

# ASMs testen komplette Lkw-Elektronik

- ▶ **Scania testet 33 vernetzte Steuergeräte mit dSPACE Simulator**
- ▶ **dSPACE Automotive Simulation Models für das Varianten-Handling**
- ▶ **Automatisierte Tests mit virtuell nachgebildeten Bussen und Lkws**

Der schwedische Lastkraftwagen- und Bushersteller Scania hat ein Integrationslabor eingerichtet, um Steuergeräteverbunde automatisiert testen zu können. Das Integrationslabor, bestehend aus einem nachgebauten Scania-Lkw/Bus mit 33 Steuergeräten und 11 CAN-Netzwerken, basiert auf Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulatoren und den echtzeitfähigen Automotive Simulation Models (ASMs) von dSPACE. Die Architektur des Labors erlaubt diverse Testmöglichkeiten der Fahrzeugkonfigurationen und ist optimal für die Durchführung von Regressionstests geeignet.

Wie verifiziert man die Kommunikation zwischen unterschiedlichen Steuergeräten, die zahlreiche Funktionen über zahlreiche Kommunikationsbusse ausführen? Die Antwort liegt in der Testtiefe. Aufgrund der Ausstattungsmerkmale wie Kippfunktion, mehr Achsen und unterschiedliche Getriebearten sind Lkws facettenreicher als Pkws, was effektives Varianten-Handling zu einer essenziellen Testanforderung macht. Beim Lkw- und Bushersteller Scania ist die Anzahl der Tests, die notwendig sind,

---

*„Obwohl es meist länger dauert, ein Testskript zu schreiben als denselben Test manuell durchzuführen, spart der Tester durch die Option, denselben Test nahezu ohne Vorbereitung schnell erneut durchführen zu können, viel Zeit bei den Regressionstests. Dadurch bietet sich ein hohes Maß an Reproduzierbarkeit.“*

**Mikael Adenmark, Scania**

---



▶ *Alle Lkw-Varianten müssen gründlich getestet werden.*



◀ Die Hardware-in-the-Loop-Simulatoren im Verbundsystem bei Scania.

ein solch komplexes Fahrzeug zu evaluieren, so hoch, dass manuelle Tests ein Ding der Unmöglichkeit und automatisierte Testprozesse ein Muss geworden sind.

### Echtzeitfähiges Integrationslabor

Zur Implementierung einer effektiveren und systematischeren Testmöglichkeit für Steuergeräteverbunde entwickelte Scania ein neuartiges, echtzeitfähiges Integrationslabor, in dem Steuergeräte in einen virtuellen

*„Mit den Automotive Simulation Models von dSPACE können wir unsere virtuellen Lkws über mehrere Simulatoren hinweg schnell und zuverlässig parametrieren.“*

**Mikael Adenmark, Scania**

Lkw integriert werden können. Den vormals manuellen Steuergeräte-Testprozess übernimmt nun ein auf Python basierender Testrahmen. Das System besteht aus 33 vernetzten Steuergeräten für Systemfunktionen wie Bremsen- und Motormanagement, Allradantrieb, Insassenschutz und Klimaanlage sowie aus 11 CAN-Netzwerken für die Steuergeräte-Kommunikation, die ausreichend Platz für die unterschiedlichen Motor- und Fahrzeugkonfigurationen bieten. Die Anzahl der Testvarianten, die Scania in dieser neuen, automatisierten Umgebung evaluieren kann, ist deutlich höher, da zur Durchführung variantenunabhängiger Tests Testschleifen erstellt werden können. Obwohl es meist länger dauert, ein Testskript zu schreiben als denselben Test manuell durchzuführen, spart der Tester durch die Möglichkeit, denselben Test nahezu ohne Vorbereitung schnell erneut durchführen zu können, Zeit bei den Regressionstests. Die

Testvarianten sind gespeichert und wiederverwendbar, wodurch sich der Vorteil der Reproduzierbarkeit ergibt. Da neue Software-Versionen häufig von externen Zulieferern zu unterschiedlichen Zeitpunkten bereitgestellt werden, liegt ein weiterer Vorteil des Integrationslabors in der leichten Aktualisierbarkeit. Neue Versionen können sofort im gesamten System hochgeladen werden, was das Integrationslabor zu einer hervorragenden Ressource für sowohl qualitative als auch quantitative Tests macht.

### Netzwerksimulatoren

Das Herz des Integrationslabors besteht aus fünf dSPACE-Simulator-Full-Size-Racks und entsprechenden Steuergeräte-Racks zur Befestigung der Testgeräte. Die Racks sind mit diversen I/O-Geräten ausgestattet. Mehrere Prozessorkarten sind über Gigalink-Kabel verbunden, so dass das Integrationslabor ein umfassendes Multiprozessorsystem bildet. Alle Steuergeräte und Verbindungen sind in einem 50-MB-Simulink®-Modell dargestellt. MotionDesk, die 3D-Online-Animationssoftware von dSPACE, visualisiert die Tests und ermöglicht einen realistischen Blick auf die Bewegungen des Lkws. Mit dieser Umgebung konnte Scania deutlich mehr Fahrzeugvarianten in die Testschleife einbinden, wodurch Scania in Bezug auf die Auswirkungen bestimmter Bedingungen auf die angeschlossenen Steuergeräte mit verteilten Funktionen wichtige Erfahrungswerte sammeln konnte.

### Simulationsmodelle

Zwei der fünf Simulator-Racks führen die Integrationstests der Antriebsstrangsteuergeräte und weiterer Standardsteuergeräte für Lkws aus, zum Beispiel für Schaltgetriebe,

Motorsteuerung, Instrumentenanordnungen sowie Sicht- und Koordinatorsysteme. Als Simulationsmodelle für die Tests verwendet Scania das dSPACE Automotive Simulation Model (ASM) Diesel Engine Simulation Package sowie weitere Modelle für die Abgasnachbehandlung. Das Motormodell ist für verschiedene Motorarten geeignet, zum Beispiel 5 Zylinder 9 Liter, 6 Zylinder 12 Liter und 8 Zylinder 16 Liter. Bei den Getrieben handelt es sich entweder um manuelle oder automatisierte Schaltgetriebe mit bis zu 16 Gängen

*„Mit den automatisierten Tests am dSPACE Simulator bieten sich mehr Möglichkeiten, da Testschleifen erstellt werden können, um dort, wo es möglich ist, für alle Varianten dieselben Tests durchzuführen.“*

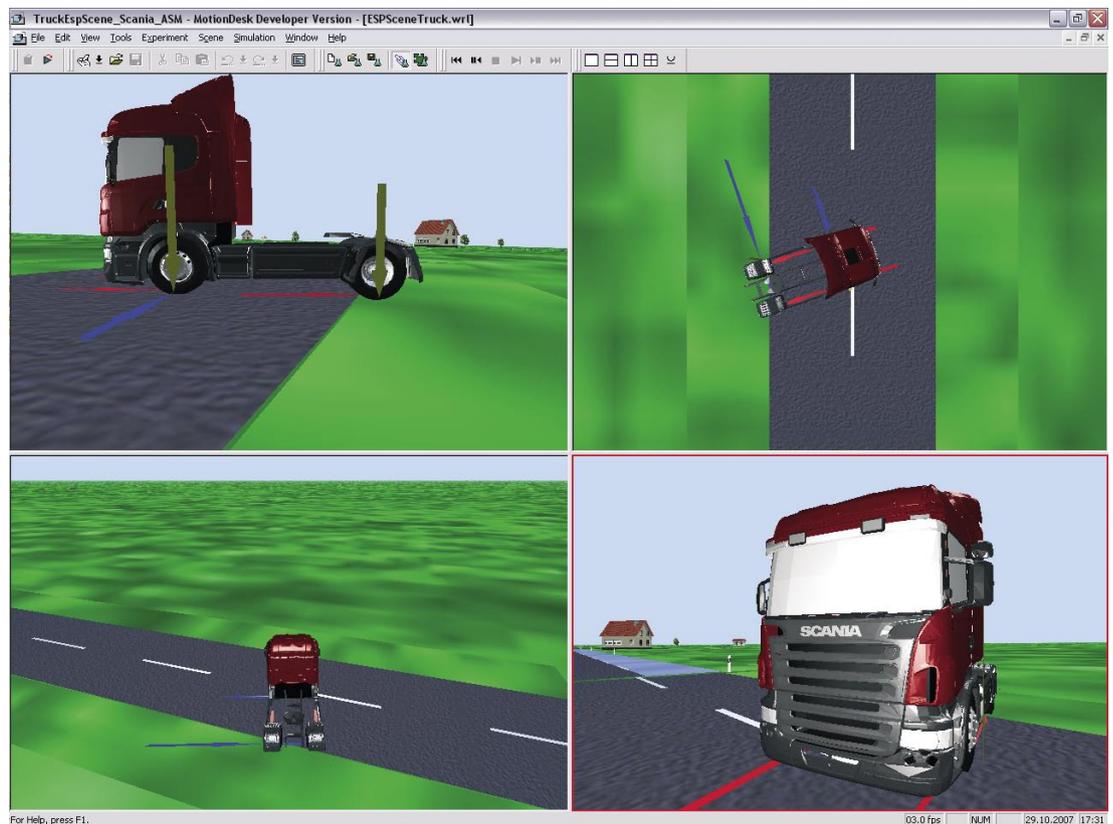
**Mikael Adenmark, Scania**

oder um diverse Automatikgetriebe. Durch die Modelle können Parameter leicht an die Lkw-Spezifikationen angepasst und der getestete Lkw-Typ in Echtzeit simuliert werden. Zwei weitere Simulator-Racks stehen für Tests der Fahrdynamik-Steuergeräte, zum Beispiel Bremsen-Management, Luftaufbereitung, Federungsmanagement, Allradantrieb, Blockierung und Alarm, Bus-Chassis und Karoseriesystem, zur Verfügung. Für den Test des Steuergeräteverbundes

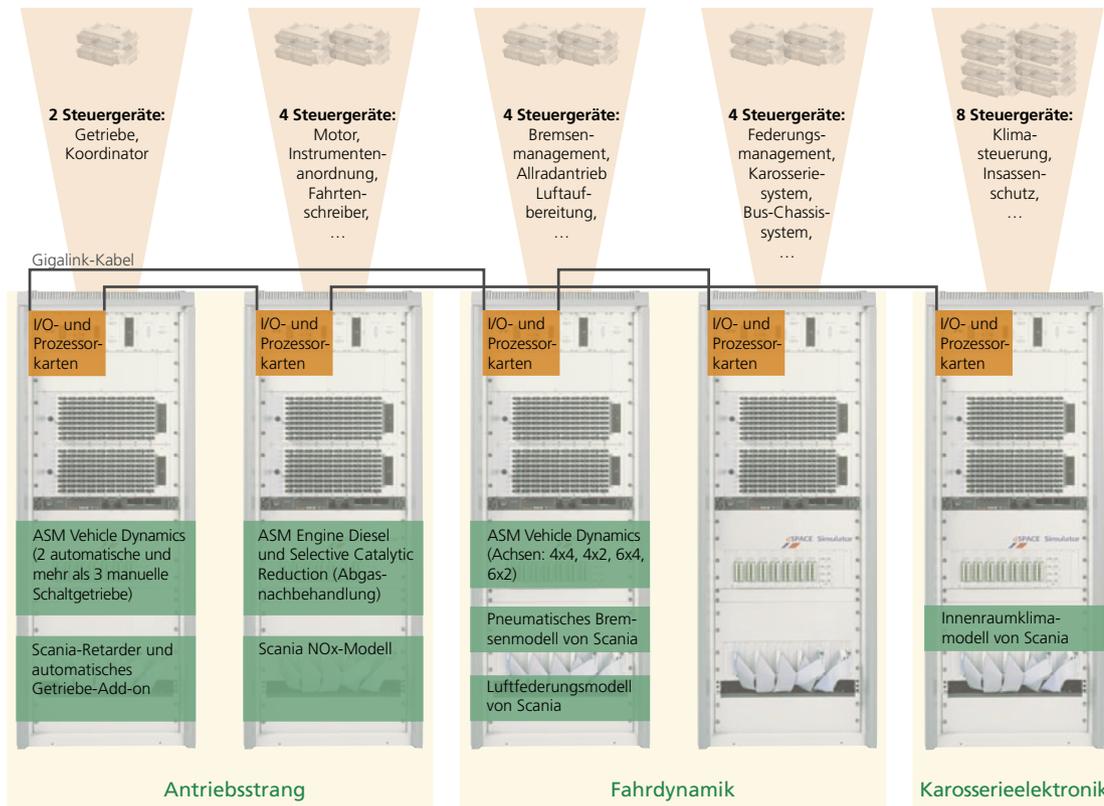
kamen das ASM Diesel Engine Simulation Package und das ASM Vehicle Dynamics Simulation Package for Trucks zum Einsatz. Das Fahrzeugmodell kann zwei- oder dreiaxige Lkws oder Busse mit einer oder zwei Antriebsachsen simulieren. Das fünfte Simulator-Rack dient zum Testen der Karoseriesteuergeräte zum Beispiel für Heizung, Infotainment, Klimasteuerung, Insassenschutz sowie Audio-, Uhr- und Timer-Systeme. Die von Scania entwickelten Simulationsmodelle lassen sich leicht in das Testsystem integrieren. Scania setzte die ASM bereits in einem anderen Antriebsstrangsimulator ein, was den effektiven Austausch von Modellkomponenten und Parametersätzen zwischen unterschiedlichen Systemen bestätigt.

### CAN-Bussysteme

Die reibungslose Kommunikation zwischen so vielen Steuergeräten stellt eine besondere Herausforderung dar. Scania-Fahrzeuge kommunizieren hauptsächlich über drei globale J1939 CAN-Busse mit 250 Kbps. Die Steuergeräte sind über 11 CAN-Netzwerke verbunden, zum Beispiel für den Antriebsstrang, die Komfortsysteme und die Steuergeräte-Kommunikation. Jedes Steuergerät kann mit einem der gedoppelten Busse verbunden werden oder komplett unverbunden bleiben.



▲ Virtuelle Testfahrt in MotionDesk.



▲ Schematischer Aufbau des gesamten Steuergeräteverbundes.

Zurzeit setzt Scania das Integrationslabor für folgende Aufgaben ein:

- CAN-Kommunikationstests, um zu verifizieren, dass die richtigen CAN-Botschaften in der korrekten Intervallzeit gesendet werden und alle Steuergeräte mit dem CAN-Netzwerk verbunden sind
- Benutzerfunktionstests, um die Zuverlässigkeit zu prüfen
- Robustheitstests, um festzustellen, wie sich Ausnahmesituationen auf die Steuergeräte auswirken, zum Beispiel verringerte Systemspannung auf die Steuergeräte-Kommunikation oder unterbrochene Erdung eines oder mehrerer Steuergeräte
- Diagnosetests, um Sensorausfälle des Steuergeräts oder defekte elektrische Verbindungen zu lokalisieren

### Vorteile des Integrationslabors

Das Integrationslabor zeigt, dass die dSPACE-Simulator-Technologie Fahrzeugnetze, die deutlich komplexer sind als die von Personenfahrzeugen, problemlos handhaben kann. Skriptbasierte Tests erhöhen die Reproduzierbarkeit, was sich besonders bei weiteren Testreihen als hilfreich

erweisen wird, und die Integration eigener Simulationsmodelle bietet ein hohes Maß an Flexibilität. Die Fähigkeit, Regressionstests auf mehreren Steuergeräten mit verteilten Funktionen und austauschbaren Varianten durchzuführen, hat die Steuergeräteentwicklungs- und -testprozesse bei Scania stark vereinfacht.

*Mikael Adenmark  
Scania CV AB, Södertälje  
Schweden*

### Glossar

#### Regressionstests –

Wiederholung eines Testabschnitts oder aller Testsequenzen, um sicherzustellen, dass erneute Modifikationen keine Auswirkungen auf bereits getestete Komponenten haben.

#### J1939 CAN-Busse –

Fahrzeugbusstandard für Kommunikation und Diagnose zwischen Fahrzeugkomponenten.

#### Integrationslabor –

Kombination real vorhandener Steuergeräte und virtuellem Lkw-Modell zum Testen des Steuergeräteverbundes und der Steuergeräte-Kommunikation.

Hinweis: Die in diesem Artikel genannte Hardware des Integrationslabors und der Testautomatisierungsrahmen wurden von Hrn. Adenmark und Hrn. Deter auf dem 2006 Commercial Vehicle Engineering Congress and Exhibition in Rosemont (Chicago), Illinois, USA vorgestellt. Der technische Artikel „Testing Networked ECUs in an HIL-based Integration Lab“ ist bei SAE International (Referenznummer 2006-01-3495) erhältlich.