



## Funktionstestsystem prüft Flugzeugkomponenten

### Intensive Sicherheitstests für Klima-, Betätigungs- und Fahrwerkssysteme

Besonders in der zivilen wie militärischen Luftfahrt müssen aus Sicherheitsgründen alle Komponenten einem intensiven Test unterzogen werden. Erst wenn alle Funktionen und Eigenschaften gründlich getestet sind, erhalten diese Produkte ihre entsprechende Flugzulassung. Selbstverständlich werden auch alle Serien- und Reparaturgeräte getestet, bevor sie zum Einsatz kommen. Der Beitrag beschreibt ein flexibles Messdatenerfassungs-, und Ansteuersystem, in dem die von Sensoren sowie diverser Messverstärker kommenden Signale verarbeitet werden. Alle Signale werden hierzu von Messdatenerfassungskarten erfasst und mithilfe analoger Ausgabekarten ein oder mehrere Regelkreise angesteuert.

Als einer der führenden europäischen Hersteller entwickelt, fertigt und betreut Liebherr-Aerospace Lindenberg GmbH Klima-, Betätigungs- und Fahrwerkssysteme sowie die dazugehörige Elektronik für die Luftfahrt. Das Unternehmen rüstet sowohl zivile als auch militärische Flugzeuge unterschiedlichster Kategorien mit seinen Komponenten aus, wie z. B. Transport-, Zubringer-, Kampfflugzeuge und Hubschrauber. Bevor diese Komponenten, wie z. B. ein Klimapack oder ein Bugfahrwerk, in das jeweilige Luft-

fahrzeug eingebaut werden dürfen, müssen sie einem strengen Test unterworfen werden, der die Funktionstüchtigkeit jederzeit sicherstellt.

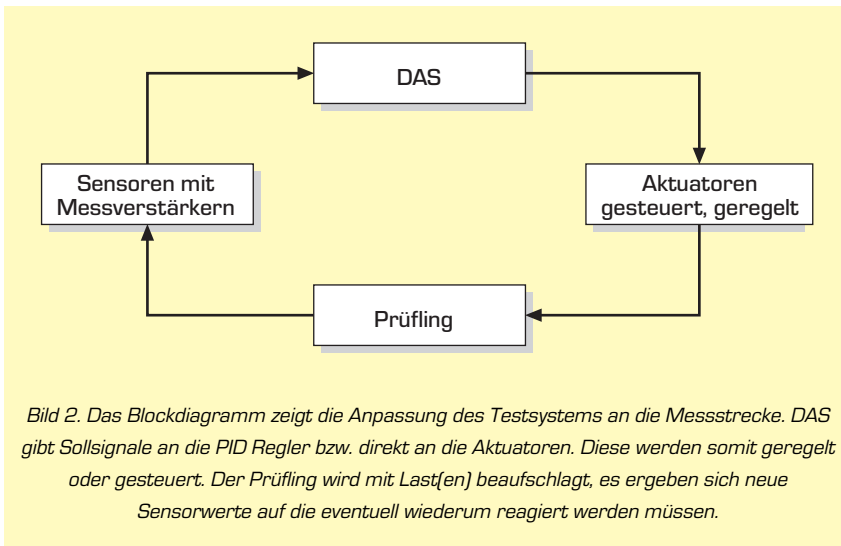
#### Aufbau des Testsystems

Das System selbst ist in einem fahrbaren Wagen mit einem 19-Zoll-Industrie PC (1,8 GHz, 256 MB etc.; Betriebssystem NT 4.0 oder Windows 2000), 15-Zoll-TFT im 19-Zoll-Einbaurahmen, einer Tastaturschublade und dem Anschlusspanel untergebracht (Bild 1). Mit der Software MicroEdition von Stiegele-Date-systeme wird es zusammen mit den Messkarten ME-2600i bzw. ME-3000 sowie dem Anschlusspanel aus der ME-PA Serie zu einem leistungsstarken und flexiblen Funktionstestsystem. Es bildet mit der Adaption an das zu prüfende Gerät, den diversen Messsensoren sowie der Energieversorgung (Hydraulik, Elektrik) für den Prüfling und Lastzylinder das „Test Rig“. Ausgehend von den Messsensoren über die dazugehörigen Messverstärker zur Sensorauswertung und Signalanpassung, bis hin zum Erfassungs- und Ansteuersystem ergibt sich somit eine Messstrecke (Bild 2). Zum eigentlichen Test werden als Messverstärker das MGC-System von Hottinger und unter anderem PID-Regler von S-Elektronik als 19-Zoll-Kassetten-system verwendet. Aus



Bild 1: In 19-Zoll-Rack eingebautes Testsystem am Prüfstand.

Gründen der Sicherheit wurde in das Testsystem ein Notaus-System (S-Elektronik) integriert, das bei Überschreiten bestimmter Messwerte mit Hilfe von Komparatoren (S-Elektronik) einen Notaus ermöglicht. Zusätzlich wurde auch als Notaus-Bedingung ein Rechnerabsturz des Erfassungs- und Ansteuersystems vorgesehen. Sind alle Komponenten an das Testsystem angeschlossen und überprüft, wird die komplette Messstrecke kalibriert. Ab diesem Moment wird nur noch von physikalischen Größen gesprochen. Durch die Vielfalt von MLab, einem universellen Messdatenerfassungs- und Steuerprogramm



und seinen diversen zur Verfügung stehenden Aktionsmodule, lassen sich sogar Regelungen in einer Aktionsliste programmieren. Mit dem Speichermodul ist es möglich Datensätze, je nach Event (Trigger), zu speichern. Das kann mit der Abtastrate geschehen bzw. in einem entsprechendem Teilverhältnis. Alle relevanten Daten werden online dargestellt. Dies hat den Vorteil, dass sofort alle Daten überwacht und auftretende Störungen erkannt und beseitigt werden können. Vorteilhaft ist, dass mehrere Online-Displays in ein MLab-Projekt inte-

gralisiert sind. Desweiteren wird der komplette Ablauf von MLab realisiert. Komplexere Abläufe werden mit TestControl, einem weiteren Produkt von MicroEdition, erstellt und in MLab abgearbeitet. Mit dem MGraph werden alle erfassten Daten anschließend oder schon während des Tests ausgewertet. Hier stehen unter anderem Exportfilter für diverse Formate (Matlab, Diadem, etc.) zur Verfügung. Das Display (Bild 3) zeigt einen Funktionsablauf der in verschiedene Steps unterteilt ist. Jeder Step enthält diverse Signalvorgaben, wie z. B. positionsabhängige Lasten und Oszillationen. Zusätzlich sind Ist- und Sollsignale in einem Y(T)-Diagramm online dargestellt, sowie alle

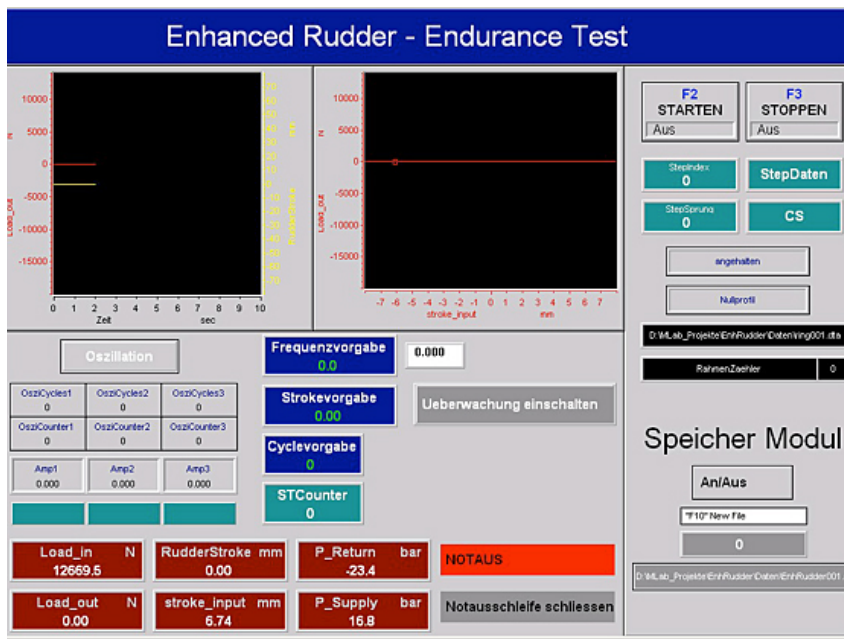


Bild 3: Funktionsablauf mit MLab, der in verschiedene Steps unterteilt ist.

gralisiert sind. Desweiteren wird der komplette Ablauf von MLab realisiert. Komplexere Abläufe werden mit TestControl, einem weiteren

Testrelevanten Signale. Wichtig ist bei diesem, aber auch bei anderen Projekten, den aktuellen Stand der Abarbeitung zu sichern, was mit ei-

ner Ini-Datei realisiert wurde. Jeder Test eines Gerätes ist in einer zertifizierten Prüfanweisung spezifiziert und beschreibt die Funktion und Eigenschaft wie sie bei Starts, Landungen und während des Fluges vorkommen können. In der Prüfanweisung sind alle zu erreichenden Funktionsparameter durch ihre Wertebereiche festgelegt. Alle dem System zur Verfügung stehenden bzw. benötigten Kanäle werden mit einer entsprechenden Abtastrate erfasst und nach Bedarf auf der Festplatte gespeichert. Es können aber auch Online-Berechnungen durchgeführt werden, die bei der nachträglichen Auswertung bzw. während des Tests von Bedeutung sind (Bild 4).

### Funktion des Testsystems

Das flexible Messdatenerfassungs- und Ansteuersystem enthält 8 analoge Ausgänge und 32 analoge Eingänge. Es ist so aufgebaut, dass die Signale, die von den diversen Messverstärkern kommen bzw. zu den Ansteuereinheiten gehen, über ein ME-3000-Panel (ME-PA) angeschlossen und direkt über zwei Verbindungskabel zu den beiden Messkarten im Rechner geführt werden (Bild neben Überschrift). Der große Vorteil des Panels ist, dass es mit beliebigen Komponenten ausgerüstet werden kann. Es ist hierbei so konfiguriert, dass sich alle 8 analogen Ausgänge und 32 Eingänge anschließen lassen. Für solche Aufgaben eignen sich die 12-Bit-A/D-D/A-Wandlernkarten ME-3000 bzw. ME-2600i von Meilhaus Electronic. Die Karten haben jeweils 4 analoge Ausgänge, mit denen eine simultane Ausgabe mehrerer Kanäle möglich ist, 16 analoge Single-Ended-Eingänge bzw. 8 differentielle sowie zwei 16 Bit digitale Ein-/Ausgabe Ports, die unabhängig von einander konfiguriert werden können. Die Karte ME-3000 hat zusätzliche Funktionen, wie z. B. Zählereingänge. Die Eingangsspannungsbereiche erstrecken sich bipolar von max. -10 bis +10 V und unipolar von 0 bis +10 V. Dasselbe gilt bei den Ausgangsspannungsbereichen. Für den Anschluss der digitalen Kanäle verwenden wir in der Regel 16 Optokoppler-Eingänge für 24-Volt-Pegel

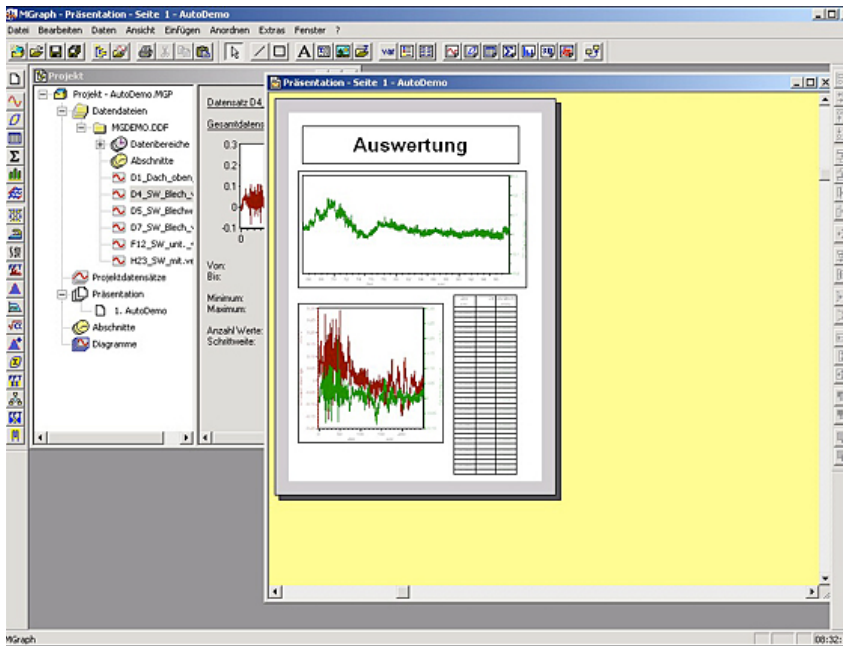


Bild 4: MGraph zeigt die Auswertung mit Protokollierung der erfassten Daten. Mit den Messwerten können nachträglich Berechnungen verschiedenster Methoden durchgeführt werden.

ben und von Haus aus von MicroEdition unterstützt werden. Ihre Einbindung in die Testumgebung ist daher problemlos möglich. Mit dieser Software lassen sich selbst komplexe Prüfstandsteuerungen realisieren, wie sie z. B. bei Serienabnahmen oder Langzeittests vorkommen. Die Daten werden entsprechend der Kalibrierung in den physikalischen Größen verarbeitet und gespeichert. Eine nachträgliche Auswertung ist mit dem MGraph, einem Teilsystem der MicroEdition, möglich, bis hin zur Erstellung des fertigen Messprotokolls.

Die Autoren:

Klaus Baldauf, Liebherr-Aerospace  
Lindenberg GmbH, Lindenberg

([www.lli.liebherr.de](http://www.lli.liebherr.de)) und

Ralf-P. Hazebrouck, Meilhaus Electronic  
GmbH, Puchheim bei München

Link zur Software:

Stiegele Datensysteme GmbH:  
[www.microedition.de](http://www.microedition.de)

und 16 Relais-Ausgänge, die einen maximalen Dauerstrom von 1,8 A zulassen. Desweiteren ist je eine LED-Anzeige für die digitalen I/Os und eine 24-V-Versorgung für die Relaisausgänge in das System integriert. Werden die digitalen Kanäle nicht benötigt, so kann auf die Netzversorgung verzichtet werden. Mit einem tragbaren, vom Netz unabhängigen Computer können somit Messungen überall netzunabhängig durchgeführt werden. Da es bei der Messwerterfassung oft nötig ist, Daten in Echtzeit mit hohen Abtastraten zu erfassen und davon abhängig auszugeben, wird die Software MLab und MGraph als Teil des MicroEdition-Paketes von Stiegele-Datensysteme genutzt. Mit dieser Hard- und Software-Verbindung lassen sich Echtzeitanwendungen bis 1 kHz pro Kanal leicht erreichen. In Verbindung mit der 48-kanaligen TTL-Digital-E/A und Zählerkarte ME-1400, die für den Interrupt-Betrieb konfiguriert wird, können auch Taktraten über 1 kHz sicher realisiert werden. Bei den digitalen Kanälen wird mit TTL-Signalen gearbeitet. In den meisten Fällen verwenden wir in einem Funktionstestsystem zwei ME-2600i-Karten, um die Kanal-Anzahl auf das Doppelte zu erhöhen, insbesondere bei den Ausgangskanälen. Bei Karten anderer Hersteller mit der gleichen Anzahl von Eingängen stehen in der Regel

nur zwei analoge Ausgänge zur Verfügung. Dies reicht normalerweise für die Anwendungen nicht aus.

## Zusammenfassung

Von Vorteil ist, dass die meisten Karten von Meilhaus Electronic die erforderliche Zahl an Kanälen ha-

### Die ME-Karten aus diesem Artikel im Detail:

	ME-2000i	ME-2600i	ME-3000*	
<b>Analog Eingänge</b>	16 single-ended/8 differentiell		optional 4 simultan-abtastend	
	300 kHz/ 12 bit		500 kHz/ 12 bit	
	Opto-isoliert bis 500 V			
<b>Analog Ausgänge</b>	-	4		
	-	12 bit mit Sense		
<b>Digital-E/A</b>	2x 16 bit TTL Ports			
<b>Bus</b>	PCI oder CompactPCI			

\* Karte mit vielen Extras je nach Modell-Variante, z. B. 2x 16 bit Zähler, PWM-Ausgang, opto-isolierte RS422/485 Schnittstelle, erweiterte A/D- oder D/A-Betriebsarten

	ME-1400	ME-1400A	ME-1400B	ME-1400C**
<b>Digital-E/A</b>	24	24	48	24
<b>16 bit Zähler</b>	-	3	6	15
<b>10 MHz Clock</b>	-	√	√	√
<b>Interrupt</b>	-	√	√	√
<b>Bus</b>	PCI oder CompactPCI			PCI

\*\* Erhältlich auch als Expansion-Variante ME-1400D für Systeme mit 30 Zählern vom Typ 8254 und 48 TTL Digital-E/A-Kanälen.

Weitere Infos, komplette Handbücher für Acrobar Reader sowie alles über die Treiber-Software finden Sie auf der Meilhaus Electronic Web-Site im ME-Bereich:  
[www.meilhaus.com/me](http://www.meilhaus.com/me)