

Vom Reparatur-Shop zum Service-Spezialisten

40 Jahre MTU Maintenance. Eine Zeitreise.

COVERSTORY

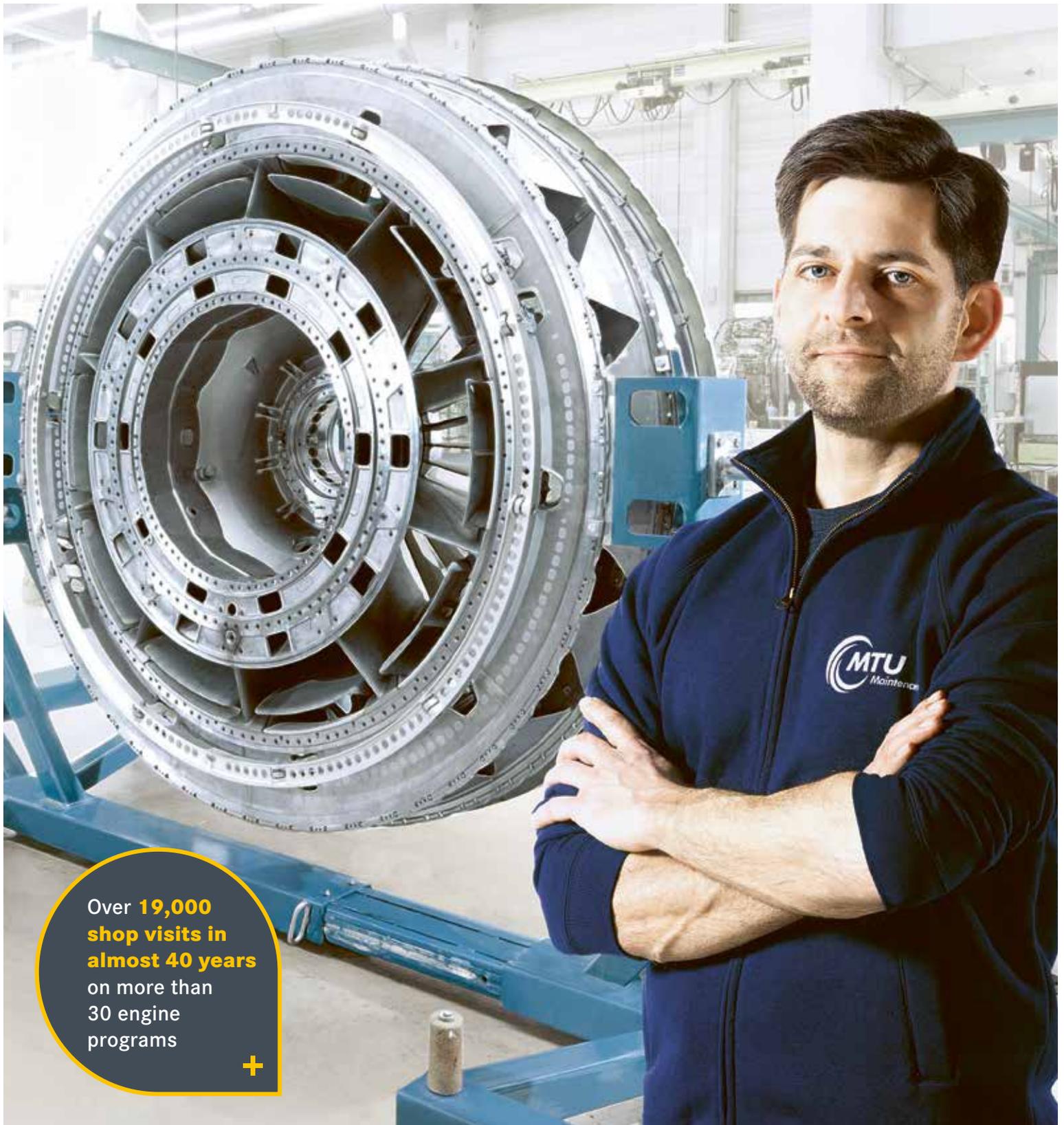
Die ersten Schritte der
MRO-Spezialisten

INNOVATION

Virtual Engine – ein
Game Changer in der
Triebwerksbranche

AVIATION

Suche und Fahndung
aus der Luft –
das PW200 im Einsatz



Over **19,000**
shop visits in
almost 40 years
on more than
30 engine
programs



We are your engine experts



Our people make the difference. We are passionate. We are dedicated. We marry engineering with intelligent creativity. And we never give up unless an optimal solution has been found. As the global market leader in customized solutions for aero engines, MTU Maintenance supports you with the right product across the lifecycle of your engine. From innovative maintenance, repair and overhaul (MRO) services, to integrated leasing and asset management.

Contact us and find your solution today.

www.mtu.de/en

Liebe Leserinnen und Leser,

Flugreisen konnten sich in den 1970er-Jahren auch in Europa immer mehr Menschen leisten. Mit dem Ferienflieger an die Costa Blanca – das war für Durchschnittsverdiener kein unerreichbarer Traum mehr. Das Luftverkehrsaufkommen wuchs und damit der Bedarf an Instandhaltung von Triebwerken. Die MTU gab es damals unter diesem Namen noch keine zehn Jahre, doch sie hatte die nötige Expertise dafür aus den jahrzehntelangen Erfahrungen ihrer Vorgängerunternehmen.

Am 14. November 1979 wurde die MTU Maintenance gegründet, die Keimzelle für ein unvergleichliches weltweites Netzwerk aus Engine Experts. Heute arbeitet ungefähr die Hälfte der mehr als 10.000 MTU-Mitarbeiter weltweit an einem unserer zivilen Maintenance-Standorte von Vancouver bis Zhuhai. Der Geschäftsbereich erwirtschaftet rund 60 Prozent des MTU-Gesamtumsatzes; das Auftragsvolumen aus Instandhaltungsverträgen ist allein im ersten Halbjahr 2019 um 4,5 Milliarden US-Dollar angestiegen. Das Triebwerks-Portfolio ist das größte aller MRO-Anbieter. Zu den „klassischen“, geplanten Shop Visits kommen zunehmend On-wing oder Near-wing Services, die dem Kunden

Zeit und damit Geld sparen – denn jede Minute, die ein Flugzeug nicht fliegt, verursacht Kosten. Wir arbeiten mit digitaler Unterstützung an intelligenten Lösungen für unsere Kunden, damit sie sich auf ihr Kerngeschäft konzentrieren können: das Fliegen.

Unsere Betriebe sind maximal ausgelastet, und wir sind dabei, alle unsere Standorte in Europa und Asien deutlich zu vergrößern. Daneben bauen wir in Jasionka/Polen und in Serbien gerade zwei neue Maintenance-Shops: EME Aero in Polen ist ein Joint Venture mit Lufthansa Technik und wird ab 2020 Getriebefan-Triebwerke betreuen; in Nova Pazova nahe der serbischen Hauptstadt Belgrad sollen ab 2022 Bauteilreparaturen durchgeführt werden.

Hinter dieser Entwicklung stecken spannende Geschichten. Ich lade Sie dazu ein, sie in dieser Ausgabe des **AEROREPORTS** zu entdecken. Außerdem in dieser Ausgabe: Interviews mit dem MTU-Ingenieur Harald Schönenborn über die ASME Turbo Expo und mit dem MTU-Einkaufsleiter Uwe Böhm über die weltweite Supply Chain im Triebwerksbau sowie ein Porträt unseres Maintenance-Kunden China Express Airlines.

Viel Freude beim Lesen wünscht Ihnen



Ihr

Michael Schreyögg
Vorstand Programme



COVER STORY

Die ersten Schritte der MRO-Spezialisten

In direkter Nähe zum Flughafen Hannover-Langenhagen erfolgt vor 40 Jahren der Spatenstich für den Bau des ersten Standorts der MTU Maintenance. Eine Zeitreise zurück in die Gründungsjahre, als das erste zivile Triebwerk im Shop noch ehrfürchtig bestaunt wird.

Seite 6

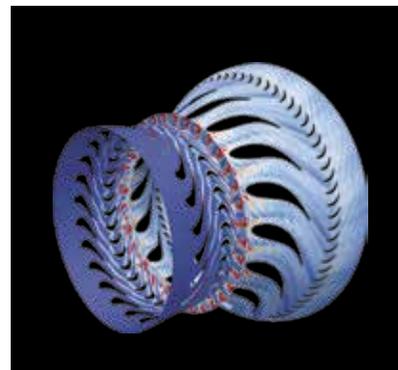


INNOVATION

Virtual Engine

Interview mit Dr. Stefan Weber, Leiter Technologie und Vorauslegung bei der MTU Aero Engines, über das Virtuelle Triebwerk, einen Game Changer in der Triebwerksbranche und Dreh- und Angelpunkt für Produktivität und Kompetenzfähigkeit.

Seite 16



INNOVATION

Luftnummer

Erfolgreiche Kooperation: Experten von DLR und MTU haben das Simulationstool TRACE entwickelt, das die Optimierung von Triebwerken erlaubt. Das Modul Harmonic Balance beschleunigt die Berechnungen um den Faktor Hundert.

Seite 20

CONTENTS

COVER STORY

- 6 **Die ersten Schritte der MRO-Spezialisten** 1979 steigt die MTU in das Instandhaltungsgeschäft für zivile Triebwerke ein und gründet die MTU Maintenance
- 10 **Eine steile Karriere** Die Instandhaltung ziviler Triebwerke hat sich bei der MTU Maintenance in den vergangenen 40 Jahren rasant entwickelt
- 14 **40 Jahre** Mitarbeiter der MTU Maintenance erzählen von prägenden Momenten und Chancen für die Zukunft

INNOVATION

- 16 **Virtual Engine** Die digitale Transformation ist eine der größten Herausforderungen für die Industrie
- 20 **Luftnummer** DLR und MTU haben das Simulationstool TRACE zur Optimierung von Triebwerken entwickelt
- 24 **Starke Bürste** MTU-Bürstendichtungen sind jetzt auch in der Raumfahrt-Fertigung im Einsatz

AVIATION

- 28 **„Turbomaschinen werden in der Luftfahrt weiter eine große Rolle spielen“** Harald Schönenborn hat die ASME Turbo Expo 2019 mit organisiert
- 32 **Suche und Fahndung aus der Luft** Das PW200 sorgt für Antriebspower bei den Polizeihubschraubern vom Typ H135/EC135 in Bayern und Niedersachsen
- 36 **Chinas Regionalmarkt hebt ab** In China erwacht der regionale Luftverkehr

PEOPLE

- 40 **Auf Augenhöhe** Vom hoch spezialisierten Mittelständler bis zum Großkonzern reicht die Bandbreite der Lieferanten im Triebwerksbau

**AVIATION**

Suche und Fahndung aus der Luft

Das PW200 sorgt für Antriebspower bei den Polizeihubschraubern vom Typ H135/EC135 in Bayern und Niedersachsen. Mit dem Pratt & Whitney Canada Customer Service Centre Europe haben die Einsatzkräfte einen zuverlässigen Instandsetzungspartner an ihrer Seite.

Seite 32

**AVIATION**

Chinas Regionalmarkt hebt ab

Flugverkehr in China bedeutet mehr als Rennstrecken zwischen Megametropolen zu bedienen. Es gibt im Land mehr als 85 Millionenstädte. Verbindungen zwischen ihnen zu schaffen ist das Geschäftsfeld von Regionallinien wie China Express Airlines.

Seite 36

**PEOPLE**

Auf Augenhöhe

Vom hoch spezialisierten Mittelständler bis zum Großkonzern reicht die Bandbreite der Lieferanten im Triebwerksbau – und doch ist die Basis schmal, denn die Anforderungen sind hoch, sagt MTU-Einkaufsleiter Uwe Böhm im Interview.

Seite 40

GOOD TO KNOW

- 44 **Der digitale Dirigent** Kampffjets und militärische Transporter könnten ohne moderne Triebwerksregel- und Überwachungssysteme nicht abheben.
- 46 **50 Jahre Airbus und MTU** Meilensteine zweier erfolgreicher Unternehmen
- 47 **Die 9 Freiheiten der Luft** Über den Wolken erscheint die Freiheit oft grenzenlos
- 47 **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.

Die ersten Schritte der MRO-Spezialisten

1979 steigt die MTU in das Instandhaltungsgeschäft für zivile Triebwerke ein und gründet die MTU Maintenance. Erinnerungen an die Zeit, als das erste Triebwerk in den Shop kommt.

Autoren: Nicole Geffert und Johannes Angerer



Neuland — Auf der grünen Wiese entstanden Werkhalle, Teststand und Verwaltungsgebäude der MTU Maintenance Hannover.



Schwungvoll — Mit diesem Logo startete die MTU Maintenance vor 40 Jahren ihre erfolgreiche Karriere.



Erfolgreich — Die Instandhaltung ziviler Triebwerke boomt und schafft hochwertige Arbeitsplätze.

Flugreisen sind bis in die 1970er Jahre purer Luxus. 710 D-Mark monatlich verdient ein Arbeiter 1977 im Tariflohn. 2.400 D-Mark kostet ein Hin- und Rückflug Frankfurt-New York in der Hochsaison. Doch das soll sich schon bald ändern. Fliegen wird erschwinglicher. Denn die zivile Luftfahrt bekommt in jener Dekade spürbaren Auftrieb und die Nachfrage nach Instandhaltungs-Services für zivile Triebwerke steigt.

Auch im Vorstand der MTU München (heute MTU Aero Engines AG) ist das damals ein großes Thema. Wie kann das Unternehmen von dieser Entwicklung profitieren? Das eigene Metier ist zu der Zeit hauptsächlich militärisch. Die MTU ist Spezialist für die Triebwerke von Tornado und Co. Die Idee nun ist die Instandhaltung und Reparatur von zivilen Triebwerken wie dem CF6 von General Electric (GE), das den ersten Airbus A300, die Boeing 747 und die McDonnell Douglas DC-10-30 antreibt.

Die wenigsten Airlines besitzen jedoch das erforderliche Know-how und Equipment, sehr wohl aber die MTU mit ihrer Expertise aus den militärischen Programmen.

„1976 haben wir die ersten Studien für eine zivile Instandhaltung bei der MTU angefertigt und Betriebe in den USA beichtigt“, erzählt Franz Weinzierl, mittlerweile im Ruhestand und bis 2002 Vertriebsleiter bei der MTU Maintenance Hannover. Als Projektleiter ist er damals verantwortlich für die Aufbauphase der zivilen Instandhaltung. Das Ergebnis einer Marktanalyse ist vielversprechend: Ein Maintenance-Standort in Westeuropa würde 67 Airlines mit rund 1.250 Triebwerken erreichen. Die Investitionen würden zwar enorm hoch sein, 30 Millionen D-Mark allein für die Erstausrüstung. Aber: Der beste Zeitpunkt, um sich in diesem Geschäft einen sehr guten Platz zu sichern, ist jetzt.

MTU - MAINTENANCE
40 JAHRE
MRO 
seit 1979



Ausgezeichnet — Mit einer Goldmedaille
beim „Bundeswettbewerb 1982 Industrie- und
Städtebau“: Verwaltungsgebäude der MTU Main-
tenance in Hannover-Langenhagen.



- 01** — *V2500-Instandsetzung bei der MTU Maintenance Hannover; Mit perfekt sitzenden Handgriffen wird der Hochdruckverdichter für die Modulmontage vorbereitet.*
- 02** — *Im Shop geht es rund: Das Instandhaltungsgeschäft der noch jungen MTU Maintenance wächst kontinuierlich. Im März 1991 kommt das 500. Triebwerk in den Shop.*
- 03** — *Triebwerke in Reih und Glied: die Montage- und Demontagelinie der MTU Maintenance Hannover. Die Angebotspalette in der Instandhaltung wird Jahr für Jahr konsequent ausgebaut.*
- 04** — *Das GE-Triebwerk CF6 und seine Varianten sind die erste „Spezialität“ der jungen MTU Maintenance: Hier wird ein Fan-Blade zum Strahlen vorbereitet.*
- 05** — *Montage eines CF6-80-Triebwerks: Hersteller GE lässt damals einen Teil der Erprobung seines Antriebs für die Boeing 767 auf dem Prüfstand in Hannover fahren.*
- 06** — *Mit geschultem Blick: Ein Experte der MTU Maintenance bei der Boroskop-Inspektion am Booster des Triebwerks CF6-50.*



Also entscheidet die MTU 1979, in die Instandhaltung für zivile Triebwerke und Industriegasturbinen einzusteigen. Neben Entwicklung, Produktion und militärischer Instandhaltung schafft sie damit einen weiteren Unternehmensbereich: die MTU Maintenance. Die Wahl fällt auf den Standort Hannover-Langenhagen, in direkter Nähe zum Flughafen. Weinzierl: „Das Land Niedersachsen hatte großes Interesse daran, hochwertige Arbeitsplätze im damals technologie-schwächeren Norden zu schaffen.“

Am 14. November 1979 wird die MTU Maintenance Hannover als hundertprozentige Tochter der MTU gegründet. Es ist eine Gründung auf der grünen Wiese. „Ich habe vor dem ersten Spatenstich auf dem Feld gestanden, auf dem ein Bauer mit seinem Pflug hin und her gefahren ist“, erinnert er sich. Auf der Baustelle wachsen zügig Teststand, Werkhalle und Verwaltungsgebäude. Ein Bauschild kündigt an: „Hier entsteht ein Werk für die Instandhaltung von Flugzeugtriebwerken. Wir stellen ein.“ Das spricht sich in der Gegend rasch herum. Auch Jörg Schenkemeyer, ein junger Feinmechaniker, gehört zu den damaligen Bewerbern. Bevor er und weitere neue Fachkräfte loslegen können, werden sie zum Teil bei der MTU in München geschult.

Spätsommer 1981. Im künftigen Shop werden Maschinen angeliefert und aufgebaut. Mitarbeiter montieren Schweißkabinen und Werkbänke. Am Ende der Halle stehen die Toolings, Spezialgeräte und -gestelle für die Instandhaltung der zivilen Triebwerke. Die ersten Aufträge kommen von der MTU aus München, wo Triebwerksschaufeln für GE repariert werden.

Für die Mitarbeiter gibt es zu dieser Zeit immer wieder „historische“ Momente. Zum Beispiel, als man sich zusammen mit dem damaligen Betriebsleiter Wolf Birner um eine neue 5-Achsen-Karussell-Drehmaschine versammelt. Der erste Auftrag: Ein Flansch eines Compressor Rear Frames – einer dicken Hülle, die die Brennkammer ummantelt – muss auf Maß gedreht werden. Der Dreher setzt an und stoppt gleich wieder. Er bückt sich, nimmt den ersten Span auf und legt ihn in Birners Hand. „Den sollten wir doch aufbewahren.“ Ja, es gibt ihn noch immer, eingegossen in Harz.

Am 5. November 1981 fahren Limousinen vor. Birgit Breuel, damals Niedersachsens Ministerin für Wirtschaft und Verkehr, sowie Vertreter von Stadt und Land kommen zur offiziellen Eröff-



04



05



06

nung des ersten Standorts der MTU Maintenance. Gefei­ert wird zusammen mit dem MTU-Management rund um den damaligen Geschäftsführer Manfred Holz und leitenden Mitarbeitern im Teststand.

Ende 1981 geht es rund im Shop. Die Fluggesellschaft Hapag-Lloyd, die zu dieser Zeit vor allem Charterflüge zu touristischen Zielen rund um das Mittelmeer durchführt, vertraut ihre CF6-50-Triebwerke dem jungen Unternehmen an. Zudem absolviert das CF6-80 für die Boeing 767 Testläufe auf dem neu

errichteten Prüfstand. Aufträge für die Instandhaltungen des RB211-22B/524 und der Gasturbine LM2500 füllen die Bücher.

Schenkemeyer kann sich noch gut erinnern, als im November 1981 ein Unimog vor dem Shop hält. Auf der Ladefläche liegt ein CF6-50 von Hapag-Lloyd Flug. Das erste komplette Triebwerk, das das Team der MTU Maintenance reparieren soll. „Als dieses gigantische Teil in der Halle stand, kamen fast alle 200 Kollegen zusammen. Wir bestaunten das Triebwerk fast ehrfürchtig. Das also war unsere Zukunft.“ 



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.



Autor:
Johannes Angerer, Partner der Employer Branding Agentur identifi­re, stärkt Marken, in dem er die prägenden Geschichten dahinter erforscht und in ansprechenden Formen erzählt, ob als Text, als Video oder in einer Ausstellung.

Eine steile Karriere

*Demontage, Reparatur, Montage und Prüfstand:
In den Shops der MTU Maintenance hat sich im Laufe
von 40 Jahren viel verändert. Eine Zeitreise zurück und
Ausblicke in die Zukunft.*

Autoren: Nicole Geffert und Johannes Angerer



Mit über 18.000 Shop Visits zählt die MTU Maintenance heute zu den Top 5 der weltweiten Dienstleister für die Instandhaltung ziviler Triebwerke. Lässt man die 40 Jahre ihrer Unternehmensgeschichte Revue passieren, entdeckt man neben Innovationen auch Bewährtes. So sind gestern wie heute beispielsweise bei der Demontage einer Niederdruckturbinen (NDT) am Anfang eine große Anzahl Schrauben erst zu lösen, dann abzuschrauben.

In den 1980er Jahren kamen dabei Knarre und Ringschlüssel zum Einsatz. Auf dem Schreibtisch an der Station lagen die Arbeitskarte für die anstehenden Schritte und daneben ein Zettel. Dieter Schmotz, seit 1981 Triebwerksmechaniker bei der MTU Maintenance Hannover, erinnert sich: „Die Arbeitsanweisungen wurden Schritt für Schritt erledigt. Nach jedem einzelnen Schritt wurde auf dem Zettel notiert, was gemacht wurde. Abschließend kamen Datum, Unterschrift und der Mitarbeiterstempel hinzu. Dann ging es zurück zum Modul, das Werkzeug wurde in die Hand genommen und weitergemacht.“

Und was hat sich verändert? Erst einmal die Werkzeuge. Zum Beispiel ersetzen Luft- und Akkuschräuber die Knarre. Ein versierter Mechaniker konnte damit die NDT in der Hälfte der Zeit auseinanderbauen. Verschwunden sind zudem Papier und Schreibezeit – fast. Denn von Hand datieren, unterschreiben, abstempeln – auch diese Abläufe tragen heute noch zur hohen Qualität und Zuverlässigkeit in den Shops der MTU Maintenance bei.

Doch die meisten Prozesse wurden im Laufe der Zeit angepasst und kontinuierlich verbessert. Ein Top-Instandhalter ruht eben nicht. Längst hat die Digitalisierung in den Shops der MTU Maintenance unter dem Motto „MRO 4.0“ Einzug gehalten und wird gelebt.

Computergestützt lassen sich technische Probleme an Triebwerken heute erkennen, lange bevor sie den Flugbetrieb stören oder aufwändige Reparaturen nach sich ziehen. Das Engine Trend Monitoring der MTU Maintenance ermöglicht eine umfassende Überwachung der Triebwerksparameter durch eine MTU-eigenentwickelte Monitoring-Software. Und ein Blick in die Zukunft zeigt, dass Advanced Analytics und maschinelle Lernverfahren künftig eine automatisierte Analyse großer Datenmengen ermöglichen werden. Damit lassen sich genaue Vorhersagen über den Zustand der Triebwerke am Flügel treffen. Triebwerksinstandhaltungen können so bis hin zu den Modulen immer besser geplant und die Kosten für die Airlines verringert werden.

„Früher war das noch deutlich lauter.“

Rudolf Glembozky,
Werkzeugmacher bei der
MTU Maintenance Hannover

Oberste Prämisse der MTU Maintenance ist stets, die Instandhaltungskosten von Triebwerken sowie deren Ausfallzeiten zu minimieren. Das gilt für jeden Shop Visit – sei es, dass das Triebwerk zur Herstellung seiner vollständigen Leistung (Performance Restorations) in den Shop kommt oder aber Bauteile mit begrenzter Lebensdauer (Life Limited Parts) ausgetauscht oder

Triebwerksteile repariert werden müssen.

Die Reparaturbereiche in den Shops kann man nicht verfehlen. Denn wo Metall bearbeitet wird, spielt das große Geräuschorchester. „Früher war das noch deutlich lauter“, sagt Rudolf Glembozky. Der gelernte Werkzeugmacher arbeitet seit 1982 in der Instandsetzung der MTU Maintenance Hannover. Er berichtet am Beispiel eines Turbinen Mid Frame (TMF)-Liners, eines runden Blechteils mit einem Durchmesser von etwa 150 Zentimetern, wie dessen Reparatur früher ablief.

Ein Kollege aus der vorigen Abteilung brachte das zu reparierende Teil und stellte es zu den anderen im Wartebereich. Was

besonders eilig war, bekam einen roten Aufkleber. Eine typische Reparatur war das Wechseln der vier Verbindungsflansche: alte abstechen, neue aufschweißen und genau ins Maß bringen. „Doch als erstes mussten wir das Teil auf die Maschine bringen. Vorrichtung gab es keine. Also haben wir den Liner oft zu zweit oder zu dritt mit Muskelkraft auf die Maschine gehoben.“

Tausende von speziellen Vorrichtungen ersetzen mit der Zeit die Muskelkraft. Sehr viele davon haben die Mitarbeiter der MTU Maintenance selbst erfunden. Ob Haltevorrichtung, Schutzpläne oder Spezialmessinstrument, vieles davon erleichtert auch heute noch die Arbeit.

Keine Frage, Reparieren ist nach wie vor eine Kernkompetenz der MTU Maintenance. Doch ihre Expertise geht über die reine Instandhaltung inzwischen weit hinaus. Umfassende Serviceleistungen über den kompletten Lebenszyklus eines Triebwerks sind heute das Spezialgebiet der MTU Maintenance weltweit. Das Flottenmanagement ist hierfür ein Beispiel. Die MTU-Experten entwickeln für jedes einzelne Triebwerk einer Flotte passgenaue MRO Lösungen und optimieren so die Verfügbarkeit der Triebwerke für die Airlines.

Oder der Service Triebwerksleasing. In der zeit- und kostensensiblen Luftfahrtbranche nutzen immer mehr Fluggesellschaften

die Möglichkeit, Flugzeuge und Triebwerke zu leasen. So wird die Flexibilität erhöht und zusätzliches Kapital freigesetzt, welches sonst in Ersatztriebwerke investiert werden muss. Die MTU Maintenance Lease Services bietet deshalb den Airlines kurz- und mittelfristiges Verleasen von Triebwerken, die SMBC Aero Engine Lease hingegen langfristige Lösungen. Beide Firmen sind Joint Ventures mit der japanischen Sumitomo Corporation.

Zurück in den Shop. Zum Abschluss einer jeden Instandhaltung kommt das Triebwerk auf den Prüfstand. Frank Reimchen, Arbeitsplaner am Prüfstand der MTU Maintenance Hannover, geht auf eine kleine Zeitreise in die 1990er Jahre: Bei einem Prüflauf „fuhren“ damals zwei Mechaniker das Triebwerk. Ein Mitarbeiter vom Engineering und einer von der Qualitätssicherung achteten auf die Messwerte. Die 30 wichtigsten Werte zeigte ein Monitor monochrom grün an.

Über eine klobige Eingabekonzole steuerte ein Teammitglied den Messrechner. Den zeitlichen Verlauf bestimmter Werte zeichnete ein 8-Kanal-Linienschreiber auf. Wollte man andere Werte, musste man Kabel umstöpseln und das Gerät neu eichen. „Unser damaliger Qualitätsingenieur, Hans Holpert, traute dem Messrechner nicht ganz. Er rechnete deshalb oft während eines Laufes die Performance mit dem Taschenrechner nach. Die Formeln hatte er alle im Kopf. Unglaublich.“

Unter Beobachtung — Das Engine Trend Monitoring der MTU Maintenance ermöglicht eine umfassende Überwachung der Triebwerksparameter.



Spezialist für Reparaturen — Mit ihren Verfahren erzielt die MTU Maintenance weltweit einzigartige Reparaturtiefen und lange Triebwerkslaufzeiten am Flügel.



Um die Jahrtausendwende wurde ein Prüflauf nur noch zu dritt durchgeführt. Das machte vor allem die rasante Entwicklung der Mess- und Computertechnik möglich. Die Prüftechniker sahen nun auf acht Farbmonitoren alle relevanten Werte auf einen Blick. Den zeitlichen Verlauf speicherte das System viermal pro Sekunde automatisch im „History Buffer“. Das moderne System zeigte die Messwerte nun automatisch im Band der Grenzwerte an.

Und heute? Aktuelle Triebwerke sind Hochleistungscomputer, die sekundlich aus unzähligen Messfühlern viele Megabyte an Daten liefern. Reimchen: „Das RB211 war ganz analog, 1989 kamen das PW2000 und V2500. Diese Triebwerke lieferten pro Sekunde über zwei Datenleitungen je 12,5 Kilobyte. Das moderne PW1100G-JM hat drei Ethernet-Leitungen mit je 100 Megabit pro Sekunde.“

Bereits 2007 investierte die MTU Maintenance Hannover in eine neue Testzelle. Das Großtriebwerk GE90 mit seinen 115.000 Pfund Schub stand dabei im Fokus. Die Testzelle wurde mit Weitsicht gebaut und gleich auf 150.000 Pfund Schub ausgelegt. Auch die MTU Maintenance Zhuhai ist mit ihrer Testkompetenz ganz weit vorn und kann auf ihrem hochmodernen Prüfstand ebenfalls Triebwerke bis zu 150.000 Pfund Schub testen.

Und wie schaut die Zukunft aus? Computersimulationen entwickeln sich rasant, einzelne virtuelle Triebwerkstests sind möglich. Aber die werden in absehbarer Zeit eine Testzelle nicht ersetzen. Deshalb kommt auch bei EME Aero – einem Joint Venture mit Lufthansa Technik, das 2020 an den Start geht – jedes Triebwerk auf den Prüfstand. Im polnischen Aviation Valley nahe des Flughafens von Rzeszów entsteht aktuell eines der größten und fortschrittlichsten MRO-Servicezentren für die Getriebe- fan-Triebwerke der P&W GTF™ Triebwerksfamilie. Und auch der Prüfstand wird neue Maßstäbe setzen. 



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.



Autor:
Johannes Angerer, Partner der Employer Branding Agentur identifiere, stärkt Marken, in dem er die prägenden Geschichten dahinter erforscht und in ansprechenden Formen erzählt, ob als Text, als Video oder in einer Ausstellung.

Mit wachsamen Blick _____ Kontrollraum eines Prüfstands bei der MTU Maintenance. Nach der Instandsetzung muss jedes Triebwerk auf den Prüfstand.



Hochmoderne Testzelle _____ Auf dem Prüfstand der MTU Maintenance Zhuhai wird ein V2500-Triebwerk für Testläufe vorbereitet.





40 Jahre

40 ist mehr als eine Zahl: Mitarbeiter der MTU Maintenance erzählen von prägenden Momenten und Chancen für die Zukunft.

Sie und die MTU Maintenance feiern dieses Jahr den 40. Geburtstag. Was macht es zu einem besonderen Jahr aus Ihrer Sicht?

Mein 40. war für mich etwas ganz Besonderes. Ein neuer Lebensabschnitt hat angefangen: Ich bin dieses Jahr Vater geworden. Meine Familie ist gewachsen, das macht mich froh, dankbar und stolz. Auch die MTU Maintenance wächst und auch hier bin ich „Vater“ im übertragenen Sinne. Wir haben dieses Jahr unser neues Logistikzentrum eröffnet, das ich geplant und den Bau verantwortet habe. Es ist schön, dass es unserem Unternehmen gut geht, wir wachsen und ich dazu beitrage. Meinen 40. Geburtstag haben viele MTU-Kollegen mitgefeiert, sie sind Teil meiner erweiterten Familie.

ANDREAS MEINERT, 40, Leiter Logistik und Planung, MTU Maintenance Berlin-Brandenburg

Sie sind 40 Jahre, also genauso alt wie das Unternehmen. Wie bewerten Sie unsere aktuelle Lage?

Ich finde es toll, dass junge Menschen immer mehr von der Vorstellung „typisch“ männlicher oder weiblicher Berufe abrücken. Als Mitarbeiter der Personalabteilung freue ich mich sehr, dass sich unsere Belegschaft verändert und sich immer mehr qualifizierte Frauen für technische Stellen bewerben. In dem sehr vielfältigen Team der MTU Maintenance Canada arbeiten Menschen aus 63 Ländern unter einem Dach – ich würde mich freuen, wenn diese Zahl noch weiter wächst!

DANGUOLE CHANDLER, 40, Human Resources Generalist, MTU Maintenance Canada

Sie sind fast 40 Jahre – also von Anfang an – dabei gewesen. Haben Sie eine Lieblingsanekdote aus der Zeit?

Meine absolute Lieblingsanekdote ist, dass wir am Anfang aufgrund mangelnder Büromöbel in einem kleinen Raum mit zwei Schreibtischen und einem Schreibmaschinentisch mit fünf Leuten saßen. Immer wenn unsere Kollegin anfing mit der Maschine zu schreiben, wackelte der ganze Tisch – es war nicht so ein standfestes Modell! Um Kopien zu machen, musste man seine Gummistiefel anziehen, denn es gab noch nicht viele befestigte Wege und der Kopierer war in der „Baubaracke“ am Eingang des Geländes. Einen eigenen Kopierer hatten wir damals nämlich noch nicht.

PETRA OHDE, seit 01.07.1981 bei der MTU Maintenance Hannover, Mitarbeiterin in der Exportkontrolle

Wie wird die MTU Maintenance Zhuhai Ihrer Meinung nach aussehen, wenn Sie 40 sind?

In 13 Jahren wird die MTU Maintenance Zhuhai voraussichtlich mehr als einen Shop betreiben. Dann haben wir mehr Wartungsressourcen für neue Triebwerke, können technisch anspruchsvollere Aufgaben übernehmen und mehr Lizenzen und Freigaben von Behörden auf der ganzen Welt beantragen.

YUAN MENG, 27, Technischer Betrieb, MTU Maintenance Zhuhai



Sie sind erst seit Kurzem im Unternehmen. Wo sehen Sie sich und die Branche in 20 Jahren, wenn Sie **40 sind?**

Ich hoffe, dass ich es bis dahin zur leitenden Ingenieurin geschafft habe, und ich gehe davon aus, dass die MTU dann ein noch größeres Unternehmen sein wird. Asien wird sich wahrscheinlich als einer der größten Märkte für die Triebwerksinstandhaltung etabliert haben. Neue Triebwerke werden die Branche dominieren und das Leasinggeschäft wird vor allem bei Airlines, die nicht in eigene Triebwerke investieren wollen, beliebt sein. MRO-Dienstleister werden als Shop und Leasinggeber fungieren, noch stärker, als das bei der MTU bereits heute der Fall ist. Ich freue mich schon riesig darauf!

MAO JIAO, 20, Technischer Betrieb,
MTU Maintenance Zhuhai

Sie waren mit **40 schon bei der MTU Maintenance Berlin-Brandenburg, was hat sich in den letzten 10 Jahren verändert?**

Vor 10 Jahren war ich in Ludwigsfelde der Produktlinienleiter für das Programm CF34. Unter meiner Verantwortung haben wir die Instandsetzung der CF34-10E neu eingeführt. Als erster lizenzierter Anbieter auf dem weltweiten Markt! Heute, zehn Jahre später, zum 40. Geburtstag der MTU Maintenance, bin ich Geschäftsführer der MTU Maintenance Berlin-Brandenburg und wir sind nach wie vor der größte Anbieter für Instandsetzungen für die CF34-10E. Ende des Jahres 2019 werden wir mehr als 900 Mitarbeiter sein, 2009 waren es noch rund 600. Unser gemeinsamer Einsatz zahlt sich aus: wir wachsen bei Aufträgen und Umsatz in unserem gesamten Portfolio.

ANDRÉ SINANIAN, 50, Geschäftsführer
MTU Maintenance Berlin-Brandenburg

Wie werden die Leasingbranche und MLS aussehen, wenn Sie **40 sind?**

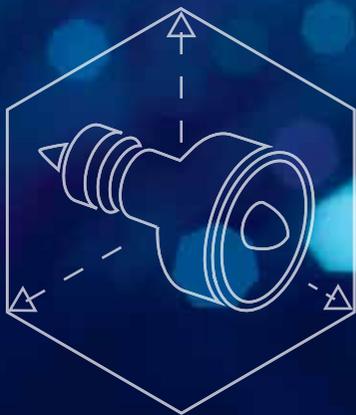
Das Leasinggeschäft wird dann sogar noch wichtiger sein als heute. Der Löwenanteil der global starken Nachfrage nach Flugleistungen wird künftig voraussichtlich auf Asien entfallen. Betreiber werden die entsprechenden finanziellen Mittel haben müssen, um für den erwarteten Anstieg der Nachfrage und knappere Margen gewappnet zu sein. Wenn wir unseren Grundsätzen treu bleiben und immer hochwertige und innovative Produkte liefern, wird die MLS bis zu meinem 40. Geburtstag den Markt für Triebwerksleasing anführen und auch dann noch den Status Quo immer wieder hinterfragen.

JOSHUA SEBASTIAMPILLAI,
27, MTU Maintenance Lease
Services, Amsterdam

Sie sind seit 1983 bei der MTU Maintenance, was war die größte Überraschung für Sie in den letzten (fast) **40 Jahren?**

Die größte Überraschung war nach meinem Eintritt in die MTU im Jahr 1983, dass wir große Freiheiten und Gestaltungsmöglichkeiten unserer Arbeit hatten. Das war richtig neu und gut - ich kam von einem Energieversorgungsunternehmen mit eingefahrenen Strukturen. Wir durften es so ausrichten, wie wir es für zielführend hielten (freundliche Hilfestellungen gab es aber auch!). Das zog sich durch die ganze Firma, fast alle haben diese Chancen ergriffen und so haben wir gemeinsam das Fundament für die heutige MTU Maintenance legen können. Was man sich heute nicht mehr vorstellen kann: 1988 bekamen wir unseren ersten PC im Finanzbereich. Diese Wundermaschine war heiß begehrt. Deshalb wurde ein Stundenplan aufgestellt: jeder durfte zwei Stunden/Woche diesen PC nutzen ... dabei konnte der weniger als die heutigen Smartphones.

PETER SCHMALKUCHE, Leiter Financial Accounting,
MTU Maintenance Hannover



Virtual Engine

*Die digitale Transformation ist eine der größten Herausforderungen für die Industrie, aber auch eine der größten Chancen. Im Bereich der Triebwerksentwicklung spielt das Virtuelle Triebwerk eine zentrale Rolle. Der **AEROREPORT** hat sich darüber mit Dr. Stefan Weber, Leiter Technologie und Vorauslegung bei der MTU, unterhalten.*

Autorin: *Martina Vollmuth*



„Das Virtuelle Triebwerk wird für alle Marktteilnehmer zum Dreh- und Angelpunkt für Produktivität und Kompetenzfähigkeit. Alle bekannten Triebwerkshersteller sind in diesem Bereich intensiv tätig.“

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

Herr Dr. Weber, was ist ein Virtuelles Triebwerk?

Das Virtuelle Triebwerk wird in unserer Branche als Game Changer wahrgenommen.

Man versteht darunter die virtuelle Abbildung eines Triebwerks, das mittels digitaler Konstruktionswerkzeuge und numerischer Simulationen erzeugt wird. Wesentlich ist, dass alle geometrischen und physikalischen Eigenschaften vollumfänglich abgebildet werden. Verschiedene Software-Tools werden so miteinander verknüpft, dass eine durchgehende Berechnung und Auslegung – sprich: Definition – des gesamten Triebwerks möglich wird.

Warum ist das Virtuelle Triebwerk für die MTU wichtig?

Wie alle anderen auch will die MTU die Potenziale der Digitalisierung bestmöglich nutzen. Wir haben uns eine umfassende Strategie zurechtgelegt: Alle an der Wertschöpfung beteiligten Bereiche sollen virtuell abbildbar, simulativ berechenbar und intelligent vernetzt werden.

Das Virtuelle Triebwerk wird für alle Marktteilnehmer zum Dreh- und Angelpunkt für Produktivität und Kompetenzfähigkeit. Alle bekannten Triebwerkshersteller sind in diesem Bereich intensiv tätig.

Welche Vorteile bringt das Virtuelle Triebwerk mit sich?

Hier gibt es zwei Hauptaspekte: den ökonomischen Nutzen sowie neue Möglichkeiten der Triebwerksauslegung, -optimierung und Zulassung.

Wie sieht der ökonomische Nutzen aus?

Durch die enorme Leistungsfähigkeit, die die numerische Vorgehensweise heute schon erreicht hat und die in Zukunft noch weiter zunehmen wird, kann der Aufwand für die Entwicklung und Zulassung von Triebwerken deutlich reduziert werden. Damit erfüllen wir die Forderungen des Marktes, immer schneller neue Produkte in den Markt zu bringen. Kostspielige und zeitintensive Versuchsträger sowie teure Validierungstests lassen sich zunehmend durch Simulationen ersetzen.

Weltweit einmalig

Mit dem DLR-Institut für Test und Simulation für Gasturbinen (SG) wird am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Augsburg eine einzigartige Forschungseinrichtung geschaffen. Ende 2018 eröffnet, wird das Institut sukzessive ausgestattet; 2022 soll ein neues Institutsgebäude bezogen werden.

„Wir reden von elf hochmodernen Testanlagen“, erklärt Dr. Jörg Henne, Entwicklungschef der MTU. „Ihre Kombination ist weltweit einmalig.“ Auf ihnen können mechanische, thermische

und chemische Belastungen gleichzeitig getestet werden. Dazu kommt ein flexibler Hochleistungs-Schleuderprüfstand für Komponenten. Diese Prüfeinrichtungen sind die Validierungsbasis für die Darstellung des Virtuellen Triebwerks. Institutsdirektor Professor Dr.-Ing. Stefan Reh: „Indem wir numerische und experimentelle Verfahren geschickt ergänzen, können wir hochinnovative Lösungsansätze für neue Technologien validieren.“ Ein weiteres Augenmerk liegt auf der Verarbeitung der durch Simulationen und Experimente gewonnenen Daten.

Wie sieht die digitale Triebwerksoptimierung aus?

Numerische Verfahren ermöglichen uns neue Wege, innovative Technologien zu entwickeln, zum Beispiel neue Designs oder Werkstoffe. Am Ende der Berechnung eines Triebwerks werden die Gesamtleistungsvariablen bestimmt, etwa Schub, Wirkungsgrad, Kraftstoffverbrauch, Schadstoffausstoß, Herstell- und Reparierbarkeit. Berechnet wird auch die Lebensdauer der Bauteile und die damit verbundene Notwendigkeit, Schadensfällen durch Austausch und Instandhaltung vorzubeugen.

Erst auf der Basis der Ermittlung aller Größen im virtuellen Gesamtmodell des Triebwerks ist es möglich, den Einfluss des Einsatzes neuer Werkstoffe, Bauweisen und Herstellverfahren zu quantifizieren und das Triebwerk so zu optimieren, dass Kraftstoffverbrauch, Schadstoffausstoß und Gewicht verringert werden. Natürlich immer bei gleichzeitiger Verlängerung der Lebensdauer der Bauteile, Sicherstellung von höchster Robustheit und Zuverlässigkeit sowie wirtschaftlicher Kosten. Wir haben viel vor, denn die Anforderungen unserer Branche an neue Triebwerke sind mehr als anspruchsvoll.

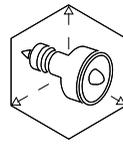
Was tun wir schon?

Vorausschicken möchte ich, dass noch eine erhebliche Entwicklungsarbeit vor uns liegt, bis wir ein Triebwerk virtuell komplett erfassen und die angestrebten Vorteile zur Gänze nutzen können. Entscheidend ist jetzt, wie wir den Weg dahin gestalten, um schon frühzeitig von Teilaspekten profitieren zu können. Konkret tun wir bereits Folgendes:

In der Produktentwicklung haben wir schon seit längerem die Entwicklungsplattform eProtas im Einsatz, in der die meisten unserer aerodynamischen und strukturmechanischen Berechnungsprozesse in standardisierter Form zur Verfügung gestellt werden. Mithilfe von eProtas werden die Entwurfsvarianten einer Komponentenauslegung – Niederdruckturbine oder Hochdruckverdichter – und ihre Konfiguration nachvollziehbar digital dokumentiert.

Während der gesamten Designphase nutzen wir über die verschiedenen Disziplinen hinweg umfangreiche Simulationen zur virtuellen Funktionsabsicherung der Spezifikation und Zulassungsanforderungen. Zentrale Felder der Technology-4.0-Strategie der MTU sind Simulationen in den Bereichen Werkstoffe und Fertigung, das Virtuelle Triebwerk und der sogenannte Digitale Zwilling. Letzterer ist ein 1:1-Abbild eines realen Bauteils bis hin zum kompletten Triebwerk im digitalen Raum. Ist mit der Virtual-Engine-Fähigkeit der Soll-Zwilling definiert, wird mit dem Ist-Zwilling die tatsächliche gefertigte und betriebene Realität abgebildet. Hier fließen alle Daten des Bauteil- und Triebwerkslebens ein.

TECHNOLOGIE 4.0



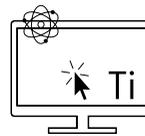
Virtuelles Triebwerk

Die vollumfängliche virtuelle Abbildung eines Triebwerks eröffnet neue Möglichkeiten der Triebwerksoptimierung. Kostspielige Zulassungstests können entfallen.



Digitaler Zwilling

Die 1:1-Abbildung eines Triebwerkbauteils im digitalen Raum dient als leistungsfähiges Datenbackbone für ein durchgängiges Product Lifecycle Management.



Werkstoff- und Fertigungssimulation

Die MTU setzt auf Digitalisierung: Die gesamte Wertschöpfungskette soll miteinander verknüpft werden – Entwicklung, Fertigung bis hin zur Instandsetzung.

Wie soll es weitergehen?

In Deutschland engagiert sich das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) sehr stark, um die Digitalisierung voranzutreiben, und hat dazu im vergangenen Jahr vier neue Forschungsinstitute gegründet. Eines davon ist das DLR-Institut für Test und Simulation für Gasturbinen (SG) in Augsburg. In seinem Mittelpunkt steht das Virtuelle Triebwerk. Die MTU war hier mit Ideenstifter und umfangreich in die Konzeption eingebunden. Wir sind als Partner mit an Bord und bringen unsere Expertise und Erfahrung bei Entwicklung und Betrieb von Triebwerken ein. Im Gegenzug melden wir Forschungsbedarfe an und können die einzigartige Testinfrastruktur des neuen DLR-Instituts nutzen. Das gibt uns viele Möglichkeiten, uns weiterzuentwickeln. Es gibt bereits klar definierte Themen, die wir anpacken. 



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



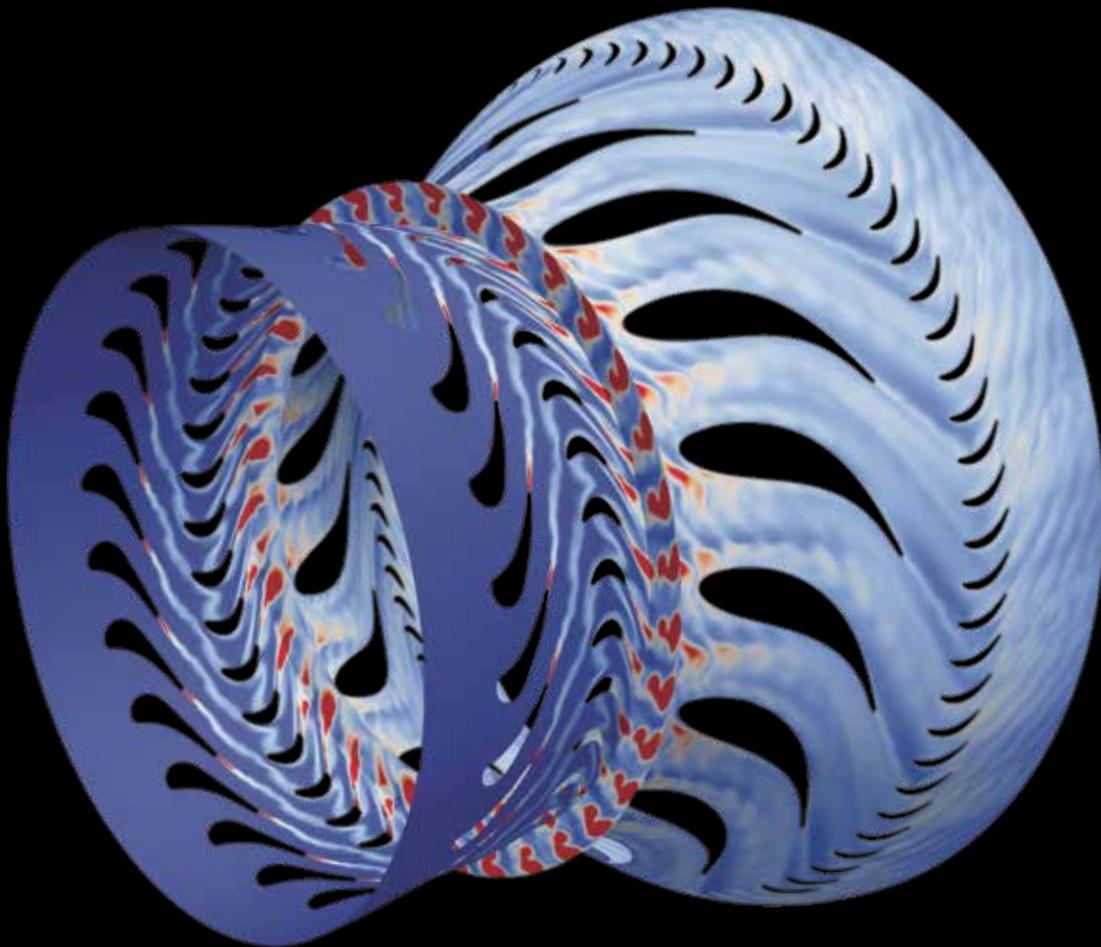
Mehr zum Thema: www.aeroreport.de



Autorin:
Martina Vollmuth ist Diplom-Journalistin und ausgebildete Tageszeitungsredakteurin. Bei der MTU ist sie als Pressesprecherin Technologie tätig.

„Durch den engen Austausch mit der MTU haben wir Zugang zu den industriellen Luft- und Raumfahrtprogrammen und wir bekommen ständig Feedback aus der Praxis.“

Dr. Edmund Kügeler,
DLR-Institut für Antriebstechnik



Optimierung von Triebwerken ——— TRACE zeigt Strömungsvorgänge und ihre Auswirkungen.
Die Harmonic Balance Methode erlaubt eine hundert mal schnellere Berechnung.

Luftnummer

Leise, energiesparend, emissionsarm und sicher sollen Triebwerke sein – und schneller am Markt. Die Beschleunigung der Strömungssimulation trägt dazu bei.

Autorin: *Monika Weiner*

Ohne Luft kein Vortrieb. Der hochkomplexe Aufbau eines Triebwerks dient letztlich dem Zweck, Luft in die richtigen Bahnen zu lenken: sie anzusaugen, zu verdichten, im Kerntriebwerk weiter aufzuladen und schließlich diese hochenergetisierte Luft in der Niederdruckturbine zu entspannen und so dem Fan die notwendige Energie zur Schuberzeugung zu geben. Ein Ziel der Triebwerksentwickler ist es dabei, die Luftströmung zu optimieren, denn diese entscheidet über Wirkungsgrad, Geräuschentwicklung sowie auch über wesentliche Randbedingungen für die Lebensdauer der Komponenten.

Triebwerksentwicklung am Bildschirm

Die Entwicklungsingenieure bei der MTU Aero Engines können diese Zusammenhänge bewerten, schon bevor auch nur ein Bauteil gefertigt und getestet wird: Ein Simulationsprogramm liefert alle nötigen Informationen. Wird die Form der Turbinen- oder Verdichterschaufeln verändert, erscheint auf dem Bildschirm ein dreidimensionales Bild der Strömungslinien, das die Bewegung der Luft darstellt. Ein Tastaturbefehl reicht aus, um auch die Temperatur der Schaufeln sichtbar zu machen, sowie den Druck, der auf Vorder- und Rückseite einwirkt. Aus diesen Informationen berechnet das Programm den Wirkungsgrad. Gleichzeitig wird ermittelt, welchen Schwingungen die Bauteile während des Betriebs ausgesetzt sind und ob akustische Wellen erzeugt werden, die zu unzulässiger Lärmbelastung führen.

Die Simulationssoftware, die all dies ermöglicht, haben die Ingenieure der MTU zusammen mit Forschern vom Institut für Antriebstechnik des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) entwickelt. „Das DLR, einer unserer wichtigsten Technologiepartner, ist führend auf dem Gebiet der Antriebstechnik und bringt neueste Forschungsergebnisse aus der Aerodynamik, -akustik und -elastik ein“, erklärt Dr. Edgar Merkl, zuständig für Technologie-Kooperationen bei der MTU. Seit mehr als 20 Jahren arbeiten die Teams gemeinsam an TRACE – die Abkürzung steht für Turbomachinery Research Aerodynamic Computational Environment. „Mit dem Simulationstool können wir jetzt Strömungsvorgänge und ihre Auswirkungen auf das Gesamtsystem sehr schnell detailliert darstellen und auswerten. Das hilft uns, aerodynamisch gut ausgelegte Produkte zu entwickeln.“

Maßgeschneiderte Lösungen

Weltweit nutzen die Hersteller von Gasturbinen und Triebwerken Simulationsprogramme. Sie werden „Strömungslöser“ genannt, weil sie Lösungen für die komplizierten Strömungsfelder errechnen. „Die kommerziell verfügbaren Programme bieten jedoch meist nur standardisierte Lösungsansätze. TRACE hingegen ist zugeschnitten auf unsere ganz speziellen Anforderungen und wird ständig weiterentwickelt. Dank der strategischen Kooperation mit dem DLR haben wir uneingeschränkte Nutzungsrechte – ein echter Wettbewerbsvorteil“, betont Merkl.



Schneller ans Ziel — Dr. Nina Wolfrum und Bertram Stubert arbeiten bei der MTU an Simulationsverfahren, mit denen sich Strömungsmodelle innerhalb kürzester Zeit berechnen lassen.

Und auch das DLR profitiert von der Zusammenarbeit: „Durch den engen Austausch mit der MTU haben wir Zugang zu den industriellen Luft- und Raumfahrtprogrammen und wir bekommen ständig Feedback aus der Praxis“, erklärt Dr. Edmund Kügeler vom DLR-Institut für Antriebstechnik. „Die Testergebnisse und Validierungen der Anwender helfen uns, die Modelle weiterzuentwickeln.“

Berechnungen jenseits der klassischen Mathematik

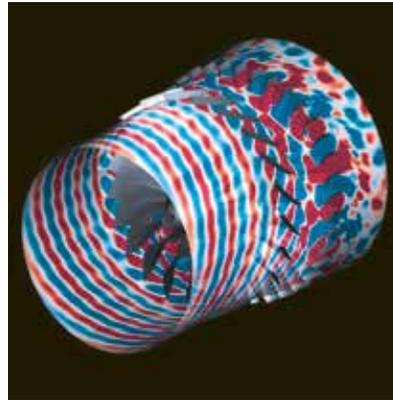
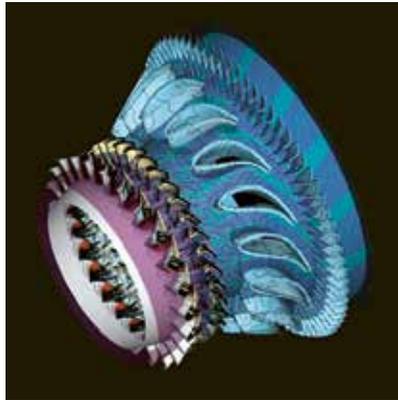
Und so wurde TRACE von Jahr zu Jahr leistungsfähiger. Mit Hilfe des Simulationstools lassen sich heute nicht nur laminare, sondern auch turbulente Luftströmungen sowie deren zeitlicher Verlauf – also die 4. Dimension – darstellen. „Die Berechnungen sind extrem aufwändig. Sie basieren auf nichtlinearen Gleichungen, die mit Bleistift und Papier nicht lösbar sind. Man braucht numerische Verfahren, die sich in vielen Rechenschritten einem Ergebnis schrittweise annähern“, erläutert Dr. Nina Wolfrum. Die Ingenieurin leitet das Team Aero-CFD-Methoden bei der MTU. CFD steht für Computational Fluid Dynamics, zu Deutsch: numerische

Strömungsmechanik. Um die Strömungsverhältnisse in Turbine oder Verdichter zu simulieren, muss das Simulationsprogramm die numerischen Berechnungen für Millionen von Punkten durchführen.

TRACE kann den Aerodynamik-Designern binnen Stunden ein vierdimensionales Strömungsmodell liefern. Dabei hilft ein mathematischer Trick: Strömungen im Triebwerk verändern sich periodisch. Rotierende und stehende Bauteile in der Turbine und im Verdichter beispielsweise bewegen sich zwar relativ zueinander, aber immer auf dieselbe Weise im Kreis. Diese Periodizität nutzt die „Harmonic Balance Methode“.

„Die Strömungslösung wird durch Wellen repräsentiert, die sich überlagern. Der zeitliche Verlauf der Strömung in einem Triebwerk kann in der Regel mit wenigen dieser Wellen beschrieben werden“, erklärt Wolfrum. „Auf diese Weise lassen sich Strömungsmodelle hundertmal schneller berechnen als mit klassischen, zeitauflösenden Verfahren.“

Die aufwendige Vollkranzrechnung mit dem Zeitbereichslöser zur Verifizierung kann mit der HB Methode um 2 Größenordnungen schneller durchgeführt werden.



Der im UHBR-Fan bei Anflugbedingungen entstehende Tonalärm kann durch das Harmonic-Balance-Verfahren vorhergesagt werden.

Fernziel: virtueller Prüfstand @ DLR-SG

Die neuen, schnellen Simulationsverfahren helfen den Aerodynamik-Designern bereits heute bei der Optimierung von Turbinen- und Verdichterschaufeln. Doch für die Strategen bei der MTU ist das zugleich ein weiterer Schritt: Ihr Fernziel ist die Simulation des kompletten Triebwerkes. „Ein solcher virtueller Prüfstand würde uns helfen, Triebwerke als Ganzes noch effizien-

ter, zuverlässiger und emissionsärmer sowie wirtschaftlicher zu machen“, resümiert Merkl. Dieses Ziel wird in Zusammenarbeit mit dem 2018 neu gegründeten DLR Institut für Test und Simulation Gasturbine (siehe auch Beitrag „Virtual Engine“ in dieser Ausgabe, Seite 16) verfolgt. „TRACE leistet hierzu einen wichtigen Beitrag.“ 



**DAS DEUTSCHE ZENTRUM
FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT (DLR)**

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) erforscht und entwickelt Lösungen für Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr, Sicherheit und Digitalisierung. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrtagentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig.

Die Mission des DLR umfasst die Erforschung von Erde und Sonnensystem sowie Forschung für den Erhalt der Umwelt. Dazu zählt die Entwicklung umweltverträglicher Technologien für die Energieversorgung und die Mobilität von morgen sowie für Kommunikation und Sicherheit. Das Forschungsportfolio des DLR reicht von der Grundlagenforschung bis zur Entwicklung von Produkten. So trägt das im DLR gewonnene wissenschaftliche und technische Know-how zur Stärkung des Industrie- und Technologiestandorts Deutschland bei.



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.



Hochkomplex _____ Mit konventionellem 3D-Druck lassen sich manche Bauteile der Ariane Rakete kaum mehr herstellen. Die MTU adaptierte ihre Bürstendichtungen für Triebwerke sowie Dampf- und Industriegasturbinen – und löste damit eine ganz grundlegende Herausforderung des 3D-Drucks.

Starke Bürste

Mit der Übertragung ihrer Bürstendichtungstechnologie für eine Anwendung aus der Additiven Fertigung ermöglicht die MTU die Produktion extrem dünnwandiger Raumfahrtbauteile.

Autor: Thorsten Rienth





„Die Standzeit des Bürstenabziehers ist sehr hoch. Die Bauteile, die wir mit ihm produzieren, hätten wir mit einer festen Klinge nur bedingt oder mit hohem Prozessentwicklungsaufwand fertigen können.“

Dominik Scherer,
Ingenieur bei der ArianeGroup GmbH

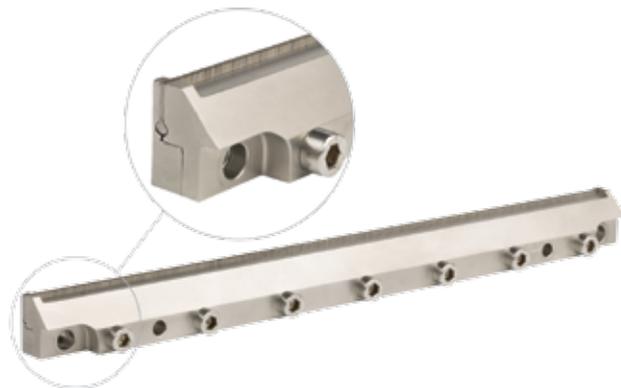
Bei den Bauteilen, die die Münchner ArianeGroup GmbH ins Weltall schickt, zählt jedes Gramm. Extrem dünnwandig sind sie deshalb konstruiert, oft mit innenliegenden Strukturen versehen. So hochkomplex, dass sie sich mit herkömmlichen Fertigungsverfahren kaum mehr herstellen lassen. Dies sind die Momente, in denen Produktionstechnologen wie Dr. Fabian Riss und Dominik Scherer von der ArianeGroup nur noch mit 3D-Druck weiterkommen. Design-driven Manufacturing heißt das Stichwort, designorientierte Fertigung.

Technisch betrachtet handelt es sich dabei um dreidimensionale Schweißvorgänge. Anstatt Werkstücke aus festen Blöcken

zu fräsen, baut sie die Additive Fertigung Schicht für Schicht aus Metall-, Kunststoff- oder Verbundstoffpulver auf. Beschichterklingen tragen dazu hauchdünne Pulverschichten auf Bauplattformen auf. Ein starker Laser schmilzt das Material exakt an jenen Stellen zusammen, die ihm die computergenerierten Bauteil-Konstruktionsdaten vorgeben. So wächst das Bauteil Schicht für Schicht von unten nach oben, je nach Anwendung in Schritten von wenigen Mikrometern.

Doch selbst diese ausgeklügelte Technik stößt bei den dünnwandigen Raumfahrtbauteilen an ihre Grenzen. „Bei den konventionellen festen Beschichterklingen führte eine Berührung von

GESCHICKT ADAPTIERT



Genial _____ In Form von tausenden millimeterbruchteildünnen zur Bürste gewickelten und geschnittenen Drähten passen sich die MTU-Bürstendichtungen – obwohl hochrobust – nahezu perfekt an abzudichtende Flächen an. Längst ist die Technologie nicht mehr nur im Triebwerksbau im Einsatz. Anstatt in kreisrunder Form kommt sie nun im industriellen 3D-Druck in länglicher Form zum Einsatz.

Passgenau _____ Dichtelement und Gehäuse sind konstruktiv voneinander getrennt und lassen sich deshalb optimal in jede Dichtungsumgebung einpassen. Im Vergleich zu konventionellen Dichtungen verringern sie die Leckage um bis zu 80 Prozent.

Bauteil und Klinge oft zum Prozessabbruch“, erklärt Ingenieur Riss. „Das bedeutete jedes Mal ein Ausschussbauteil – und den Verlust wertvoller Produktionszeit.“

Hier kam die MTU und ihre Bürstendichtungen ins Spiel. In Form von tausenden millimeterbruchteildünnen zur Bürste gewickelten und geschnittenen Drähten bilden sie sehr flexible Dichtungen für Triebwerke sowie Dampf- und Industriegasturbinen. Entsprechend geformt passen sie sich nahezu perfekt an die abzudichtenden Flächen an – und sind dennoch hochrobust.

„Wenn wir es schaffen, die Technologie für die Anwendung als Beschichter Klinge in 3D-Druckmaschinen zu übertragen“, dachte sich Dr. Stephan Pröstler, Projektmanager für Bürstendichtungen, „dann hätten wir womöglich das Problem mit den abbrechenden Beschichterklängen bei den dünnwandigen Raumfahrtbauteilen gelöst.“

Es wäre nicht das erste Mal, dass Deutschlands führender Triebwerkshersteller seine Dichtungsexpertise für Anwendungen im allgemeinen Maschinenbau adaptiert, darunter Pumpen, Werkzeug- und Sondermaschinen, Automobilindustrie, Schiffsbauanwendungen oder Kohlemöhlen. Zudem verfügt die MTU über einen Entwicklungs- und Produktionsbereich für Additive Fertigung, zum Beispiel, um Boroskopaugen für die Pratt & Whitney GTF™ Triebwerksfamilie herzustellen. MTU-Mann Pröstler weiß also, wovon er spricht.

In Zusammenarbeit mit den Kollegen aus der Additiven Fertigung hält der Entwickler einige Monate später ein silbernes glänzendes Bauteil in den Händen. Es sieht aus wie ein flacher Metallbesen ohne Stiel: Aus einem ursprünglich als Bürstendichtung gedachten Streifen ist eine längliche Beschichter Klinge für 3D-Druckmaschinen geworden. Mit passenden Schnittstellen für den Einbau in den 3D-Druckern der ArianeGroup.

Mittlerweile befindet sich der Abzieher dort im robusten Serieneinsatz. „Die Standzeit des Bürstenabziehers ist sehr hoch“, berichtet Ingenieur Scherer. „Die Bauteile, die wir mit ihm produzieren, hätten wir mit einer festen Klinge nur bedingt oder mit hohem Prozessentwicklungsaufwand fertigen können.“ 



Pionierarbeit _____ Im Jahr 1983 startete die MTU erste Versuche mit Bürstendichtungen und meldete die neue Technologie zwei Jahre später erfolgreich zum Patent an. Mittlerweile ist das Bürstendichtungsteam ein hochspezialisiertes Kompetenzzentrum.

Fest und flexibel _____ Was den Wirkungsgrad im Triebwerk verbessert, funktioniert auch bestens als Abzieher in 3D-Druckmaschinen.



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.

ASME TURBO EXPO 2019

**„Turbomaschinen
werden in der
Luftfahrt weiter
eine große
Rolle spielen.“**



Dr. Harald Schöenborn

*Technical Program Chair im Organisations-Komitee
der ASME Turbo Expo 2019 und Verdichter-Aeroelastiker
bei der MTU Aero Engines*

*MTU-Ingenieur Harald Schöenborn
hat die ASME Turbo Expo 2019 mit organisiert.
Dem **AEROREPORT** berichtet er, womit sich die weltweite
Turbomaschinenbranche derzeit beschäftigt.*

Autorin: Eleonore Fähling

Herr Dr. Schöenborn, wer oder was ist die ASME überhaupt? Wer gehört dazu und warum?

ASME steht für American Society of Mechanical Engineers und ist das US-amerikanische und internationale Pendant zum deutschen VDI, dem Verband deutscher Ingenieure. Die ASME veranstaltet einmal jährlich, immer im Wechsel zwischen den USA und Europa, die ASME Turbo Expo, die größte Fachkonferenz der Turbomaschinenbranche. Vertreten sind dort Unternehmen und Institutionen, die sich mit der Entwicklung, der Herstellung oder auch dem Betrieb von Flugtriebwerken, stationären Gasturbinen oder Windkraftanlagen beschäftigen. Sie tauschen sich dort über neue Entwicklungen unter anderem in der Thermodynamik, Verbrennung oder Strukturmechanik

aus. Dieses Jahr fand die fünftägige Konferenz in Phoenix/Arizona statt.

Und wie sind Sie dazu gestoßen?

Jeder wissenschaftliche Mitarbeiter an einer Hochschule, der sich mit diesen Themen beschäftigt, strebt es an, auf der ASME Turbo Expo seine Arbeiten zu veröffentlichen. Alle Papers werden von mindestens drei Reviewern begutachtet, so dass die Qualität der Veröffentlichungen sehr hoch sind. Das war bei mir auch so, als ich an der RWTH Aachen promoviert habe. Später habe ich Sessions organisiert und war sechs Jahre im Führungsteam eines Komitees. Letztes Jahr wurde ich dann zum Technical Program Chair des Organisationsteams berufen.

„Turbomaschinen werden weiter eine große Rolle in der Luftfahrt und Energieerzeugung spielen.“

Dr. Harald Schönenborn,

Verdichter-Aeroelastiker bei der MTU Aero Engines.

Die Themen der Konferenz ASME Turbo Expo 2019 decken eine große Bandbreite ab. Das Programmheft ist 240 Seiten dick. Wie findet man sich denn da zurecht?

Die meisten Konferenzteilnehmer kommen schon mit einem eng begrenzten Fokus, zum Beispiel Schaufelschwingung, und suchen sich im Vorfeld die dazu passenden Veranstaltungen heraus. Es gibt eine Konferenz-App, mit der man seinen Besuch planen kann, sie wird in Zukunft das gedruckte Programm ersetzen.

Sie haben die Konferenz mit kuratiert. Was waren die inhaltlichen Schwerpunkte bei der Themenauswahl?

Der Konferenzvorsitzende und das Organisationskomitee überlegen sich ein Schwerpunktthema, das in den Keynotes und Panels vertieft wird. Diesmal gab es das Schwerpunktthema „sauberer Antrieb“ für Fluggasturbinen beziehungsweise „saubere Energie“ für stationäre Turbomaschinen. Diese wurden in einem Keynote-Panel sowie in zwei Plenumsdiskussionen diskutiert.

Wie kommen Sie zu Themenvorschlägen für die Konferenz? Werden Sie mit Papers überschüttet

oder müssen Sie aktiv suchen?

Nein, wir müssen wirklich nicht aktiv suchen. Wir bekommen jährlich ungefähr 2.000 Abstracts, woraus dann etwa 1.000 Papers resultieren, die bei der Konferenz vorgetragen werden.

Waren Sie selbst auch Vortragender bei der ASME Turbo Expo? Was war Ihr Thema?

Diesmal nicht, aber zuletzt habe ich vor zwei Jahren dort über mein Spezialthema, die Aeroelastik, gesprochen, also die Wechselwirkung zwischen aerodynamischer Belastung und elastischen Strukturen im Triebwerk. Andere MTU-Kollegen waren dieses Jahr mit Vorträgen zu Probabilistik, Verbrennung und Performance vertreten, und MTU Aero Engines North America sowie das Bürstendichtungsteam haben sich in der Ausstellung präsentiert.

In Zeiten des Internets kann man das alles doch einfach online stellen und abrufen. Warum eine Live-Konferenz veranstalten und besuchen?

Die Papers sind ja sogar bereits eine Woche vor der Konferenz online. Auf der Konferenz können die Themen vertieft und diskutiert werden. Der persönliche Austausch und das Networking, auch in den Pausen, ist ein wichtiger Mehrwert.



Die American Society of Mechanical Engineers, kurz ASME, hat sich zum Ziel gesetzt, mit einem weltweiten Netzwerk die Zusammenarbeit und Entwicklung in allen Ingenieursdisziplinen zu fördern. Die Non-profit-Organisation wurde 1880 von einigen US-amerikanischen Industriellen gegründet und hat heute mehr als 100.000 Mitglieder in über 140 Ländern, darunter rund 32.000 Studierende.

Die ASME veranstaltet jährlich mehr als 30 Fachkonferenzen. Die ASME Turbo Expo befasst sich mit der Entwicklung und Herstellung von Turbomaschinen und findet jeweils im Wechsel in Nordamerika und in Europa statt. Im Juni 2019 trafen sich rund 2.500 Ingenieure, Wissenschaftler und Studierende aus vielen Unternehmen und Instituten weltweit in Phoenix/Arizona. Auf dem Programm standen mehr als 1.000 Diskussionen, Vorträge, Workshops und Präsentationen an fünf Konferenztagen.



Mehrwert persönlicher Austausch — Der MTU-Ingenieur Harald Schönenborn war regelmäßiger Teilnehmer und Redner auf der ASME Turbo Expo, bevor er ins Organisationsteam berufen wurde.

Turbomaschinen für umweltfreundliche Stromerzeugung und Antriebssysteme standen 2019 im Mittelpunkt. Was heißt das?

Meiner Ansicht nach müssen wir in Richtung regenerativ erzeugte, flüssige Treibstoffe gehen, denn Batterien werden in absehbarer Zeit zu schwer für den Linienpassagierflug sein. Und Turbomaschinen werden weiter eine große Rolle in der Luftfahrt und Energieerzeugung spielen, das ist so etwas wie ein Konferenzergebnis.

Was gab es Neues zum Thema Digitalisierung in der Entwicklungssimulation?

Simulationen, vor allem die Rechenzeiten dafür, werden immer wichtiger und immer aufwendiger. Sie werden jedoch Praxistests weiterhin nicht ersetzen, denn über die Bedeutung von Sicherheit als oberster Prämisse herrschte ebenfalls Konsens auf der Konferenz. Die NASA plant beispielsweise eine eigene Prüfhalle für einen Hybridflugantrieb.

Und was passiert jetzt bis zur nächsten ASME Turbo Expo 2020 in London?

In Phoenix ist das Organisationskomitee für 2020 bereits erstmals zusammen getreten. Ich werde diesmal als Review Vice Chair dabei sein, das heißt, ich Sorge mit dafür, dass die aufwendigen Reviews der eingereichten Papers ordnungsgemäß durchgeführt werden. Bis Anfang Oktober 2019 können wieder Abstracts für 2020 eingereicht werden, dann beginnt der Reviewprozess. 



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



Mehr zum Thema: www.aeroreport.de



Autorin:
Eleonore Fähling gehört seit 2014 zum Redaktionsteam des **AEROREPORT** und ist seit 1999 verantwortlich für die MTU-Mitarbeiterzeitung. Zu ihren luftfahrtjournalistischen Schwerpunkten gehören Luftfahrtgeschichte und Branchenthemen.

Retter in der Not — Verunglückte Bergwanderer in den Alpen werden mit Hilfe der Rettungswinde von Einsatzkräften der Polizeihubschrauberstaffel Bayern und der Bergwacht aus ihrer gefährlichen Lage befreit und in Sicherheit gebracht.

Suche und Fahndung aus der Luft

Die Einsatzkräfte der Polizei verlassen sich zu hundert Prozent auf ihr Gerät: Hubschrauber vom Typ H135 / EC135 mit leistungsstarken und robusten PW200-Triebwerken.

Autor: Nicole Geffert

Nichts geht mehr. Beim Aufstieg zum Gipfel der Zugspitze, Deutschlands höchstem Berg, macht der Wanderer schlapp. Seine Kräfte hat er überschätzt. An einer steilen Passage gibt er auf. Das Mobiltelefon signalisiert: kein Empfang. Seine Familie, die zuhause auf ein Lebenszeichen von ihm wartet, meldet ihn später als vermisst.

Die Suche nach ihm erfolgt aus der Luft. Ein Airbus Helicopters H135 der Polizeihubschrauberstaffel Bayern startet am Flughafen München, wo die Staffel stationiert ist. An Bord sind neben dem Piloten und dem Flugtechniker auch zwei Rettungskräfte

der Bergwacht. Die erfahrene Crew entdeckt den Vermissten am Rande eines Schneefelds. Mit einer Seilwinde, die der Flugtechniker bedient, wird einer der Bergretter herunter gelassen. Der Wanderer ist zum Glück nicht verletzt, nur erschöpft. Wäre er schwer verletzt, würden die Einsatzkräfte sofort die Rettungsleitstelle informieren, um einen Rettungshubschrauber mit Notarzt anzufordern. So aber kann der Mann mit der Seilwinde an Bord gezogen, versorgt und abtransportiert werden.

Peter Hauschild, seit 2008 Technischer Betriebsleiter bei der Bereitschaftspolizei Hubschrauberstaffel Bayern, liest am nächs-



ten Morgen den Einsatzbericht. Er und sein Team – insgesamt 14 Mitarbeiter für Zelle, Triebwerk und Avionik – kümmern sich in dem vom Luftfahrtbundesamt (LBA) zertifizierten Instandhaltungsbetrieb in Hangar 3 um die acht H135 und 16 Triebwerke vom Typ PW200 der Staffel.

„Das ist für den Wanderer nochmal gut ausgegangen“, sagt Hauschild. Er kennt auch kritischere Einsätze, etwa bei Gewitter mit Hagelschlag, schlechter Sicht wegen Nebels oder wenn der Hubschrauber auf einem abschüssigen Schotterbett aus Sand, Kies und Steinen landen und starten muss. „Dann ist nicht ausgeschlossen, dass Fremdkörper ins Triebwerk geraten und Schäden zum Beispiel an den Verdichterschaufeln verursachen“, sagt er. Da die Staffel mitunter abseits von Pisten landen muss, wurden die PW200-Triebwerke zum Schutz vor Erosion mit einem Inlet Barrier Filter, einem Sandfilter, ausgerüstet.

Mit der Wärmebildkamera Glutnester aufspüren

Einsätze im alpinen Gelände stehen nicht auf dem Arbeitsplan von Marvin Gereke, seit 2017 Technischer Betriebsleiter der Polizeihubschrauberstaffel Niedersachsen, stationiert am Flughafen Hannover-Langenhagen. Dafür meistern er und seine Kollegen am Boden und in der Luft andere Herausforderungen. Als 2018 ein Moorbrand auf einem Bundeswehrgelände bei Meppen unter Kontrolle gebracht und gelöscht werden muss, sind die EC135 P2 mit PW200-Antrieb in der Luft, um Glutnester auf dem weitläufigen Gelände aufzuspüren und damit die Arbeit der Feuerwehren zu unterstützen.

„Die Hubschrauber werden dafür außen mit einer kreiselstabilisierenden Wärmebildkamera ausgestattet, dem Electro Optical System, kurz EOS genannt“, erklärt Gereke. Ein EOS-Operator an Bord bedient das komplexe Gerät. Während der Pilot für die

Steuerung des Hubschraubers sowie für die Kommunikation mit der Flugsicherung zuständig ist, ist der Flugtechniker neben ihm im Cockpit der polizeiliche Einsatzleiter an Bord. Dieser kümmert sich um die Navigation, den Funk mit anderen Polizeikräften und koordiniert die Zusammenarbeit zwischen Bodenkraften, EOS-Operator und Piloten.

Gereke und sein Team sorgen dafür, dass die zwei EC135 P2 und die zwei McDonnell Douglas (MD) 902 Explorer, alle mit PW200 an Bord, am Standort Hannover 24 Stunden am Tag und sieben Tage die Woche einsatzbereit sind – für Vermisstensuchen, Fahndungen, Aufklärungen, Unterstützung bei Großveranstaltungen oder Trainings- und Fortbildungsflügen. In dem vom LBA zertifizierten Instandsetzungsbetrieb leisten sie Wartungsarbeiten auch am Triebwerk, etwa Reparaturen oder den Austausch von Teilen wie das Wechseln der Treibstoffeinspritzdüsen.

Müssen die PW200-Triebwerke komplett überholt werden, vertrauen die Polizeihubschrauberstaffeln Niedersachsen und Bayern ihre Antriebe dem Pratt & Whitney Canada Customer Service Centre Europe, kurz CSC, in Ludwigsfelde an – dem gemeinsamen Unternehmen der MTU Maintenance Berlin-Brandenburg und Pratt & Whitney Canada.

Gewachsene Zusammenarbeit über 20 Jahre

„Wir wissen, dass für unsere Kunden mit Polizei- und Spezial-einsatz die Verfügbarkeit der Hubschrauber und die Einsatzbereitschaft rund um die Uhr von größter Bedeutung sind“, sagt Ismael Rhissa Zakary, seit 1. Juli 2019 der neue Managing

Director des CSC. „Wir entwickeln für sie maßgeschneiderte, umfassende Langzeit-Serviceleistungen, die nicht nur Wartung und Überholung, sondern auch schnellen On-wing Service und die Unterstützung mit Ersatztriebwerken für eine schnelle Wiederinbetriebnahme umfassen. Die Polizei in Bayern und die Polizei in Niedersachsen sind langjährige Kunden unseres Flottenmanagement-Serviceprogramms.“

Zum Teil bestehen die Verträge seit Ende der 1990er Jahre. „Das ist eine gewachsene Zusammenarbeit über 20 Jahre hinweg“, sagt Dr. Philipp Schumacher, Programmmanager Flottenmanagement beim CSC: „Wir setzen alle Triebwerke der Länderpolizeien in Deutschland, die Hubschrauber mit PW200 an Bord betreiben, zuverlässig instand. Während des G7-Gipfels 2015 in Bayern beispielsweise haben wir wichtige Ersatzteile und Triebwerke in der Nähe des Einsatzortes der Polizei bereitgestellt.“

Beim CSC werden die PW200-Triebwerke generalüberholt, das heißt komplett zerlegt und instandgesetzt. Triebwerke sind rund 500 Flugstunden im Jahr im Einsatz. Nach rund 4.000 Flugstunden steht eine Grundüberholung an, also schätzungsweise alle acht Jahre. „Wir sind extrem zufrieden mit dem Service und dem PW200“, so Hauschild, „Es ist robust, leistungsstark und zuverlässig.“ Bei aller Begeisterung für die Maschinen und die Technik: „Das Schönste an unserem Job ist der Dienst am Menschen“, sind sich Gereke und Hauschild einig. Es sei stets ein gutes Gefühl, wenn etwa ein Vermisster unversehrt gefunden wird – sei es ein Kind, ein verwirrter Mensch oder eben ein Wanderer in den Bergen. 

3 Fragen an Ismael Rhissa Zakary, Geschäftsführer des Pratt & Whitney Canada Customer Service Centre Europe (CSC)

Was sind die Hauptaufgaben des CSC?

Unsere Hauptaufgabe ist es, unseren Kunden on- und offwing Lösungen anzubieten, um ihre Flugzeuge in die Luft zu bringen. Wir bieten durch unsere mobilen Reparaturteams, zu dem auch das MTU MRT-Team gehört, AOG-Service in 120 verschiedenen Ländern in Europa, Afrika und dem Mittleren Osten an.

Das CSC wurde 1992 gegründet und konnte vor nicht allzu langer Zeit seinen 25. Geburtstag feiern. Was denken Sie, war der bisher größte Erfolg des Unternehmens?

Wir haben treue Kunden in mehr als 120 Ländern, die immer wieder unseren Service in Anspruch nehmen. Diese Treue zeigt, dass wir einen guten Job machen. Wir haben ein solides Unternehmen mit einer guten Arbeitsatmosphäre geschaffen, in dem Mitarbei-

ter aus verschiedenen Ländern als Team zusammen arbeiten. Mein Augenmerk liegt darauf, diese Atmosphäre noch besser zu machen, so dass wir Talente behalten und neue anziehen. Ich bin überzeugt, dass wir mit diesem Team weiter wachsen und unsere Kunden begeistern werden.

Sie haben in zehn verschiedenen Ländern gelebt und mit Teams unterschiedlicher Kulturen gearbeitet. Gibt es irgendetwas, dass Sie bei der Arbeit in Deutschland besonders finden?

Vielleicht, dass ein hohes Maß an Klarheit und Leitung sehr gerne angenommen wird. Vor allem habe ich aber bemerkt, dass es eine sehr starke Luftfahrtkultur in Deutschland gibt. Die Menschen setzen sich leidenschaftlich für Qualität ein und nehmen Sicherheit sehr ernst.



Polizeihubschrauberstaffel Bayern

Zur Polizeihubschrauberstaffel Bayern gehören insgesamt acht Hubschrauber des Typs Airbus Helicopters H135 mit PW200-Triebwerken. Die Staffel wurde 1970 aufgestellt und hat ihren Sitz am Flughafen München. In der Außenstelle Roth sind drei Hubschrauber stationiert. Die Staffel ist eng mit dem Rettungsdienst und Katastrophenschutz verbunden. Als einzige Hubschrauberstaffel der Landespolizeien leistet sie die Suche nach Vermissten im alpinen Gelände, die Bergrettung sowie Notfalltransporte, auch zur Nachtzeit. Zur Ausstattung gehören unter anderem eine Seilwinde mit einem 50 Meter langen Stahlseil und 230 Kilo Tragkraft, ein Suchgerät zum Auffinden von in Lawinen verschütteten Menschen sowie ein Doppellasthaken für Außenlasttransporte inklusive Außenlöschbehältern, die bei Waldbränden an schwer zugänglichen Orten zum Einsatz kommen. Die Staffel ersetzte ab 2010 alle Eurocopter EC135 P2 durch inzwischen acht H135 (ehemals EC135 P3) mit erhöhtem Abfluggewicht und größerer Reichweite. 2018 absolvierte die Staffel 2.925 Einsätze, davon 953 nachts. 2020 feiert sie ihr 50-jähriges Bestehen.



Polizeihubschrauberstaffel Niedersachsen

Die Polizeihubschrauberstaffel der Polizei Niedersachsen nahm 1971 ihren Betrieb am Flughafen Hannover-Langenhagen auf. Die Teilstaffel in Rastede wurde knapp vier Jahre später gegründet. Aktuell sind zwei Hubschrauber des Typs EC135 P2, angeschafft im Jahr 2015, und zwei des Musters MD 902 Explorer im Einsatz – alle mit PW200-Triebwerken ausgestattet. Die Maschinen in Langenhagen sind 24 Stunden am Tag einsatzbereit. Der Hubschrauber in Rastede startet und landet in der Regel täglich von 6 bis 22 Uhr. 2017 absolvierte die Staffel mehr als 1.600 Einsätze mit über 1.150 Flugstunden.



Kirsten Böning — Erste Helikopter-
pilotin der Polizei Niedersachsens.



Luftfahrtabteilung Niederländische Polizei

Die Luftfahrtabteilung der Niederländischen Polizei betreibt unter anderem sechs Hubschrauber vom Typ EC135 P2. Seit 2009 leisteten die PW200-Triebwerke der EC135 P2-Flotte insgesamt rund 70.000 Betriebsstunden.

Die Hubschrauber sind vor allem zur Unterstützung bei der Prävention von schwerwiegenden Straftaten und bei der Suche nach vermissten Personen im Einsatz.

Die PW200-Triebwerke werden von der Instandhaltungsabteilung der niederländischen Polizei gewartet und vom Pratt & Whitney Canada Customer Service Center Europe (CSC) bei der MTU Maintenance Berlin-Brandenburg repariert und überholt.

„In den vergangenen zehn Jahren hat das PW200 hervorragende Leistungsdaten gezeigt und eine hohe Zuverlässigkeit bewiesen“, sagt Ronald Uittenbogaard, Technischer Leiter des Teams Luftfahrt-Ingenieurwesen bei der niederländischen Polizei.



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.





Chinas Regionalmarkt hebt ab

In China entwickelt sich eine große Nachfrage für Flüge zwischen Sekundärzielen. China Express Airlines ist ein aufstrebender Anbieter, der vom On-site-Angebot der MTU profitiert.

Autor: Andreas Spaeth



Flotte _____ *China Express Airlines betreibt die Flugzeugmuster Airbus A320 und Bombardier CRJ900.*

Große Klasse _____ *Die MTU Maintenance sprang kurzfristig ein, als zwei CF34-Triebwerke wegen Beschädigungen aus dem Flugbetrieb ungeplant in die Instandsetzung kommen mussten.*



Wachstum _____ *Gerade im aufstrebenden chinesischen Luftverkehrsmarkt stecken für den Regionalverkehr große Chancen.*



Seit April 2019 fliegt die erste private chinesische Regionalfluggesellschaft von der Zehn-Millionen-Metropole Zhengzhou, Hauptstadt der Henan-Provinz, nach Mandalay in Myanmar, einem beliebten Urlaubsziel. „China Express Airlines setzt auf Nischenmärkte. Der Bedarf dafür in China ist riesig, weil Fliegen noch ein Novum, aber extrem im Kommen ist“, sagt Daniel Hummel von der MTU Maintenance Berlin-Brandenburg in Ludwigsfelde.

Hummel ist zuständig für den Sales Support für MRO-Leistungen an CF34-Triebwerken, die verschiedene Regionaljet-Muster antreiben. Aus Brandenburg heraus betreut Hummel mit einem Team auch den On-site Service in China. Vor Ort wird er unterstützt durch einen chinesischen Kollegen von der MTU Maintenance Zhuhai, ein erfolgreiches Joint Venture der MTU mit China Southern Airlines, einer der größten Fluggesellschaften des Landes.

Visitenkarte abgegeben

Jüngst konnten Daniel Hummel und sein Team mit tatkräftiger Unterstützung der MTU Maintenance Zhuhai China Express Airlines aus einer Klemme helfen und damit eindrucksvoll ihre „Visitenkarte abgeben“, wie Hummel es nennt. Denn bisher war die chinesische Regionalfluggesellschaft kein regelmäßiger MTU-Kunde, sondern ließ ihre Triebwerke von einem japanischen Wettbewerber instand halten. „Aber es gibt überhaupt nur sechs Shops weltweit, in denen das CF34 instandgesetzt werden kann, und die arbeiten wie die gesamte MRO-Branche am Anschlag“, weiß Daniel Hummel. „Wir sind eingesprungen, als sich zwei ihrer CF34 einem sogenannten UER (Unscheduled Engine Removal) unterziehen mussten, nachdem es im Flugbetrieb zu Beschädigungen gekommen war.“

Der On-site Service mit aus Deutschland angereisten MTU-Experten, unterstützt vom Standort in Zhuhai, konnte Abhilfe schaffen. Vor Ort wurden im Oktober 2018 jeweils die Module der Hochdruckturbinen ausgebaut, per Luftfracht nach Berlin geschickt und dort fachgerecht instandgesetzt. Das Werk Ludwigsfelde ist auf CF34-Motoren spezialisiert. „Der Komponentenversand ermöglichte weitaus niedrigere Reparaturkosten im Vergleich zum Verschicken kompletter Triebwerke“, sagt Hummel. Während die Arbeiten technisch für die MTU zur Routine gehörten, war die Bürokratie in China ungewohnt. „Um die Genehmigungen für das Arbeiten vor Ort zu erhalten, müssen viele Schnittstellen eingebunden werden, manchmal dauert das Monate. Auch unsere für die Arbeiten in China nötigen Werkzeuge mussten zweieinhalb Wochen beim Zoll auf die Einfuhrgenehmigung warten“, erinnert sich der MTU-Manager.

Aber er ist überzeugt, dass sich die Mühe lohnt. „Unsere Kollegen aus Zhuhai sind hervorragende Übersetzer und Türöffner in China. Dort sind alle in der Luftfahrtbranche Absolventen von nur vier Universitäten und haben daher ein sehr gutes Netzwerk



**14 Millionen
Sitze/Woche
Inlandsflugmarkt**



**7x mehr
Inlandsflüge als
Grenzüberschreitende**



**+14 %
Wachstum im
intern. Flugverkehr**

untereinander“, berichtet Hummel. Die MTU Maintenance Zhuhai ist unter anderem spezialisiert auf CFM56-Triebwerke der Airbus A320-Familie, die China Express Airlines ebenfalls betreibt. Hier ergeben sich mögliche weitere Geschäftsfelder.

Wachstum abseits der Hauptrouten

Gerade der Verkehr zwischen Flughäfen abseits der Hauptrouten, wie ihn China Express anbietet, verspricht enormes Wachstum. Bereits heute ist China hinter Indien weltweit der zweitgrößte Inlandsflugmarkt, beinahe dreimal so groß wie jener der USA. Derzeit gibt es nach Angaben der Beratungsfirma CAPA in China mit 14 Millionen Sitzen pro Woche siebenmal mehr Kapazität auf Inlandsflügen als auf grenzüberschreitenden Verbindungen. Allerdings wächst der internationale Verkehr noch viel schneller, um 14 Prozent im vergangenen Jahr, innerhalb der letzten fünf Jahre gab es eine Verdopplung.

Da die großen internationalen Drehkreuz-Flughäfen im Reich der Mitte oft überfüllt sind, entwickelt sich zügig ein dynamischer Markt zwischen Sekundärstädten, von denen es so viele wie in keinem anderen Land gibt. China hatte bereits bei der letzten Volkszählung 2010 insgesamt 85 Städte mit mehr als einer Million Einwohner. „Das Land ist ein großartiger Markt mit vielen Chancen für Wachstum im regionalen Flugverkehr“, sagt Professor Li Guijin vom chinesischen Civil Aviation Management Institute. „Kleinere regionale Gesellschaften sollten mit großen Airlines kooperieren, die Zusammenarbeit zwischen Air China und China Express ist ein positives Beispiel“, lobt Professor Li Guijin.

Und Daniel Hummel ist überzeugt, dass die MTU vor allem bei privaten Fluggesellschaften wie China Express eine gute Ausgangsposition hat. „Wir konnten dort ein maßgeschneidertes, flexibles Angebot vorlegen. Gute Kommunikation öffnet viele Türen.“ ✈️



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.

Auf Augenhöhe

Uwe Böhm, Leiter Einkauf bei der MTU Aero Engines, über den Lieferantenmarkt im Triebwerksbau und seine Besonderheiten.

Autorin: Eleonore Fähling





Uwe Böhm — Der diplomierte Werkstoffwissenschaftler
Uwe Böhm leitet Einkauf und Logistik bei der MTU Aero Engines.

Seit Anfang 2019 leitet Uwe Böhm Einkauf und Logistik bei der MTU Aero Engines. Die Perspektive seiner internen „Kunden“ lernte er unter anderem in den drei Jahren davor als Programmleiter für Antriebe militärischer Transportflugzeuge kennen. Zuvor sammelte er 13 Jahre lang Einkaufserfahrung als Team- und später Abteilungsleiter. Seine Berufslaufbahn bei der MTU begann der gebürtige Bayreuther 1994 als Qualitätssicherungsingenieur für Zulieferungen, unmittelbar nach seinem Diplom in Werkstoffwissenschaften an der renommierten Friedrich-Alexander-Universität Erlangen.

Herr Böhm, wie viele Lieferanten arbeiten weltweit für die MTU? Und wo?

Im Bereich Produktionsmaterial für unsere Triebwerkskomponenten sind das etwa 500 Lieferanten. Bei einzelnen Komponenten variiert die Anzahl stark: Bei einigen gibt es nur ganz wenige Spezialisten weltweit, die die von uns geforderte Leistung in der für die Luftfahrt notwendigen Qualität liefern können. Bei weniger anspruchsvollen Bauteilen, etwa einfachen Standardteilen, sind es natürlich mehr. Wir arbeiten mit Unternehmen in der ganzen Welt zusammen, schwerpunktmäßig jedoch in Nordamerika, Europa und im Nahen Osten, aber auch in Mexiko und in Asien.

Was sind das für Unternehmen?

Die Bandbreite reicht vom hoch spezialisierten Mittelständler in Familienbesitz mit wenigen Millionen Euro Jahresumsatz bis zu Firmengruppen, die deutlich größer sind als die MTU. Der Schwerpunkt in den USA und dort an der Ostküste ist dadurch entstanden, dass sich auf Triebwerksbau spezialisierte Unternehmen in der Nähe der OEMs GE Aviation und Pratt & Whitney angesiedelt haben. Da ist alles vertreten, vom Tüftler, der sich Land kauft und eine Fertigungswerkstatt draufstellt, bis zum ebenfalls hoch spezialisierten Konzern.

Wie viele Lieferanten für bestimmte Produktgruppen gibt es weltweit?

Im Triebwerksbau sind das sehr wenige, das hängt mit der hohen Komplexität unserer Bauteile und vor allem mit den hohen Sicherheitsanforderungen der Luftfahrt zusammen.

Was muss denn ein Zulieferer für die Luftfahrtindustrie können?

Er muss zunächst einmal alle in der Luftfahrt erforderlichen Zulassungen haben. Sie zu bekommen kann bis zu zwei Jahre dauern. Und wenn ein Unternehmen der Luftfahrtbranche seine Kapazitäten erweitert, dann müssen die neuen Anlagen ebenfalls erst zugelassen werden, bevor dort Bauteile für die Luftfahrt hergestellt werden dürfen. Deshalb kann die Produktionsrate auch nicht immer so einfach gesteigert werden. Zudem müssen Luftfahrtzulieferer extrem hohe Qualitätsstandards und regelmäßige Überprüfung gewährleisten. Ein Punkt ist besonders wichtig: die Fähigkeit und Bereitschaft, laufend in Technologieentwicklung zu investieren. Unsere Zulieferer wissen, dass sie ständig auf diesem hohen Niveau weiterentwickeln müssen. Und schließlich müssen unsere Lieferanten zu wettbewerbsfähigen Kosten produzieren können.

Wie stellen Sie sicher, dass die Lieferanten dauerhaft in entsprechender Qualität liefern?

„Quality First“ ist unsere oberste Maxime. Wir wählen geeignete Zulieferer immer in enger Zusammenarbeit mit den bei uns betroffenen Fachabteilungen aus, in interdisziplinären Teams. Wir führen vor Ort Audits durch und haben feste Repräsentanten bei Schlüssellieferanten in den USA und in Asien. Aber vor allem arbeiten wir mit unseren Lieferanten partnerschaftlich auf Augenhöhe zusammen, das ist vielleicht das Besondere bei der MTU. Und das hat sich über Jahre hinweg bewährt.

Als sich der Start des Militärtransporters A400M verzögerte, gerieten einige kleinere Zulieferer in finanzielle Schwierigkeiten, so dass Airbus sie retten musste. Wäre das auch bei der MTU denkbar?

Denkbar wäre es natürlich, aber mit unserem aktiven Lieferantenrisikomanagement verhindern wir eine solche Situation im Vorfeld – das ist bis jetzt auch immer sehr gut gelungen.

Was passiert, wenn ein Lieferant nicht mehr liefern kann?

Wir sind in einem solchen Fall schnell mit einer Art Kriseninterventionsteam vor Ort, analysieren gemeinsam die Ursachen und erarbeiten zusammen Lösungen. Auch hier gilt: Partnerschaft auf Augenhöhe, im gemeinsamen Interesse. Bei kritischen Bauteilen verlassen wir uns zudem nicht auf einen einzelnen Lieferanten, sondern haben in der Regel zwei oder mehr Quellen.

Seit 20 Jahren wächst der Luftfahrtmarkt ununterbrochen und damit der Bedarf an Flugzeugen. Die Kapazitäten der Luftfahrtindustrie sind immer schrittweise angepasst worden. Reicht das noch aus?

Ein Hochlauf wie derzeit ist so in der Luftfahrtgeschichte noch nicht dagewesen. Nur mit Optimierung der heutigen Kapazitäten ist das nicht mehr zu meistern, das ist richtig. Die gesamte Supply Chain der Luftfahrtindustrie muss massiv investieren,

um den Aufwuchs zu bewältigen. Ein weiterer Schlüssel zum Erfolg sind bei uns integrierte Produktentwicklungs-Teams, in denen Lieferanten und die Entwickler und Konstrukteure der MTU Hand in Hand die Herstellbarkeit der Bauteile verbessern.

Die Lieferanten der Flugzeughersteller, dazu zählen ja auch die Triebwerkshersteller, müssten sich doch freuen, wenn Airbus die monatliche Lieferrate der A320 auf 70 Flugzeuge erhöht. Was ist das Problem?

Die Kapazitätssituation auf dem Lieferantenmarkt ist extrem angespannt, besonders bei Hightech-Bauteilen wie zum Beispiel einkristallinen Turbinenschaufeln. Da greifen alle Hersteller auf die gleichen, wenigen Lieferanten zu. Die Lieferzeiten für bestimmte Schmiedeteile haben sich in den letzten Jahren nahezu verdoppelt. Bei vielen unserer Zulieferungen haben wir Wiederbeschaffungszeiten von mehr als einem Jahr. Das bedeutet: Es gibt wenig Spielräume für kurzfristige Änderungen. Natürlich haben wir auch hier Konzepte wie zum Beispiel Konsignationslager bei Lieferanten, um die Flexibilität zu erhöhen. Das sind Lager, in denen fertige Bauteile liegen, bis sie von uns abgerufen werden. Das verschafft einen gewissen Puffer. Auch stabile Vorhersagen der benötigten Mengen in den nächsten Jahren helfen, Engpässe in der Zukunft zu vermeiden.

Dazu kommt: Wir und unsere Lieferanten müssen jetzt auch schon technologisch den nächsten Schritt machen, denn die Bauteile für die Pratt & Whitney GTF™ Triebwerksfamilie, etwa für die schnelllaufende Niederdruckturbinen, sind wesentlich komplexer als die für frühere Triebwerke wie das V2500. Da war auch der Serienhochlauf längst nicht so steil.

Die MTU investiert in den nächsten Jahren rund eine Milliarde Euro in den Ausbau bestehender und den Aufbau neuer Standorte. Ist Insourcing die Lösung?

Hier geht es gar nicht um Insourcing, sondern um organisches Wachstum der MTU. Der Mix aus Eigen- und Fremdfertigung wird in einer gemeinsamen Fertigungsstrategie im Vorfeld festgelegt und geht in die Standortplanung ein. 



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



Mehr zum Thema: www.aeroreport.de



Autorin:

Eleonore Fähling gehört seit 2014 zum Redaktionsteam des AEROREPORT und ist seit 1999 verantwortlich für die MTU-Mitarbeiterzeitung. Zu ihren luftfahrtjournalistischen Schwerpunkten gehören Luftfahrtgeschichte und Branchenthemen.

Der digitale Dirigent

Kampffjets und militärische Transporter könnten ohne moderne Triebwerksregel- und Überwachungssysteme nicht abheben. Erst sie sorgen dafür, dass die Flugzeuge tun, was ihre Piloten wollen.

GROSSE RECHENLEISTUNG AUF KLEINSTEM RAUM

Die Computertechnik muss dabei so kompakt und gleichzeitig so ausfallsicher wie möglich konstruiert werden.



01

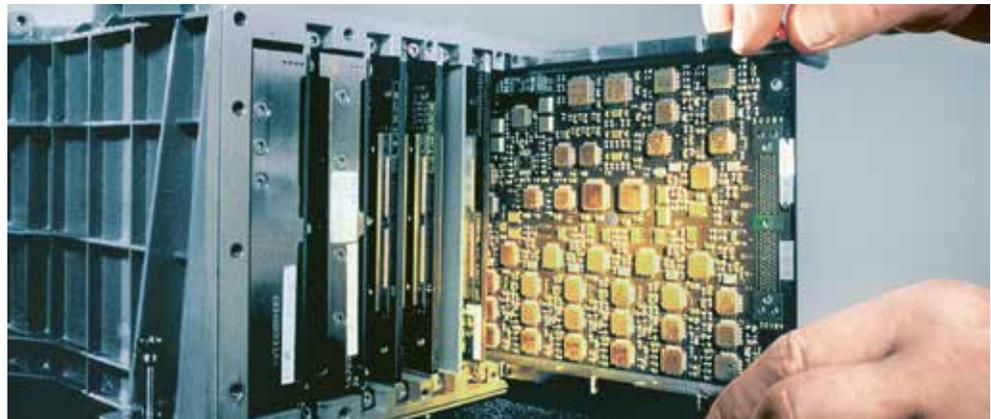


02



03

Ob für Helikopter (01: Kampfhubschrauber Tiger), Frachtmaschinen (02: Transporter Airbus A400M) oder Kampffjets (03: Eurofighter) – MTU hat bereits Regel- und Überwachungssysteme für Triebwerke der verschiedensten militärischen Luftfahrzeuge entwickelt.



Das Triebwerksregel- und Überwachungssystem sorgt dafür, dass der Pilot eines Kampffjets stets genau das bekommt, was er will: Schub. Und zwar exakt so dosiert, wie er es durch die Stellung seines Schubhebels vorgibt: Mal viel, wie beim Start oder in einem Luftkampf, dann wieder weniger, wie bei einer Überwachungsmission oder der Landung. „Man kann sich das Regel- und Überwachungssystem so vorstellen wie das Gehirn eines Triebwerks, in dem alle Informationen zusammenlaufen und ausgewertet werden. Mit diesem Wissen sorgt es dafür, dass die Maschine sicher und nach dem Wunsch des Piloten betrieben werden kann“, sagt Christian Rausch, Leiter Systemauslegung und Geräte bei der MTU Aero Engines in München. Dazu misst die im Englischen auch Engine Control and Monitoring System (ECMS) genannte Komponente kontinuierlich Temperaturen, Drehzahlen und Drücke und verstellt Durchflussmengen von Treibstoffpumpen und Geometrien von Leitschaufeln oder öffnet und schließt Düsenflächen an den Triebwerken.

Sichere Komponente, sicherer Betrieb

Eine weitere wichtige Aufgabe des Regel- und Überwachungssystems: Auf Grundlage der Daten aus dem Triebwerk berechnet es die Restlebensdauer des Triebwerks und seiner Komponenten. So kann die Instandhaltung oder der Austausch von Bauteilen von der Bodencrew besser geplant werden. Treten Beschädigungen des Triebwerks oder Fehler während der Flugphase auf, etwa widersprüchliche Sensordaten, kann das Überwachungssystem aus Sicherheitsgründen auch den Betriebsbereich der Maschine einschränken.

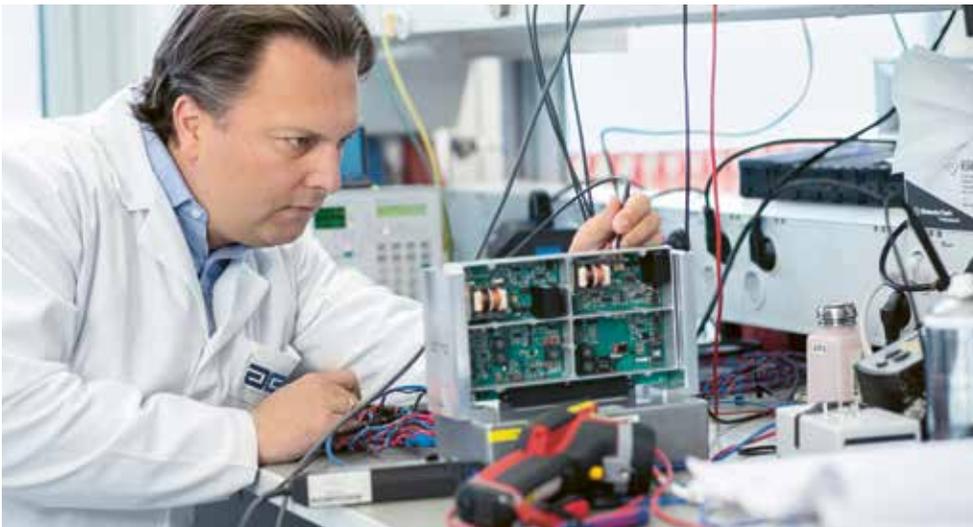
Dann bekommt der Pilot etwa angezeigt, dass er nicht mehr die volle Leistung und Dynamik bekommt. Wegen seiner sicherheitskritischen Funktion ist das ECMS so konstruiert und programmiert, dass es selbst extrem zuverlässig ist. „Die Bauteile gehen zudem auch erst nach vorgeschriebenen sehr aufwändigen und strengen Tests an den Kunden heraus“, sagt Rausch.

Vier Jahrzehnte Erfahrung

Die Kompetenz der MTU in der Auslegung und im Bau der komplexen Komponente ist groß: In den vergangenen vier Jahrzehnten entwickelten die Ingenieure an Triebwerksregel- und Überwachungssystemen für das Tornado-Triebwerk RB199, das Eurofighter-Triebwerk EJ200, das TP400-D6 für den Airbus A400M und den Tiger-Antrieb MTR390. Auch für die Next European Fighter Engine (NEFE), den Antrieb des neuen europäischen Kampffjets, welcher federführend von MTU und dem französischen Luftfahrtkonzern Safran entwickelt wird, arbeiten Rausch und seine Kollegen an einem neuen Konzept für die Regel- und Überwachungseinheit. Aufgrund zunehmend komplexerer Sensorik und Aktuatorik am Triebwerk wird es erforderlich sein, die zentrale Recheneinheit zukünftig durch verteilte, intelligente Systeme zu ersetzen. „An den Technologien dafür arbeiten wir bereits heute“, sagt Rausch.



Labor — Die fertigen Elektronikkomponenten werden zunächst eingehend im Labor vermessen.



Fehlerfreie Funktion

— Erst wenn hier alles einwandfrei ist und die Technik in aufwendigen Tests und Simulation eine fehlerfreie Funktion gezeigt hat, wird sie an die Kunden ausgeliefert.



„Man kann sich das Regel- und Überwachungssystem so vorstellen wie das Gehirn eines Triebwerks, in dem alle Informationen zusammenlaufen und ausgewertet werden.“

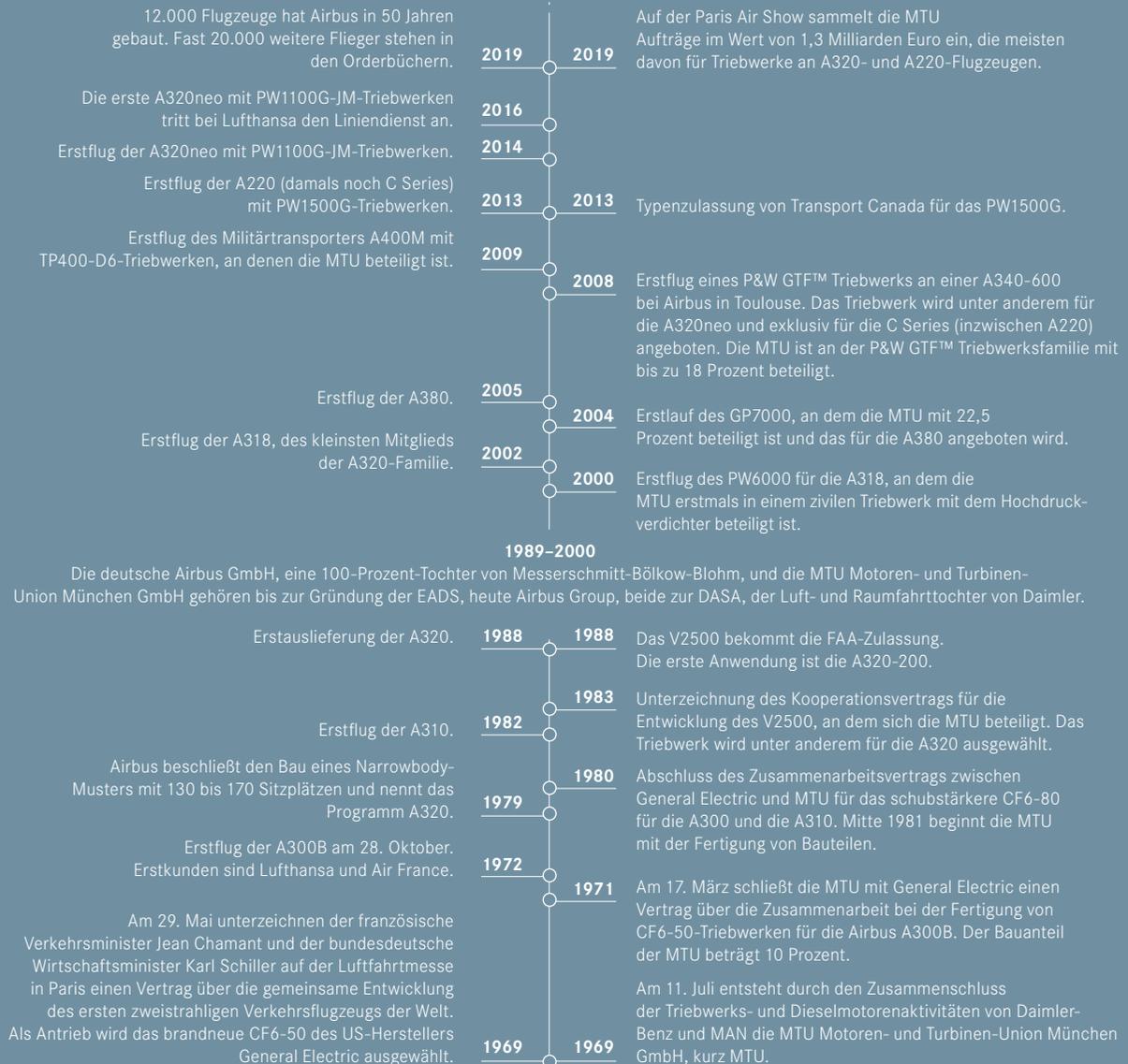
Christian Rausch, Leiter Systemauslegung und Geräte bei der MTU Aero Engines in München

50 Jahre Airbus und MTU

Meilensteine zweier erfolgreicher Unternehmen

In diesem Jahr feiert der Flugzeughersteller Airbus sein 50-jähriges Bestehen. Airbus und die MTU Aero Engines haben gemeinsam die Luftfahrtentwicklung geprägt. Hier einige Meilensteine ihrer gemeinsamen Geschichte:

AIRBUS



Die 9 Freiheiten der Luft

Über den Wolken erscheint die Freiheit oft grenzenlos. Doch der grenzüberschreitende Luftverkehr wird genauestens geregelt.

Fliegen ins Ausland ist mittlerweile zu einer Selbstverständlichkeit geworden. Doch damit Fluggesellschaften auch in die Hoheitsgebiete anderer Staaten einfliegen können, bedarf es internationaler Regelungen. Die erste internationale verbindliche Form von Luftrechten geht auf das „Chicagoer Abkommen“ im Jahr 1944 zurück, bei der die „Convention on International Civil Aviation“ verabschiedet wurde. Deren erster Artikel

besagt, dass jeder Staat die volle und ausschließliche Lufthoheit über seinem Hoheitsgebiet besitzt. Wenn nun aber eine Fluggesellschaft von ihrem Heimatstaat aus einen Dienst in ein anderes Land anbieten möchte, bedarf es weiteren Genehmigungen der betroffenen ausländischen Staaten. Um in solchen Fällen einen problemlosen internationalen Luftverkehr zu gewährleisten, gibt es die 9 sogenannten „Freiheiten der Luft“:



Freiheit 01 Die Fluggesellschaft darf vom Heimatstaat aus ein fremdes Land überfliegen, ohne dort zu landen.

Freiheit 04 Die Fluggesellschaft hat das Recht, Passagiere oder Fracht vom Ausland zurück in den Heimatstaat zu transportieren.

Freiheit 07 Die Fluggesellschaft darf zwischen zwei fremden Staaten Fracht und Passagiere befördern, ohne den Heimatstaat zu berühren.

Freiheit 02 Die Fluggesellschaft darf in einem Drittstaat eine technische Zwischenlandung einlegen, ohne hieraus einen gewerblichen Nutzen zu ziehen.

Freiheit 05 Passagiere oder Fracht können zwischen zwei fremden Staaten befördert werden, wenn entweder der Startpunkt oder Endpunkt der Reise im Heimatstaat der Fluggesellschaft liegt.

Freiheit 08 Die Fluggesellschaft darf Passagiere oder Fracht innerhalb eines anderen Staates auf einem Flug befördern, der entweder im Heimatstaat begonnen hat oder dort enden wird.

Freiheit 03 Die Fluggesellschaft hat das Recht, von ihrem Heimatstaat aus, Passagiere oder Fracht ins Ausland zu transportieren.

Freiheit 06 Die Fluggesellschaft darf zwischen zwei fremden Staaten Fracht und Passagiere befördern, mit einer Zwischenlandung im Heimatstaat.

Freiheit 09 Die Fluggesellschaft darf Passagiere oder Fracht innerhalb eines anderen Staates befördern, ohne den Heimatstaat zu berühren.

AEROREPORT 02|19

Herausgeber

MTU Aero Engines AG
Eckhard Zanger
Leiter Unternehmenskommunikation
und Public Affairs

Redaktionsleitung

Dongyun Yang

Redaktion

Antje Endter
Eleonore Fähling
Patricia Hebling
Isabel Henrich

Anschrift

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

Autoren

Nicole Geffert, Martina Vollmuth, Monika Weiner,
Thorsten Rienth, Eleonore Fähling, Andreas Spaeth,
Denis Dilba, Johannes Angerer

Layout

SPARKS CONSULTING GmbH, München

Bildnachweis

Titel MTU Aero Engines
3 MTU Aero Engines
6_15 MTU Aero Engines
16_19 MTU Aero Engines, Shutterstock
20_23 MTU Aero Engines, DLR
24_27 MTU Aero Engines, ArianeGroup GmbH
28_31 MTU Aero Engines
32_35 Mohssen Assanimoghaddam/dpa,
MTU Aero Engines, Peter Kneffel/dpa,
Polizei Bayern, Luchtvaartpolitie,
Zentrale Polizeidirektion Niedersachsen
(Dezernat 01.3 – Öffentlichkeitsarbeit)
36_39 MTU Aero Engines, Shutterstock,
China Express Airlines, Tong Xian
40_43 MTU Aero Engines
44_45 MTU Aero Engines
46 MTU Aero Engines, Airbus
47 MTU Aero Engines, Shutterstock

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.



AEROREPORT

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