

Honda Aircraft baut eine vollautomatisierte Testeinrichtung (Advanced Systems Integration Test Facility, ASITF) und bringt damit einen neuen Businessjet in Rekordzeit in die Luft.



Erstflug in
Echtzeit



Honda Aircraft legte 2008 am Forschungs- und Entwicklungsstandort in Greensboro, North Carolina den Grundstein für eine weltweit einzigartige Simulations- und Testumgebung für den HondaJet. Die Testeinrichtung ASITF (Advanced Systems Integration Test Facility) ist das Herzstück für die Entwicklung, Validierung und Verifikation von Hondas Engineering-Systemen. Nach einer intensiven Evaluierungsphase mehrerer Hardware-in-the-Loop (HIL)-Anbieter entschied sich Honda Aircraft für HIL-Systeme von dSPACE zur Durchführung der Echtzeitsimulationen. dSPACE entwickelte eine neue HIL-Architektur, mit der Honda seine Avioniksysteme und die Triebwerkssteuerung (Full Authority Digital Engine Control, FADEC) mit der Closed-Loop-Simulation oder mit einer Punkt-zu-Punkt-Prüfung und -Analyse testen konnte. Honda führte den ersten erfolgreichen Flug des HondaJets am 9. Oktober 2009 durch, ca. 14 Monate vor dem eigentlichen Jungfernflug des ersten FAA (Federal Aviation Administration)-konformen HondaJets – ein entscheidender Meilenstein des HondaJet-Programms und ein wichtiger Schritt in Richtung Erstflug eines normgerechten Flugzeugs.

Forschungsphase

Honda begann mit den Forschungen im Bereich Luftfahrt Ende der 1980er Jahre. Honda-Ingenieure können daher auf über 20 Jahre Erfahrung in der Forschung und Entwicklung anspruchsvoller Luftfahrttechnologien zurückblicken. Der erste Entwurf des HondaJets entstand 1997 von Michimasa Fujino, dem heutigen Präsidenten und Geschäftsführer der Honda Aircraft Company. Nur ein Jahr später begannen Forschung und Entwurf des >>



Der Testaufbau bestehend aus dem Iron Bird (links) und den drei dSPACE HIL-Simulatoren (Mitte).

HondaJets mit seiner charakteristischen Triebwerksanordnung über den Flügeln. Viele weitere Meilensteine folgten:

- **2003:** Erster Testflug des Honda-Jets
- **2005:** HondaJet-Debüt bei der EAA Airventure, Oshkosh, Wisconsin
- **2010:** Jungfernflug des ersten FAA-konformen HondaJets
- **2012:** Produktionsstart des Honda-Jets
- **2013:** FAA ebnet durch Type-Inspection-Authorization den Weg für Tests an Bord des HondaJets mit FAA-Piloten
- **2014:** Erstflug des serienreifen HondaJets

Der HondaJet vereint viele technologische Innovationen aus dem Flugzeugdesign. Die gewählte Anordnung der Triebwerke sorgt für deutliche Leistungssteigerungen durch geringe-

ren Luftwiderstand und reduzierten Treibstoffverbrauch. Das innovative Design der Flugzeugzelle vermindert darüber hinaus das am Boden hörbare Fluggeräusch und ermöglicht die großzügigen Abmessungen der Kabine sowie die höhere Ladekapazität. Angetrieben wird der HondaJet von zwei hocheffizienten Turbofan-Triebwerken GE Honda HF120.

Advanced Systems Integration Test Facility (ASITF)

Hauptkomponenten der ASITF sind die Flugzeugtesteinrichtung und die Echtzeittest- und Simulationssysteme (Real-time test and simulation, RTSS). Die Entwicklung leitete Masa Hirvonen, Senior Manager Systems Integration. Reale Flugzeugsystem-Hardware und -Software werden im Forschungszentrum miteinander verkabelt. Das RTSS stellt die Systeme sowie die Umgebungs- und Aerody-

namiksimation bereit. Unterstützt wird das RTSS von dSPACE Echtzeit-Hardware inklusive I/O. Auf dem Echtzeitsystem werden leistungsstarke, Honda-eigene Aerodynamikmodelle mit 6 Freiheitsgraden sowie Triebwerksmodelle ausgeführt. Zusätzliche Simulationsoptionen wurden integriert, um die Navigationsdaten einschließlich GPS und VOR/ILS (VHF Omnidirectional Radio Range/Instrument Landing System)-Signale bereitzustellen. Die HondaJet ASITF verfügt zudem über ein voll ausgestattetes Primär-Flugsteuerungssystem mit einem leistungsstarken Control-Loading-System. Die Avionik-Konfiguration basiert auf der integrierten Garmin G3000™ Avionics Suite mit zwei Touchscreen-Controllern. Zu den realen Bestandteilen des Integrationssystems gehörten zudem die Landeklappensteuerung (FAS), das Kraftstoffmengensystem, der



„Testautomatisierung und Nachverfolgbarkeit von der Testausführung bis zurück zu den Systemanforderungen sind der Schlüssel zur effizienten, wiederholbaren und vollständig nachverfolgbaren Testbedienung bei der Systementwicklung und -integration. Die Implementierung dieser Schlüsseltechnologien brachte uns einen entscheidenden Vorteil im Vergleich zu anderen Avionikprogrammen.“

Masa Hirvonen, Senior Manager Systems Integration, Honda Aircraft Company



„Mit der Hardware und Software von dSPACE konnten wir die ausgereiften Simulations- und Testmöglichkeiten schnell im HondaJet-Programm implementieren. Durch die offene und erweiterbare Architektur ließ sich die Testeinrichtung leicht aufbauen und erweitern, um die steigenden Anforderungen zu erfüllen. Ohne die hervorragenden Werkzeuge, den Service und den Support von dSPACE hätte unser kleines Team nicht das erreicht, was es erreicht hat.“

Benjamin Hager, Real-Time Control Design and Simulation Engineer, Honda Aircraft Company

automatische Flugsteuerungsrechner (AFCS), die Bugradsteuerung (NWSS) und die Stromversorgung. Diese Einzelkomponenten kombinieren die Möglichkeiten eines maßgeschneiderten Simulators, einer integrierten Testeinrichtung und einem Iron Bird (Aufbau zum Testen elementarer Systeme) in einer einzigen Einrichtung.

Aufbau des Testsystems

dSPACE Inc. liefert das RTSS, das die Testschnittstelle, die Testautomatisierung und die Simulationsmöglichkeiten bereitstellt. Im Wesentlichen besteht das RTSS aus drei Full-Size-HIL-Racks: zwei Racks für die Avionikschnittstellen (RTSS1 und RTSS2) und eines für die Triebwerke (Engine HIL für FADEC-Schnittstellen). Die RTSS-Systeme enthalten sechs DS1006 Processor Boards und fünf Expansion Boxes und unterstützen folgende I/O- und Kommunikationskanäle:

- 820 diskrete I/O-Kanäle (Ein- und Ausgänge)
- 180 ARINC429-Kanäle (90 TX, 90 RX)
- 240 analoge I/O-Kanäle (Ein- und Ausgänge)
- Mehrere serielle Datenbusschnittstellen
- Ethernet-Schnittstellen (UDP und TCP/IP)

Das RTSS verwendet ein spezielles Signal-Break-out-Schnittstellensystem, das den Systemtest und die

Simulation in vier Betriebsmodi ermöglicht:

1. Manuelle Tests (herkömmliches System-Break-out)
2. Computergestütztes Testen (mit ControlDesk®)
3. Automatisiertes Testen (mit AutomationDesk)
4. Pilot-in-the-Loop-Tests (einschließlich Iron-Bird-Einsatz)

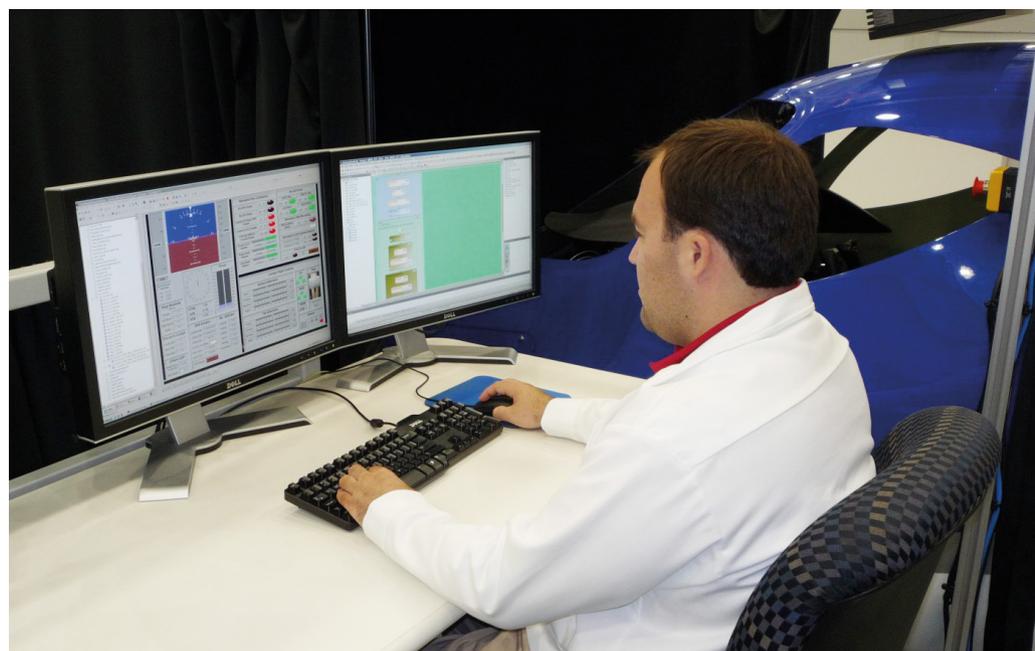
Das RTSS setzt ein Break-out-Box-System ein, um die Signale entweder direkt zu aktivieren, für die Analyse zu unterbrechen, für die Simulation

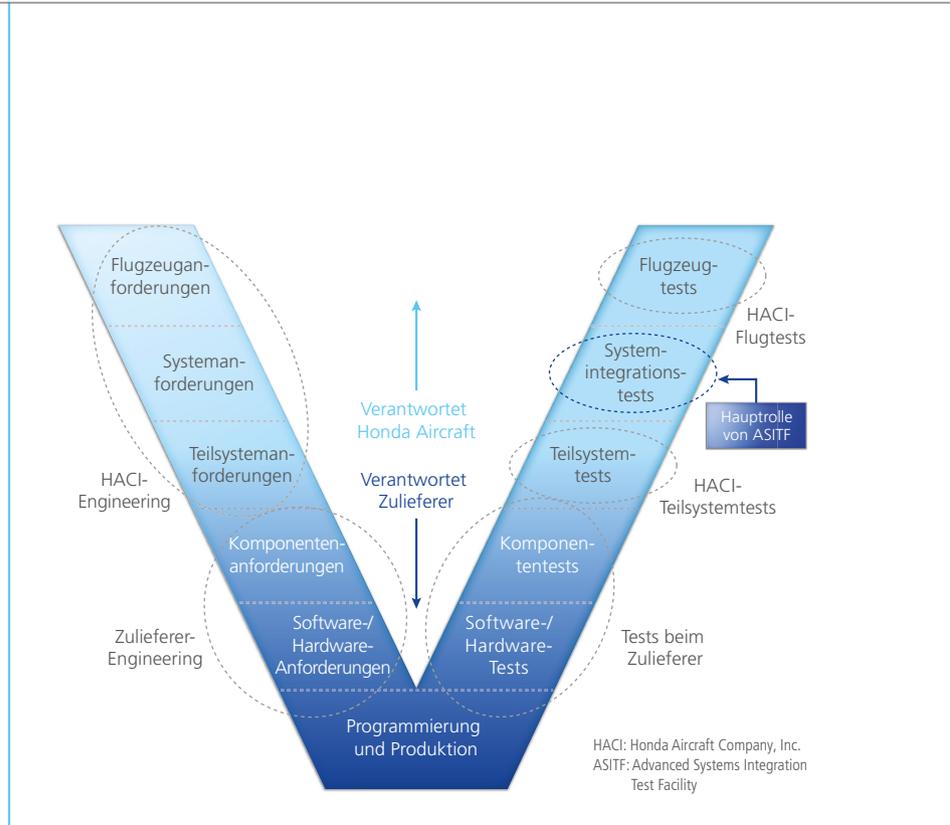
zu umgehen oder direkt für Iron-Bird-Tests anzuschließen.

Systemsimulationssteuerung und Schnittstellen

Der Kern des RTSS-Systems ist ein Flugzeugsimulationsmodell, das mit einem Triebwerkssimulationsmodell und verschiedenen Flugzeugsystemtestschnittstellen integriert ist. Das Modell ist über das Multiprozessorsystem verteilt, um das Modell auf ganzer Bandbreite zu steuern und die Parallelisierung von ARINC-Meldungen und I/O zuzulassen. Mit der Closed-Loop-Simulation im >>

Benjamin Hager, Real-Time Control Design and Simulation Engineer bei Honda Aircraft, bedient das Testsystem mit Hilfe von dSPACE ControlDesk, zusammen mit den Avionik-Instrumenten (Primary Flight Display) und dSPACE AutomationDesk.





Der Entwicklungsprozess des HondaJet-Programms folgt dem V-Modell. Die dSPACE Simulatoren kommen im Wesentlichen während der Systemintegrations- und Testphase zum Einsatz.

RTSS kann das ASITF-„Flugzeug“ in Echtzeit abheben. Die Triebwerksmodellsimulation (RTEM) in Echtzeit ist mit der realen FADEC-Hardware verbunden, so dass die HF 120-Triebwerke im geschlossenen Regelkreis simuliert werden können. Die Echtzeitsimulation von GPS- und VOR/ILS-Signalen (RF-Signale) liefert Navigationsdaten während der bemannten Flüge. Der Pilot-in-the-Loop-Modus verwendet Schnittstellen und Animationsmöglichkeiten des visuellen Systems, um direkte Flugsimulationsinteraktionen bereitzustellen. Dieses visuelle System, das den „Blick aus dem Cockpit“ ermöglicht, ist für Pilot-in-the-Loop-Tests unerlässlich. Honda-Ingenieure nutzen die ControlDesk-programmierbaren Benutzerschnittstellen, um den Schnellzugriff auf die wichtigsten Flugzeugteilsysteme zu ermöglichen und so das Testen zu erleichtern. Über das entsprechende API (application programming interface) erstellten die Ingenieure die Erweiterungen für ControlDesk zur Kali-

brierung sowie Schnittstellen für das Echtzeitmodell und vereinfachten das Vorbereiten von Testaufbauten. dSPACE Testautomatisierungsblöcke der ApplTools Solution helfen dabei, die Komplexität der I/O-Schnittstellen und deren Verwendung zu verwalten. Durch Automatisierung des Layouts und der Modellerstellung von ARINC-Labels gestaltet sich der Umgang mit der Flut an Botschaften deutlich einfacher. Signaldefinitionen stammen nun vom Modell, und Python-Skripte verwenden XML, um die Signale automatisch auf die HondaJet-eigenen Instrumentkonfigurationen zuzuweisen. Schnittstellensteuerungsdefinitionen (ICD) werden für die Verwaltung aller Systemschnittstellensignale eingesetzt, die für die Arbeit mit Signalen in den Modellen und im RTSS-System zum Einsatz kommen. Jede Software im RTSS-System wird per IBM® Rational® ClearCase® gesteuert. IBM Rational ClearQuest® dient der Nachverfolgung von Änderungen und Fragen.



„Die Advanced Systems Integration Test Facility ist ein leistungsstarkes Werkzeug, das unser Entwicklungs- und Zertifizierungsprogramm für den HondaJet weiterhin unterstützt. Mit ASITF konnten wir alle Systemintegrationen evaluieren, die Flugzeugsicherheit erhöhen und unseren anspruchsvollen Light Jet entwickeln. Dieser wird die Erwartungen unserer Kunden übertreffen und ihnen dauerhaft Freude bereiten.“

Michimasa Fujino, Präsident und Geschäftsführer von Honda Aircraft Company.

Entwicklung nach V-Modell

Honda setzt für die Systementwicklung auf das bewährte V-Modell und definiert die Verantwortlichkeiten von Kunden und Zulieferern über Teilsysteme und Methodiken der Systementwicklung. Die Hauptverantwortung von ASITF ist die Systemintegration und -validierung. Die ASITF-Mission ist durch Aufgaben und Verantwortungen gekennzeichnet:

- Hardware-in-the-Loop (HIL)-Testeinrichtung, einschließlich Iron-Bird-Einsatz
- Integrationstests von Flugzeugteilsystemen
- Funktionstests des Flugzeugsystems
- Pilot-in-the-Loop (PIL)-Tests
- Flugtest, Serien- und Flottenunterstützung

Automatisierte Testläufe

Mit Hilfe automatisierter Testskripte, die mit dSPACE AutomationDesk geschrieben wurden, ist das Validierungsteam bestens für die „Lights out Tests“ gerüstet. So können die Flugsteuerungssysteme durchgehend rund um die Uhr getestet werden, auch nachts und am Wochenende mit minimalem Personalaufwand. „Dadurch sind gründlichere und eingehendere Tests im ASITF möglich, gleichzeitig lassen sich die Anforderungen nachverfolgen“, so Jace Allen, Lead Technical Specialist bei dSPACE, Inc. Honda Aircraft schreibt die Anforderungsspezifikationen und Testpläne mit IBM Rational DOORS®. Spezifische Anforderungen sind mit Testfällen in DOORS verbunden und dSPACE Connect&Sync verbindet die HondaJet-Testfälle mit Automation-

Desk-Testprojekten. Die Testergebnisse werden nach den Testdurchläufen in AutomationDesk in das DOORS-Dokument zurückimportiert. Diese Integration ermöglicht Honda Aircraft die Nachverfolgung ihrer Testprozesse und erlaubt die direkte Anbindung von Anforderungen an aktuelle Testergebnisse. Honda will die Nachverfolgbarkeit verbessern und die Testmöglichkeiten durch eine integrierte Testverwaltung mit dSPACE SYNECT® Test Management erweitern. ■

Mit freundlicher Genehmigung der Honda Aircraft Company, Inc.

Sehen Sie, wie der erste serienreife HondaJet abhebt:
www.dspace.com/go/dMag_20152_HJET



Zusammenfassung des HondaJet-Projekts

Die Honda Aircraft Company erstellte eine weltweit einzigartige Simulations- und Testeinrichtung für HondaJet. Diese Advanced Systems Integration Test Facility (ASITF) ist das Zentrum für die Entwicklung, die Validierung und die Verifikation ihrer Engineering-Systeme. Durch den Einsatz von Werkzeugen wie dSPACE Simulatoren und die Testautomatisierungs-

software AutomationDesk ist Honda Aircraft in der Lage, alle Flugsteuerungs- und Avioniksysteme vollständig und automatisiert zu testen. Die Ingenieure bei Honda Aircraft sind überzeugt, dass die Hardware- und Software-Werkzeuge von dSPACE entscheidend dazu beitragen, die Avionik-Systeme zuverlässig und effizient zu validieren und zu verifi-

zieren. Mit dSPACE Werkzeugen konnten die Entwickler folgende Testmethoden einsetzen:

- Manuelle Tests
- Computergestütztes Testen mit dSPACE ControlDesk
- Automatisiertes Testen mit dSPACE AutomationDesk
- Pilot-in-the-Loop-Tests (einschließlich Iron-Bird-Einsatz)