

MTU realisiert ein neues Montagekonzept für die Kleinserienmontage von Flugzeugtriebwerken

Tragende Rolle im Triebwerksbau

Fahrerlose Transportsysteme | Bei MTU Aero Engines in München werden Turbofan-Triebwerke für Airbus- und Boeing-Großflugzeuge produziert. Dem hochinteressanten Umfeld angemessen ist die dort eingesetzte intralogistische Lösung mit Fahrerlosen Transportsystemen.

Beachtet man die spezielle Montagelinie bei der MTU Aero Engines GmbH in München, ist man hin und hergerissen von der intralogistischen Lösung mit Fahrerlosen Transportsystemen (FTS) und dem Montageobjekt, speziell dem Endprodukt. Denn die Turbofan-Triebwerke der Typen GP7000 und GENx finden später mal ihren Einsatz im Airbus A380 (Megalinier) oder in der Boeing 787 (Dreamliner) und 747-8 in den Personen- und Frachtversionen. Nun werden die Triebwerke nicht komplett auf dieser Montagelinie gefertigt, dafür sind sie zu groß und komplex: Die fertigen Triebwerke haben einen Fandurchmesser von rd. 3 m bei einer Gesamtlänge von knapp 5 m und sorgen für eine Schubkraft von ca. 300 kN (Bild 1). Auf dieser Linie wird das Turbinenzwischengehäuse montiert, das die beiden Druckstufen ND und

HD verbindet. Dieses Modul wird Turbine Center Frame (TCF) genannt. Aber konzentrieren wir uns auf die Intralogistik.

Zurzeit werden jährlich ca. 100 Module für den Typ GP7000 und ca. 240 für den Typ GENx produziert, das sind sieben Module pro Woche, wozu 40 Arbeitsstunden benötigt werden, davon 35 auf der FTS-Linie.

Neues Montagekonzept für die Kleinserienmontage mit FTS

Anfang 2010 begann das Projektteam unter der Leitung von Elmar Stichtmair die Planungen der neuen Montagelinie (Bild 2). Aufgrund der relativ hohen Soll-Stückzahlen entschied man sich für ein neues Montagekonzept. Dieses beinhaltet eine automatisierte Taktlinie mit sieben Montagestationen und einer Vormontage. Um einen reibungslosen Montageprozess sicherzustellen, wurden umfangreiche Vorausset-

zungen geschaffen: Ein wichtiges Ziel war die Minimierung von Störungen in der Montage durch fehlerhafte Bauteile. Dazu wird die Kommissionierung von Mitarbeitern ausgeführt, die den gleichen Ausbildungsstand wie ihre Kollegen in der Montage haben – so können die Teile direkt beim Kommissionieren einer Vorprüfung unterzogen werden. Der benötigte Bauteilumfang wird auf den Montageplatz bezogen kommissioniert.

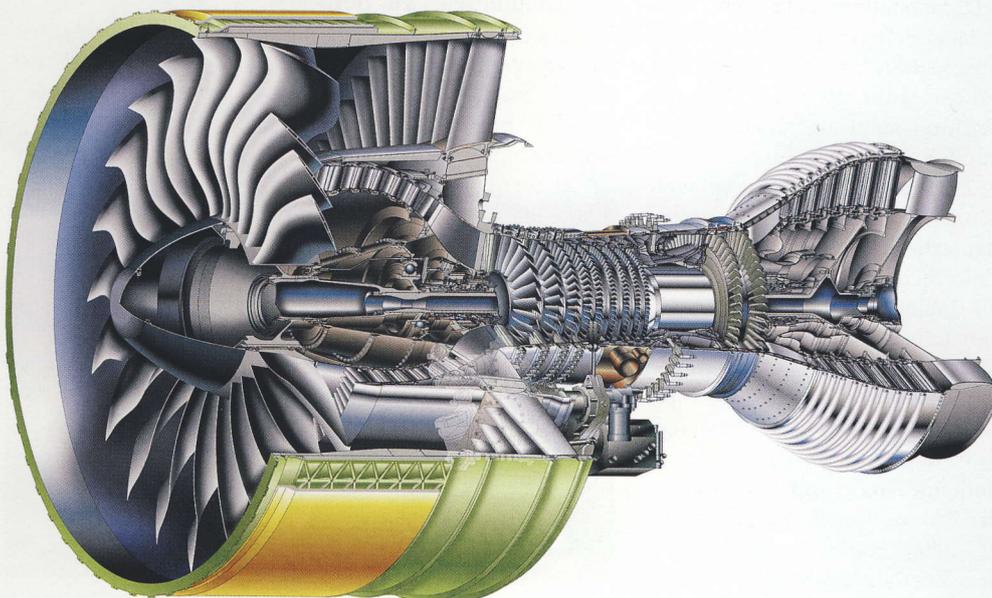
Gleichzeitig wollte man eine Zwangstaktung der gesamten Linie erreichen. Dazu war eine automatisierte Fördertechnik erforderlich. Nach umfangreichen Marktrecherchen und internen Gegenüberstellungen entschied man sich gegen konventionelle Fördertechnik (z.B. Kette, Rolle, Gurt, Plattenband, Skid-Förderer) und für ein FTS. Die wesentlichen Gründe, die in diesem Vergleich für das FTS sprachen, sind:

- platzsparende Bauweise
- beste Zugänglichkeit zum Montageobjekt
- Hohe Flexibilität des FTS für einen leichten Umbau der Montagelinie
- keine Aufbauten auf dem Boden, dadurch freie Wege und Flächen
- keine Kostennachteile gegenüber der konventionellen Fördertechnik

Bild 3 zeigt schematisch das Layout der realisierten Montagelinie. Nach einer Vormontage geht es in die eigentliche Linie mit sieben Montageplätzen. Die ersten drei und die hinteren vier Plätze sind jeweils zu einzelnen Kreisläufen

Bild 1 Teile des Turbofan-Triebwerks GP7000 (für Airbus A380) werden in München auf Fahrerlosen Transportfahrzeugen gebaut.

Bild: baisi.net



zusammengefasst. In diesen beiden Kreisläufen sind jeweils drei oder vier Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) im Einsatz, die dem Montagefortschritt entsprechend über unterschiedliche Aufnahmen verfügen. Insgesamt sind damit sieben FTF im System, also jeweils eins an jedem Montageplatz.

Nach der Vormontage werden die vormontierten Bauteile an die jeweiligen Stationen des ersten FTS-Kreislaufes angeliefert, in dem ein definierter Bauteilumfang montiert und in das Gehäuse eingebaut wird. Danach wird das Ganze auf das erste Fahrzeug des zweiten Kreislaufes (ab Montagestation 4) auf ein Universaltool umgesetzt, und die Montage wird an den verbleibenden vier Stationen des zweiten Kreislaufes fortgesetzt. Abschließend ist das Modul TCF fertig.

Eine komplexe Leitsteuerung für das FTS ist nicht notwendig

Für das FTS ist keine umfangreiche Leitsteuerung im klassischen Sinne erforderlich. Wichtig sind die Zwangstaktung, die Ausschleusmöglichkeit an jeder Montagestation sowie die Anlagenvisualisierung.

Die Taktzeit ist für eine getaktete Fließmontage mit fünf Stunden ungewöhnlich lang. An jeder Montagestation ist ein großer Monitor aufgehängt, an dem das Montagepersonal jederzeit ablesen kann, wie lange der Takt noch läuft und wie der Arbeitsfortschritt an jeder der sieben Stationen ist. Wenn es Störungen gibt, sind auch diese sofort auf allen Monitoren erkennbar. Dabei finden einfachste Darstellungen in den Ampelfarben Rot, Gelb und Grün Verwendung, so dass mit einem Blick erkennbar ist, ob

und ggf. wo es Probleme gibt. Durch diese Maßnahmen wurde eine extrem hohe Verlässlichkeit und Montagequalität erreicht.

Sollte es an einer Montagestation zu einem Qualitätsthema kommen, das nicht innerhalb von dreißig Minuten vor Ort lösbar ist, wird das FTF samt dem Modul im bis dato erreichten Bauzustand ausgeschleust und zu einer separaten „Clinic-Station“ verfahren, wo ein spezielles Team das Problem behebt.

Fahrerlose Transportfahrzeuge mit standardisierter Technik

Die sieben FTF sind vom Typ Variocart des FTS-Lieferanten dpm – Daum + Partner GmbH aus Aichstetten. Sie zeichnen sich durch kompromisslos standardisierte Technik sowie anspruchsvolles Design aus und bilden den Unterbau für die unterschiedlichen Aufbauten in den beiden Montagekreisläufen (Bild 4).

Im ersten Kreislauf wird der Aufbau für den Gaskanal des TCF verwendet (flow path hardware). Im zweiten Kreislauf schultern die FTF eine Gehäuseaufnahme, die den Einbau von Innenteilen sowie den Anbau von außen ermöglicht. Beide Aufbauten sind aus ergonomischen Gründen drehbar und verbleiben auf dem FTF, solange es keinen Grund gibt, die Zuordnung der Fahrzeuge zu den Kreisläufen zu ändern. Die Aufbauten waren übrigens nicht im Lieferumfang des FTS-Herstellers enthalten, sondern wurden vom MTU-Vorrichtungsbau angefertigt. Lediglich die mechanische und elektrische Schnittstelle wurde mit den dpm-Ingenieuren zusammen festgelegt. Die Fahrzeuge verfügen über batteriebetriebene Antriebe. Die Ladung der Bleisäure-Trak-



tionsbatterien erfolgt mit einem im Fahrzeug eingebauten Ladegerät. Dazu werden bei Bedarf die Fahrzeuge am Wochenende per Stromkabel an die Steckdose angeschlossen.

Das Sicherheitskonzept ist einfach, aber effektiv. Alle Fahrzeuge sind in Fahrtrichtung mit einem Sick-Laserscanner für den Personenschutz ausgestattet. Außer dem obligatorischen Notaus-Schlagtaster sowie den Blinkleuchten und den akustischen Signalen sind keine weiteren Sicherheitsmaßnahmen erforderlich, zumal die Fahrgeschwindigkeit mit 1/2 m/s moderat ist.

Das System hat sich bereits im täglichen Betrieb gut bewährt

Auch die Fahrzeugnavigation ist einfach und effektiv gelöst. Aufgrund des übersichtlichen Layouts der Fließlinien-Anlage reicht die optische Spurführung völlig aus. Auf dem Boden ist eine schwarze Leitspur aufgebracht, an der sich das FTF orientiert.

Bild 2 In der Montagelinie für Flugzeugtriebwerke setzt MTU ein neues FTS-Konzept ein. *Bild: dpm*

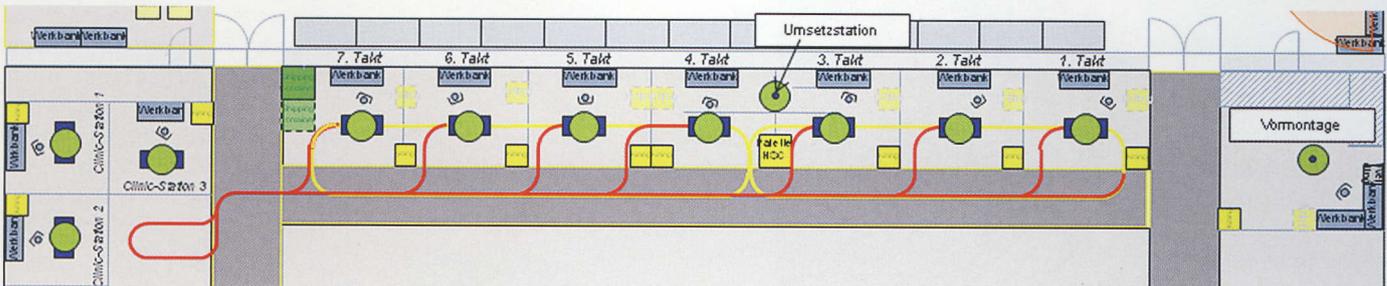


Bild 3 Das schematische Layout der Montagelinie zeigt u.a. die sieben Arbeitsplätze. *Bild: MTU*



Bild 4 Das Fahrerlose Transportfahrzeug des Typs VarioCart mit drehbarem Montageaufbau. Bild: dpm

Halte- und Verzweigungspunkte sind mit in den Boden eingelassenen Transpondern realisiert. Die Anlage wurde im Februar 2011 in Betrieb genommen. Die Ent-

scheidung für den Lieferanten dpm fiel aufgrund der guten Zusammenarbeit zwischen MTU und dpm sowie der Preiswertigkeit der Anlage. MTU hat die Entscheidung nicht bereut, die Anlage läuft bis heute ohne Probleme. Für die gegebene Anwendung mit dem relativ einfachen Montagelayout ist die realisierte Spurführung durch ein aufgeklebtes Farbband auf dem Boden optimal geeignet. Das Band ist einfach anpassbar und dauerhaft betriebssicher. So ist es durchaus denkbar, dass schon bald aus den sieben Montagestationen acht werden – keine große Sache für das Konzept und die eingesetzte Technik.

Bei der Herstellung der faszinierenden Turbofan-Triebwerke für die größten Flugzeuge der Welt spielen sieben FTF tragende Rollen – mit innovativen Lösungen im Montagekonzept einer

Kleinserienmontage. Und das soll auch noch lange Zeit so bleiben: die Programme GP7000 und GENx laufen noch mindestens zwanzig Jahre. ■

Autor



Dr.-Ing. **Günter Ullrich**

ist selbständiger Unternehmensberater in Voerde und Leiter des VDI-Fachausschusses „Fahrerlose Transportsysteme (FTS)“ und der Europäischen FTS-Community Forum-FTS.

FTS-Experten im Gespräch

Für weiteres Wachstum gewappnet

Elmar Stichelmaier ist bei der MTU Aero Engines GmbH in München für die Planung und das Engineering der Montage aller zivilen Triebwerksprogramme zuständig. Die LfU-Redaktion sprach mit ihm über das Konzept des Fahrerlosen Transportsystems bei MTU.

LfU: Herr Stichelmaier, was ist das Neue an den Konzept Ihrer Montagelinie?

Stichelmaier: Einerseits natürlich die Zwangstaktung. Deutliche Fortschritte haben wir aber auch beim

Platzbedarf gemacht: Früher hatten wir ortsfeste Tools und Stationen, wo wir alles Material verfügbar haben mussten. Heute werden die Arbeiten an einer Stelle getan – wir brauchen viel weniger Material und nur ausgewählte Werkzeuge an den Stationen. Alles ist viel übersichtlicher – das erhöht letztlich die Motivation und die Qualität.

LfU: Welche Rolle spielt das FTS in dem Konzept?

Stichelmaier: Wir brauchten ja ein automatisches System, um die Taktung zu gewährleisten. Aber wir wollten uns nicht die Räume zubauen und die Zugänglichkeit erschweren. Da gab es eben nur eine

Lösung: das Fahrerlose Transportsystem.

LfU: Wie sind Ihre bisherigen Betriebserfahrungen?

Stichelmaier: Wir sind sehr zufrieden. Unsere Ziele, die wir mit dem neuen Konzept verfolgt haben, werden umfassend erfüllt. Wir sind uns darüber hinaus sicher, die notwendige Portion Flexibilität eingebaut zu haben, die wir brauchen, wenn wir zukünftig vielleicht mit wachsenden Stückzahlen rechnen dürfen. Die Erfahrungen aus unserem TCF-Projekt werden sicher auch in andere Projekte in unserem Hause fließen.

Das Interview führte FTS-Experte Dr.-Ing. Günter Ullrich



Elmar Stichelmaier, MTU: „Unsere Ziele, die wir mit dem neuen Konzept verfolgt haben, werden umfassend erfüllt.“ Bild: MTU