

Bugatti: Starke Tests für starke Autos

- **Antriebsstrang-Simulator für Bugatti**
- **Simulationsmodelle von Volkswagen**
- **Steuergeräte im Verbundtest mit dSPACE Simulator**

Der 1001-PS-starke Bugatti EB 16.4 Veyron soll der schnellste und teuerste Serien-Pkw werden. Damit auch bei einer Geschwindigkeit von über 400 km/h für aktive Sicherheit gesorgt ist, kommen verschiedene Steuergeräte zum Einsatz. Das Verhalten dieser Steuergeräte wurde mit dSPACE Simulator von Bugatti zunächst intensiv im Labor validiert. Sowohl im Einzeltest als auch im Systemverbund können die Funktionen effizient und ohne Gefahr für Fahrer oder Auto getestet werden.

Die Zahlen sprechen für sich: von null auf 300 km/h in weniger als 14 Sekunden, mit einer Höchstgeschwindigkeit von über 400 km/h und einem Anschaffungspreis von 1 160 000 Euro. Bei diesen Zahlen ist es leicht vorstellbar, dass das Verhalten der Steuergeräte nicht nur auf der Straße getestet werden kann. Dazu kommen die extrem geringe Stückzahl an Fahrzeug-Prototypen und der enorm hohe Anspruch an die Technik. Hier bleibt als einzige vernünftige Alternative, die Steuergeräte zuerst ausführlichst im Labor zu testen.

Eigene Modelle eingesetzt

Bei Bugatti setzen wir einen dSPACE Simulator Full-Size ein, um die Steuergeräte für den Antriebsstrang zu testen: 2 Motorsteuergeräte, ein Steuergerät für das 7-Gang-Doppelkupplungsgetriebe und je eines für die Allrad- und ESP-Komponente. Um die vorliegenden

Steuergeräte in eine virtuelle Welt einzubinden, müssen die zu regelnden Komponenten als mathematische Modelle vorliegen. Für den 16-Zylinder-W-Motor und das 7-Gang-Doppelkupplungsgetriebe wurden bei unserer Muttergesellschaft Volkswagen Modelle entwickelt, die sich



▲ Die Antriebsstrang-Steuergeräte des Bugatti wurden in einer Hardware-in-the-Loop-Simulation bei virtuellen Testfahrten getestet.



▲ Über die ControlDesk-Benutzeroberfläche werden mit der fotorealistischen Instrumententafel die Tests durchgeführt.

mit geringstem Anpassungsaufwand auf den Simulator bringen und für die Echtzeit-Simulation nutzen ließen. Die Modelle für das Allradgetriebe und die ESP-Komponente wurden hinzugekauft. dSPACE entwickelte die I/O-Anbindung zur Integration der Modelle in die Simulatorumgebung. Der telefonische Support durch dSPACE-Projekttechniker war für die bisher dSPACE-unerfahrenen Mitarbeiter am Simulator sehr produktiv.

Test der Diagnosefunktionen

Der Untersuchungsschwerpunkt liegt auf dem Hardware-in-the-Loop-Test der Diagnosefunktionen. Wir haben die Steuergeräte dafür bei systematisch aufgeschalteten Fehlern getestet. Die hohen Anforderungen an die Signalgenerierung und Simulation fehlerhafter Sensoren konnte dSPACE Simulator mit seiner leistungsfähigen Prozessor-Hardware und flexiblen I/O-Hardware problemlos meistern. Die Experiment-Software ControlDesk von dSPACE wurde für die grafische In-

strumentierung und das interaktive Bedienen des Simulators verwendet. MotionDesk hat die 3D-Visualisierung übernommen. Zur Verwaltung und Automatisierung der Tests wurde ein von Volkswagen entwickeltes Testautomatisierungssystem eingesetzt. Einige bereits erstellte Tests konnten dabei effizient auf den dSPACE Simulator portiert werden.

Im Verbund getestet

Da die Funktionen für die Steuerung des Antriebsstranges auf verschiedene Steuergeräte verteilt sind, ist der Verbundtest dieser Steuergeräte enorm wichtig.

Der dSPACE Simulator hat dabei Folgendes geboten:

- Paralleles und permanentes Monitoring aller CAN-Kanäle: Antriebs-CAN, ESP Sensor-Cluster-CAN und Private-CAN zwischen Motor-Master und Motor-Slave mit ControlDesk
- Beliebiges An- und Abschalten einzelner Steuergeräte und deren Simulation im Netzwerk mittels CAN-Restbussimulation (zum isolierten Test einzelner Steuergeräte ohne Wechselwirkung)
- CAN-Signalmanipulation für alle Nachrichten und Signale aller beteiligten Steuergeräte, zum Beispiel Verfälschen von CAN-Botschaften bzw. deren Inhalt, Ausfall von Sendern, Ausfall einzelner Botschaften, etc.

Reibungsloser Projektverlauf

Das Projekt war hochdynamisch, weil die Entwicklung des Fahrzeugs unter sehr engen Zeitvorgaben realisiert werden musste. Dadurch ergaben sich vielfältige Spezifikationsänderungen, die während der Projektierungsphase des Simulators in Paderborn noch berücksichtigt und von den dSPACE-Projektingenieuren schnell umgesetzt werden mussten. Das System wurde im Februar 2003 von dSPACE ausgeliefert und konnte nach der Aufstellung sofort eingesetzt werden.



▲ MotionDesk, die Software zur Visualisierung von Echtzeit-Simulationen, stellt die Ergebnisse der Simulationen in einer 3D-Welt am Bildschirm dar.

Jetziger Projektstand und Ausblick

Wir setzen das System nun seit einigen Monaten produktiv für den Steuergeräte-Test ein. Während dieser Zeit haben wir bereits durch Umstellung von Musterständen einige Änderungen am Simulator durchgeführt. Parallel dazu werden weitere automatisierte Tests mit dem von Volkswagen entwickelten Testautomatisierungssystem am Simulator in Betrieb genommen. Die HIL-basierte Laborerprobung mit dSPACE Simulator hat sich hervorragend bewährt.

Wolfgang Baeker
Bugatti Engineering GmbH
Deutschland

Dr. Dirk Lichtenthäler
Volkswagen AG
Deutschland