

KISTLER

measure. analyze. innovate.



Über den Wolken

Wie die KiBox Continental Aerospace Technologies bei der Entwicklung von Flugzeugmotoren unterstützt



Blick in den Motorraum des Flugzeugs mit dem für die Indizierung mit der KiBox instrumentierten Motor von Continental Aerospace Technologies

Das natürliche Arbeitsumfeld der KiBox von Kistler waren bislang Fahrzeuginnenräume und Entwicklungshallen im Automobilumfeld. Bei Continental Aerospace Technologies lernt das Prüfgerät nun ungewohnte Höhen kennen. Im Zuge der Entwicklung einer neuen Motorengeneration begaben sich Testpiloten und Ingenieure des Triebwerkhers über die Wolken, wo die Luft dünn und extrem kalt ist. Die KiBox war mit an Bord und half, während des Fluges die Motorenleistung zu optimieren.

Mehr Leistung, weniger Kraftstoffverbrauch – die Anforderungen an Flugzeugmotoren gleichen denen von Automobilen. Doch über den Wolken gelten andere physikalische Bedingungen, die die Neuentwicklung von Maschinen für die Luftfahrt wesentlich komplexer machen als die für den Straßeneinsatz. Das Unternehmen Continental Aerospace Technologies GmbH, das zur weltweit agierenden Gruppe Continental Aerospace Technologies Ltd. gehört, verfügt über Standorte in den USA und in Deutschland und gilt als einer der weltweit führenden Hersteller von Motoren für Kleinflugzeuge. Mit seinem Kerosin-Kolbenflugmotor auf Basis eines Pkw-Dieselmotors mit redundantem elektronischen Steuergerät entwickelte das Unternehmen ab den 2000er Jahren einen Antrieb, der rund 40 Prozent weniger Kraftstoff verbraucht und so die Reichweite von Flugzeugen um bis zu 30 Prozent verlängert. Damit gelang Continental Aerospace Technologies ein Innovationssprung, der einen neuen Standard in der Branche gesetzt hat.

„Wenn wir unsere Motoren weiterentwickeln, wollen wir sprichwörtlich immer neue Höhen erreichen“, erklärt Dr. David Dörner, Applikationsingenieur Test & Applikation bei Continental Aerospace Technologies. Hintergrund ist, dass durch die abnehmende Dichte in der Höhe der Luftwiderstand sinkt, wodurch der Kraftstoffverbrauch reduziert werden kann. Doch die Möglichkeiten, nach oben zu steigen, sind begrenzt: Zunehmende Höhe erfordert zugleich eine gesteigerte Höhenleistung des Motors,

die gewährleistet, dass Flugzeuge jederzeit über ausreichend Auftrieb verfügen. Motoren von Kleinflugzeugen, die im Gegensatz zu denen von großen Jets über keine bzw. nur über eine einstufige Aufladung verfügen, haben eine wesentlich geringere Dienstgipfelhöhe, weshalb die Optimierung der Höhenleistung eine wichtige Rolle in der Entwicklung spielt.

Um auch im Sinkflug von großen Höhen, bei geringer Leistungsabgabe des Motors, einen sauberen Motorlauf zu gewährleisten, muss die Kompressionsenergie ausreichend sein, so dass eine Verbrennung stattfinden kann. Ansonsten kann es zum Flame-Out – vergleichbar mit dem Flammabbriss in Strahltriebwerken, kommen. Ebenso muss der Motor über 10.000 ft aktiv abgeschaltet und anschließend wieder zuverlässig gestartet werden können – beides wird durch Temperaturen im zweistelligen Minusbereich zusätzlich erschwert; ein zuverlässiges Brennverfahren ist hier unablässig.

Erkenntnisse in Echtzeit

Die Entwicklung der neuesten Motorgeneration zeigte vielversprechende Potentiale: So konnte die Reiseflughöhe, bei der noch 100 Prozent der maximalen Dauerleistung zur Verfügung steht, von zuvor 2.500 Metern auf über 3.900 Meter angehoben werden. „Allein dadurch konnten sich neben anderen Effizienzverbesserungen des neuen Motors mehrere Prozentpunkte Treibstoff einsparen lassen“, erzählt Dörner. Der Vergleich mit dem Wettbewerb zeigt, dass hier eine neue Benchmark gesetzt wurde.

Um den Grenzbereich eines „Flame-Out“ verlässlich bestimmen zu können, sind die Entwickler auf Daten angewiesen, die sie auf Testflügen sammeln. „Mit unserer bisherigen Lösung mussten wir jedes Mal auf den Boden zurückkehren, um die Daten auszuwerten und den Motor daraufhin neu zu applizieren. Dann mussten wir für einen erneuten Flug in die Luft gehen“, berichtet der Ingenieur.

So zogen sich Testphasen häufig in die Länge, vor allem wenn wechselnde Witterungsbedingungen Neustarts zusätzlich erschwerten. „Um unsere und die Projekte unserer Kunden nicht zu gefährden, können wir uns Verzögerungen nicht leisten.“

Daher suchte Dörner nach einer Lösung, mit der sich die Daten gleich nach einer Messung analysieren lassen – eine Vorgehensweise, die in der Automobilentwicklung zum Standard gehört. „Da das Problem in der Automobilindustrie bekannt ist, haben mir Kollegen Kistler empfohlen. So bin ich auf die KiBox aufmerksam geworden“, erinnert er sich.

Neuland für die KiBox

Für die Ingenieure von Kistler bedeutete die Anfrage von Continental Aerospace Technologies echtes Neuland: Noch nie arbeitete eine KiBox in derartigen Höhen mit einem Umgebungsdruck von nur 375 mbar. Da die Kleinflugzeuge nicht mit einer Druckkabine ausgestattet sind, würde sich der Druck direkt auf das Gerät auswirken. „Wir hatten die KiBox bislang nur im Automobilbereich verwendet. Daher gingen wir für unsere Höhen-Spezifikation von Fahrten im Gebirge aus, dies entspricht in etwa 750 mbar“, berichtet Jörg Ruwe, Vertriebsingenieur bei Kistler.

Um ihrerseits Erfahrungswerte zu sammeln, stellten die Sensor-Experten zunächst auf Leihbasis ein Gerät zur Verfügung. „Aus dem Motorsport sind wir es gewohnt, die Grenzbereiche auszuloten. Hier sahen wir die Chance, neue Erkenntnisse zu sammeln“, erklärt Ruwe.

„Verzögerungen können wir uns nicht leisten. Da das Problem in der Automobilindustrie bekannt ist, haben mir Kollegen Kistler empfohlen. So bin ich auf die KiBox aufmerksam geworden.“

Dr. David Dörner, Applikationsingenieur Test & Applikation bei Continental Aerospace Technologies GmbH

Nach den ersten Tests in der Kältekammer kam der Härtestest: Für die Testflüge reisten die Motoren-Ingenieure ins winterliche Schweden, wo noch Minusgrade herrschten, während in Deutschland schon die ersten Primeln blühten. „Hier haben wir das Worst-Case-Szenario durchgespielt: Höhentemperaturen von unter –40 Grad Celsius, schlechter Kraftstoff mit niedriger Cetanzahl und Höhen von über 7.000 Meter. Insgesamt hat das Team an zwei Testtagen über 85.000 Höhenmeter absolviert“, erzählt David Dörner.



Wie verändern sich Motorleistung und Flugeigenschaften mit der Höhe? Der Blick auf die Instrumententafel und die Messwerte der KiBox gibt Aufschluss.

Die KiBox absolvierte das Experiment ohne Komplikationen und bewährte sich auf ganzer Linie. Die Besatzung bestehend aus Testpilot und Ingenieur konnte die Daten in Echtzeit auslesen und noch in der Luft verschiedene Einstellungen in der Motorensoftware vornehmen. Durch die wegfallenden Starts und Landungen sparten die Ingenieure somit viele Stunden Flugzeit und auch anfallende Lande- und Standgebühren.

Für weitere Effizienz am Boden sorgte die KiBox durch ihre kompakten Abmessungen und ihre einfache Handhabbarkeit. Binnen weniger Minuten konnten die Entwickler das Gerät zwischen seinen Messorten im Flugzeug und am stationären Prüfstand hin- und herwechseln. Dies brachte weitere Flexibilität bei der Testplanung, da sie abhängig vom Wetter entscheiden konnten, wo sie die KiBox einsetzen. Dank 28-Volt-Anschluss lief die KiBox zudem einfach über den Bordstrom ohne ein weiteres Aggregat.

Anschub für neue Entwicklungen

Neben den Vorteilen in der Praxis überzeugte die KiBox Continental Aerospace Technologies GmbH auch mit ihrer technischen Ausstattung. Mit acht Messkanälen verfügt sie über doppelt so viele Eingänge wie das ehemalige Gerät. Das zahlt sich für die Flugmotorenbauer zweifach aus: Zum einen erhalten sie damit zusätzliche Daten, die ihnen vorher unbekannt geblieben bzw. nur unter Einbußen anderer Messgrößen aufgenommen werden konnten: „Neben den Drücken in den vier Zylindern können wir nun auch Stromsignale und Einspritzdrücke messen. Diese Erkenntnisse können wir auf andere Modelle übertragen und uns damit einige Testzyklen sparen“, betont Dörner. Zum anderen ist die KiBox für Continental Aerospace Technologies GmbH eine echte Allround-Lösung: Sie eignet sich für das gesamte Motorenportfolio einschließlich Sechszylinder-Modellen.

Mit dieser Performance hat die KiBox die Ingenieure von Continental Aerospace Technologies letztlich komplett überzeugt, so dass sie das Leihgerät bereits nach den ersten Tests erwarben. „Die Zusammenarbeit mit Kistler war reibungslos. Sie haben das Testrisiko bei unbekanntem Bedingungen auf sich genommen und uns während dieser Phase sehr gut begleitet“, fasst Dörner zusammen. Damit ist Continental Aerospace Technologies in einer guten Ausgangsposition, um moderne Motoren nicht nur in neu produzierten Flugzeugen zum Einsatz kommen zu lassen, sondern auch, um vielen Flugzeugbesitzern weltweit durch ein Motoren-Austausch-Kit die Möglichkeit zu bieten, modernste Technologie zu installieren.



Messplatz im Cockpit, links die KiBox von Kistler für die Motorenindizierung

Erhöhter Wirtschaftlichkeit durch innovative Systeme

KISTLER
measure. analyze. innovate.

Digitalisieren
Synchronisieren
Optimieren

Messen leicht gemacht
Gesamtheitliche Messungen mit Kistler DDT-Technologie für Hochgeschwindigkeit- und Mehrkanalmessungen

KISTLER
measure. analyze. innovate.

R&D mit
Kistler Lösungen

Motorenindizierung
Dokumentation für Fehlforschung und Entwicklung

KISTLER
measure. analyze. innovate.

Präzise Motorenindizierung im Fahrzeug und am Prüfstand

Indicating Power
Kistler - das Beste in Induktoren und Sensoren

Weitere Informationen finden Sie unter:
www.kistler.com/de/anwendungen

Kistler Group
Eulachstrasse 22
8408 Winterthur
Schweiz
Tel. +41 52 224 11 11

Die Produkte der Kistler Gruppe sind durch verschiedene gewerbliche Schutzrechte geschützt. Mehr dazu unter www.kistler.com
Die Kistler Gruppe umfasst die Kistler Holding AG und alle ihre Tochtergesellschaften in Europa, Asien, Amerika und Australien.

Finden Sie Ihren Kontakt auf
www.kistler.com

KISTLER
measure. analyze. innovate.