and the older man is holding a white marker. The background is a plain white wall with a window frame visible.

Die Übermorgen- entwickler

Während sich die aktuelle PW1000G-Triebwerksgeneration noch im Hochlauf befindet, startet die MTU Aero Engines im „Technikum Blisk“ bereits die Blisk-Prototypenentwicklung für die zweite GTF-Generation.

Autor: Thorsten Rienth



01



02



03



04

Kilian Fricke (links) und Willi Tontsch vom Fraunhofer-IPT bei der Programmierung der Fünffachs-Fräsmaschine, auf der die Blisks bearbeitet werden. — 01

Die Blisk-Prototypen beim Fraunhofer-IPT in Aachen werden auf der gleichen Fünffachs-Fräsmaschine gefertigt wie die Serienbauteile bei der MTU in München. — 02

Eine Serienblisk für das PW1100G-JM, das seit 2017 im Liniendienst fliegt. Die Blisk-Prototypen, die ab jetzt in Aachen gefertigt werden, werden vielleicht in den nächsten Triebwerksgenerationen in Serie gehen. — 03

Um ein vielfaches genauer als das menschliche Auge prüft die Messsonde die Oberfläche der Blisk. — 04

Was Dr. Sascha Gierlings da aus der Maschine hievt, sieht irgendwie anders aus. Silbrig glänzend wie ein Schmuckstück ist der Blisk-Prototyp noch immer. Doch seine Schaufeln scheinen schlanker. Der Eindruck täuscht nicht: „Der Trend bei den Blisks für die nächste GTF-Triebwerksgeneration geht genau in diese Richtung.“

Um das Jahr 2030 herum könnten sie die Nachfolger von Airbus A320neo oder C Series antreiben. Design und ausgelegt sind die Bauteile nach wie vor von den MTU-Entwicklern. Gierlings beschäftigt sich beim Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie (IPT) in Aachen mit der weiterführenden Frage, wie sich die neuen Blisks am besten produzieren lassen.

„Die Architektur moderner Verdichter macht bei den Schaufeln neue Designs nötig, das konnten wir in Rechenmodellen bereits aufzeigen“, erklärt Dr. Bertram Kopperger. Der Entwickler leitet bei der MTU Aero Engines in München das Fertigungs-Technologieprogramm und ist der Auftraggeber des speziell hierfür qualifizierten „Technikums Blisk“ am IPT. „Um das Potenzial dieser Designoptimierungen auch für die Praxis nachzuweisen, müssen wir Prototypen in einem Rig verbauen – und eine Menge Tests fahren.“

Diese Prototypen herzustellen, ist aufwändig. „Ihr Design ist ganz individuell, jede dieser Blisks ist ein Einzelteil“, erklärt Kopperger. „Zwar haben wir in München unsere Blisk-Fertigungskapazitäten enorm in die Höhe geschraubt.“ Doch die gesamte Halle ist auf Automatisierung getrimmt und Unterbrechungen sind möglichst zu vermeiden. Zusätzlich eingelastete Prototypen würden die Abläufe in der Bliskfertigung für die aktuelle PW1000G-Familie daher erschweren. Die MTU, so sieht es die „Technikum-Blisk“-Kooperation vor, lässt Blisk-Prototypen deshalb künftig vermehrt beim IPT in Aachen fertigen. Das entlastet die Serienfertigung in München.

Echte anwendungsnahe Forschung

Gleichzeitig erfordern immer ausgereifere Triebwerke immer anspruchsvollere Fertigungsverfahren. „Für uns wiederum bedeuten die Prototypen echte anwendungsnahe Forschung“, beschreibt IPT-Geschäftsführer Dr. Thomas Bergs die Motivation des Instituts. „Es ist essenziell, dass wir unsere theoretischen Modelle in praxisnaher Umgebung verifizieren können.“

Schlankere Schaufeln bedeuten weniger Steifigkeit – sie schwingen also leichter. Werkzeuge jedoch verursachen bei der Fertigung unbeabsichtigt Schwingungen, die sich ungünstig auf die Qualität auswirken könnten. Die Beherrschung der Schwingungen ist eine echte Herausforderung. Den Ansatz, den das Team um Gierlings gerade erforscht, sieht vereinfacht beschrieben so aus: Über die Werkzeug- und Positionsdaten sowie einer Schwingungssituationsanalyse können die Forscher die Auswirkungen der Werkzeuge auf die gesamte Bauteiloberfläche vorausberechnen. Über die Steuerungssoftware passen sie die Prozessparameter nun so an, dass Schwingungen reduziert oder sogar gänzlich vermieden werden. „Zum Beispiel, indem wir die Fräser an neuralgischen Stellen mit ganz bestimmten Drehzahlen laufen lassen“, sagt Gierlings.

Vier Blisk-Prototypen im Jahr

Bergs, Gierlings und Kopperger kennen sich mittlerweile bestens. Seit zehn Jahren arbeiten die MTU und das IPT im Kompetenzzentrum „Verdichter und Fertigung“ zusammen. Die Fertigung von anspruchsvollen Triebwerksbauteilen steht dabei im Vordergrund, und zwar werkstoff-, prozess- und maschinenseitig. „Damals sind wir mit der Beschaffung baugleicher Maschinen, die genauso bei der MTU in München stehen, den ersten strategischen Schritt gegangen“, erklärt Geschäftsführer Bergs. Jetzt zahlt sich diese Weitsicht aus.

Aus diesen Maschinen kommt nun auch der erste Blisk-Prototyp in Gierlings Händen. Dieser Tage ist die Blisk auf dem Weg zur Technischen Universität Darmstadt. Dort wird sie in ein Test-Rig verbaut. „Das ist aber nur der Anfang“, sagt Bergs. Etwa vier Blisk-Prototypen wird das „Technikum“ im Jahresmittel an die MTU liefern. ✈️



Fragen, Wünsche, Anregungen? Hier erreichen Sie die Redaktion:
aeroreport@mtu.de



Mehr zum Thema: www.aeroreport.de



Autor:

Thorsten Rienth schreibt als freier Journalist für den **AEROREPORT**. Seine technikkjournalistischen Schwerpunkte liegen neben der Luft- und Raumfahrtbranche im Bahnverkehr und dem Transportwesen.

Schneller ankommen

Die Gulfstream G500 steht mit dem PW800-Triebwerk kurz vor der Zulassung



PW800

Das **PW800-Triebwerk** von Pratt & Whitney Canada, wovon an der G500 zwei verbaut sind, ist Teil der PurePower®-Triebwerksfamilie, jedoch ohne Getriebe ausgelegt.

Der MTU-Programmanteil liegt bei 15 Prozent.

Die dritte Anwendung für das **PW800** wird neben den beiden Gulfstream-Jets die neue Falcon 6X von Dassault sein, die 2022 auf den Markt kommen soll.

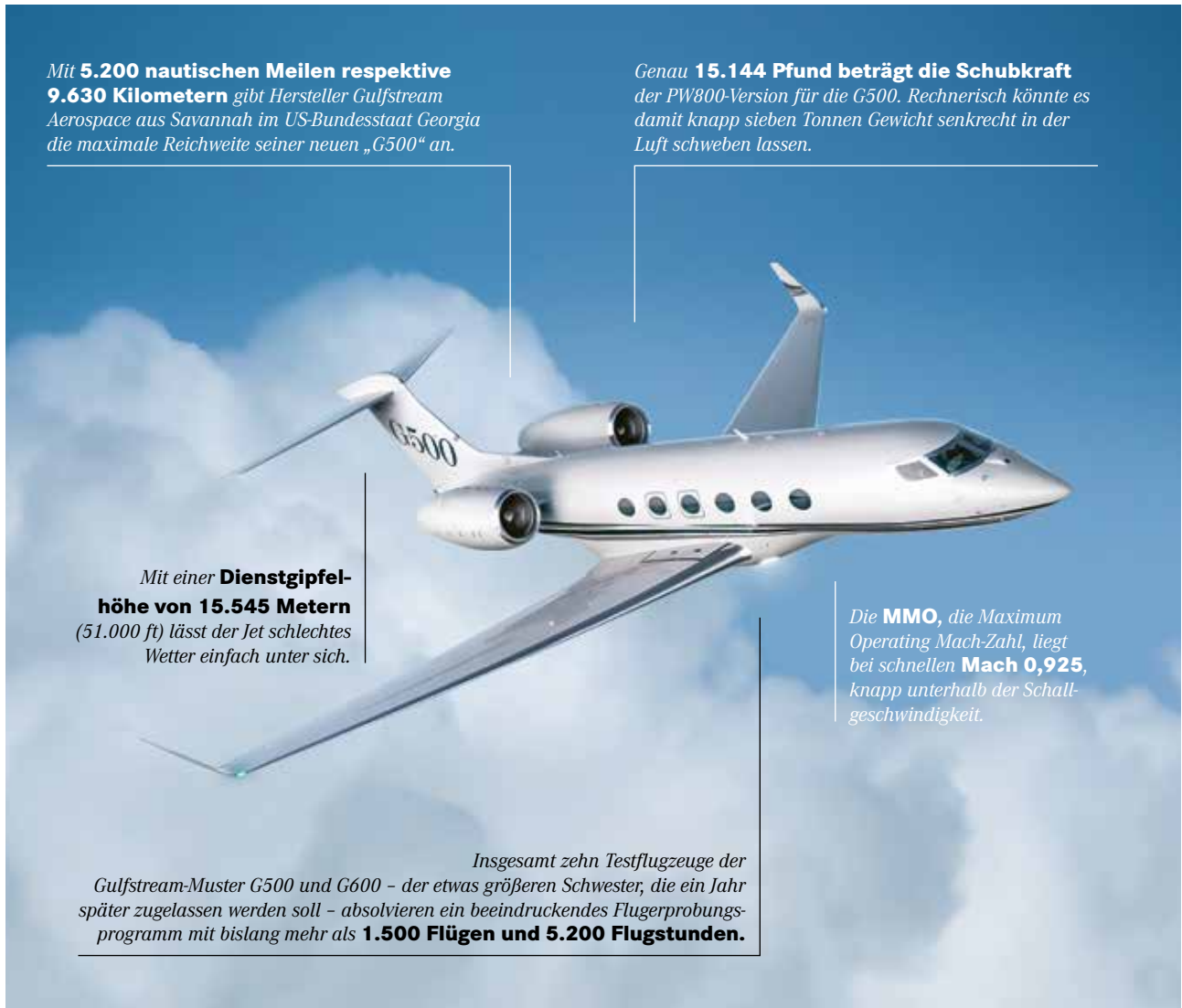
Mit **5.200 nautischen Meilen** respektive **9.630 Kilometern** gibt Hersteller Gulfstream Aerospace aus Savannah im US-Bundesstaat Georgia die maximale Reichweite seiner neuen „G500“ an.

Genau **15.144 Pfund** beträgt die Schubkraft der PW800-Version für die G500. Rechnerisch könnte es damit knapp sieben Tonnen Gewicht senkrecht in der Luft schweben lassen.

Mit einer **Dienstgipfelhöhe von 15.545 Metern** (51.000 ft) lässt der Jet schlechtes Wetter einfach unter sich.

Die **MMO**, die Maximum Operating Mach-Zahl, liegt bei schnellen **Mach 0,925**, knapp unterhalb der Schallgeschwindigkeit.

Insgesamt zehn Testflugzeuge der Gulfstream-Muster G500 und G600 – der etwas größeren Schwester, die ein Jahr später zugelassen werden soll – absolvieren ein beeindruckendes Flugertestprogramm mit bislang mehr als **1.500 Flügen und 5.200 Flugstunden**.



Doppeljubiläum

35 Jahre PW2000 und 25 Jahre PW4000-112

Die PW2000-Serie und die PW4000-Serie von Pratt & Whitney feiern Jubiläum.

PW2000



Vor 35 Jahren absolvierte die erste PW2000-Version ihren Erstflug und wurde Ende 1983 zertifiziert.

PW4000-112“

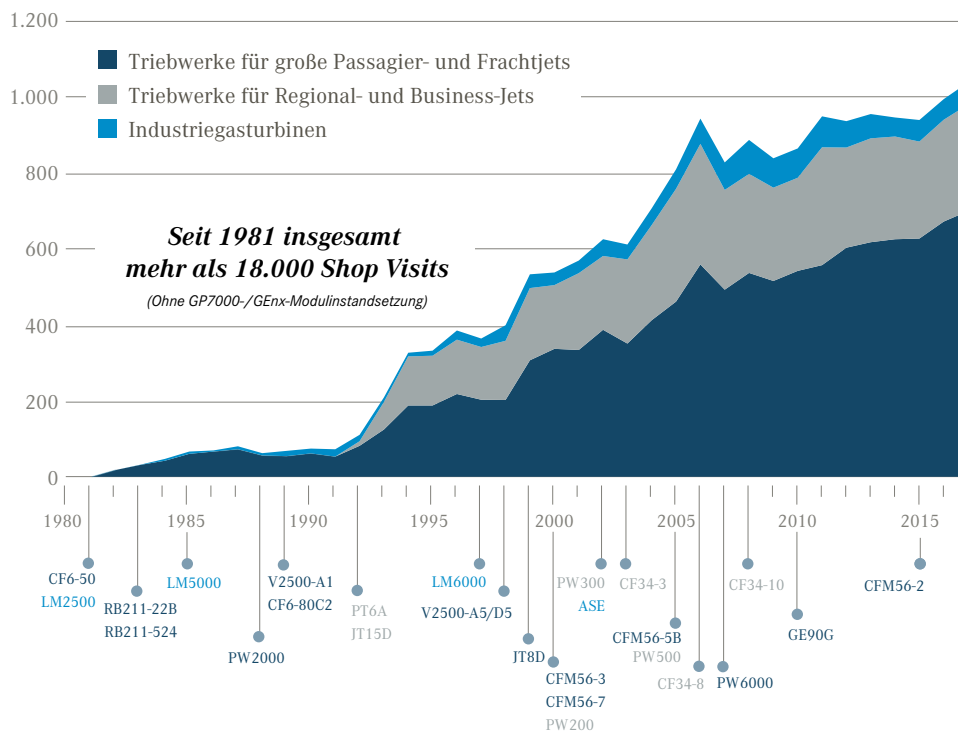


Die PW4000-Serie gehört zu den schubstärksten Triebwerken der Welt. Die größte Version mit 112 Zoll Fandurchmesser hob vor 25 Jahren zum Erstflug ab.

Programmstart	1971 als JT10D	1990
Erstflug	Februar 1983	November 1993
FAA-Zulassung	Ende 1983	April 1994
Indienststellung	Dezember 1984	1995
Anwendungen	B757 Iljuschin IL-96M Boeing C-17 Globemaster	B777-200/-200ER/300
Flugstunden	zirka 71 Millionen Flugstunden	zirka 20 Millionen Flugstunden
Anzahl produzierte Triebwerke	zirka 2.320 Triebwerke	zirka 440 Triebwerke
Besonderheiten	Erstes Triebwerk mit aktivem Radialspiel-Regelsystem zur Verringerung von Spaltverlusten in der Turbine. Erster kommerzieller Antrieb mit Full-Authority Digital Electronic Control (FADEC).	Das PW4000-112“ war im Mai 1993 das erste Triebwerk, das 100.000 Pfund Schub erreichte.
MTU-Anteil	Programmanteil 21,2 Prozent: Entwicklung der Niederdruckturbinen und des Turbinenaustrittsgehäuses sowie Produktion und Montage der Niederdruckturbinen und weiterer hochwertiger Bauteile	Programmanteil 12,5 Prozent: Entwicklung der Niederdruckturbinen und Produktion hochwertiger Bauteile dieser Niederdruckturbinen

Steiler Anstieg

Jährliche Anzahl von Shop Visits bei der MTU Maintenance seit Gründung 1981



Stand: Februar 2018

Kostenloser Newsletter



AEROREPORT als Newsletter! Wir liefern Ihnen die Reportagen, Hintergrundberichte und News des AEROREPORTS immer aktuell und frei Haus auf Ihren Desktop oder Ihr mobiles Endgerät – kostenlos und jederzeit kündbar. Einfach auf der AEROREPORT-Website registrieren – und nie mehr eine Geschichte verpassen.

Kostenlose Newsletter-Anmeldung unter:

<https://www.aeroreport.de/de/newsletter>

AEROREPORT 0118

Herausgeber

MTU Aero Engines AG
Eckhard Zanger
Leiter Unternehmenskommunikation und Public Affairs

Redaktionsleitung

Dongyun Yang

Chefredaktion

Eleonore Fähling

Printumsetzung

Antje Endter

Onlineumsetzung

Patricia Hebbing

Anschrift

MTU Aero Engines AG
Dachauer Straße 665
80995 München, Deutschland
aeroreport@mtu.de
www.aeroreport.de

Autoren

Denis Dilba, Eleonore Fähling, Nicole Geffert, Silke Hansen, Victoria Nicholls, Thorsten Rienth, Andreas Spaeth

Layout

SPARKS CONSULTING GmbH

Bildnachweis

Titel Shutterstock
3 MTU Aero Engines
6_7 MTU Aero Engines, GE Aviation
8_11 MTU Aero Engines, Shutterstock
12_15 MTU Aero Engines, Enoval
16_17 Shutterstock
18_21 Shutterstock
22_27 flickr.com, DLR
28_31 MTU Aero Engines, EME Aero, Shutterstock
32_35 MTU Aero Engines, Oscar Elvir, Shutterstock, Cayman Airways
36_39 MTU Aero Engines, Pratt & Whitney
40_43 Shutterstock, Achim Mende, flickr.com
44_47 Shutterstock
48_51 MTU Aero Engines
52_54 MTU Aero Engines

Druck

EBERL PRINT GmbH, Immenstadt

Online

ADVERMA
Advertising und Marketing GmbH, Rohrbach

Texte mit Autorenvermerk geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder. Für unverlangtes Material wird keine Haftung übernommen. Der Nachdruck von Beiträgen ist nach Rücksprache mit der Redaktion erlaubt.

Geared Turbofan™ ist eine angemeldete Marke von Pratt & Whitney.

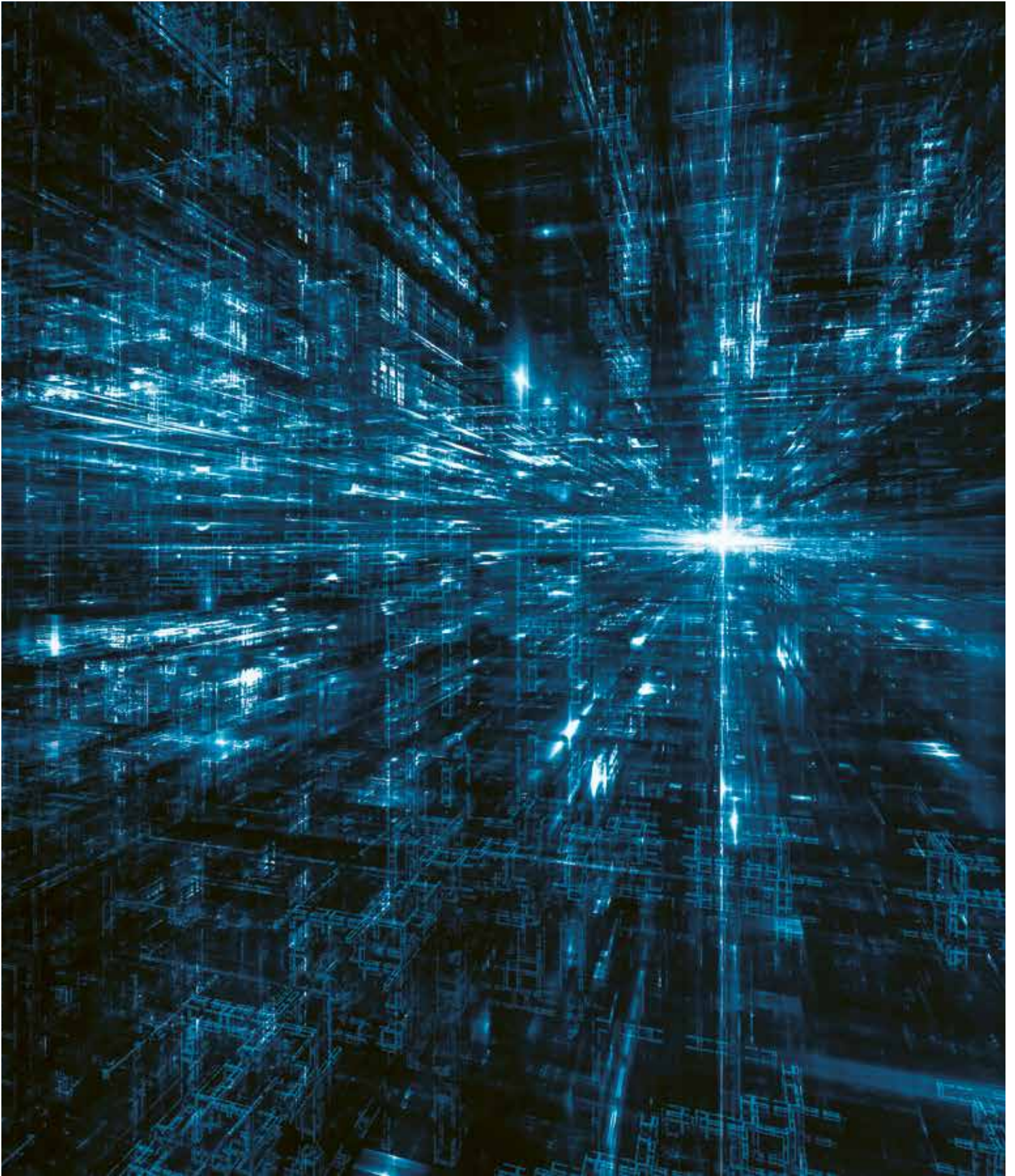


LIFETIME EXCELLENCE

Unsere rund 10.000 Mitarbeiter weltweit sorgen für Spitzenleistung über den gesamten Triebwerks-Lebenszyklus und sichern die führende Position der MTU Aero Engines in der Luftfahrtindustrie, sei es in Entwicklung, Serienproduktion oder Aftermarket-Services. Mit maßgeschneiderten Entwicklungs- und Weiterbildungsprogrammen, flexiblen Arbeitszeitmodellen und einem ganzheitlichen Gesundheitsmanagement bieten wir unseren Mitarbeitern eine exzellente Perspektive und schaffen die Basis für Höchstleistung. Gestalten Sie mit uns die Zukunft der Luftfahrt – und Ihre eigene!

Mehr unter: www.mtu.de/karriere





AEROREPORT

MTU Aero Engines AG, Dachauer Straße 665, 80995 München, Deutschland
aeroreport@mtu.de, www.aeroreport.de