

Sicher fahren mit MTest

Die Entwicklung von Fahrwerkregelsystemen ist geprägt durch eine zunehmende Komplexität bei immer kürzeren Entwicklungszeiten. Für BMW bekommt deshalb die Absicherung dieser Systeme bereits in einer frühen Phase eine immer größere Bedeutung. Mit dem dSPACE-Tool MTest können umfangreiche Funktionstests bereits auf der Simulink®-Plattform effizient durchgeführt werden. Während der Serienentwicklung einer Dämpferregelung konnte die Qualität der erstellten Funktionslogik und dadurch auch die Effizienz aller nachgelagerten Entwicklungsschritte, zum Beispiel Code-Generierung, durch diese Absicherungsstufe erheblich erhöht werden.

Dämpferregelung entschärft Zielkonflikt zwischen Fahrsicherheit und Fahrkomfort

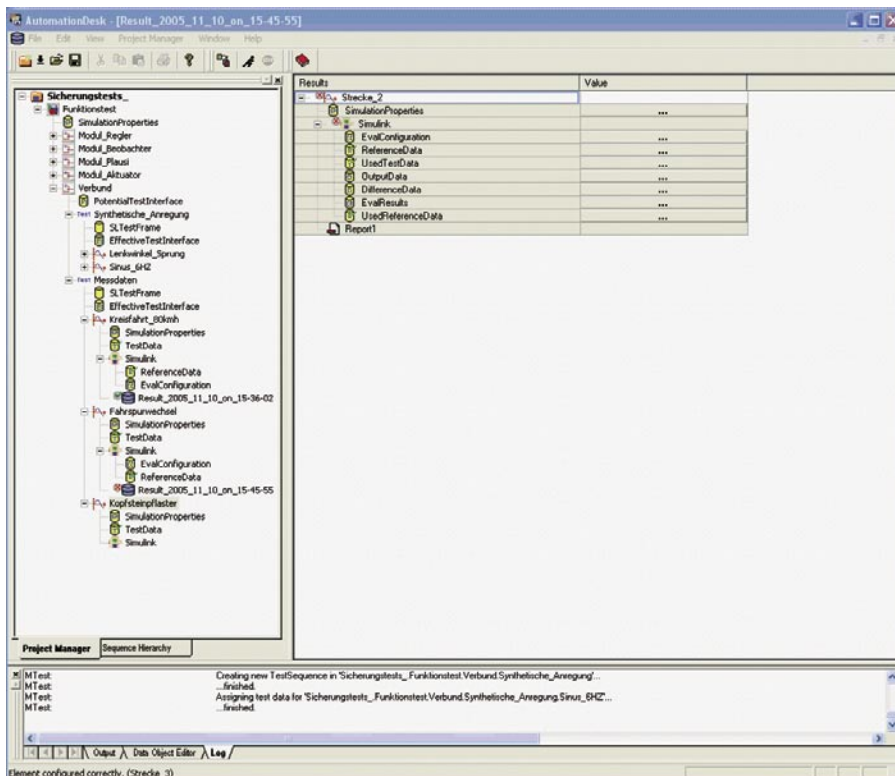
Konventionelle Fahrwerke unterliegen bei ihrer Auslegung immer einem Konflikt zwischen Fahrkomfort und Fahrsicherheit. Während für einen hohen Komfort eine gute Entkopplung von Aufbau und Straße nötig ist, müssen für eine hohe Fahrsicherheit die dynamischen Radlaständerungen minimiert werden. Diese Anforderungen sind aber zum Teil gegenläufig in der Auslegung der Fahrwerkselemente. Mit einer elektronischen Dämpferregelung kann dieser Konflikt deutlich entschärft werden. Dies wird ermöglicht, indem durch die Regelung die Dämpferkräfte zwischen Fahrzeugaufbau und Rad fahrsituativ und abhängig von der Fahrbahnanregung

optimal eingestellt werden. Die Berechnung der Dämpfersollkräfte erfolgt dabei mittels einer Regelstrategie aus den vertikalen Fahrzeugbewegungsgrößen sowie weiteren Informationen zum Fahrzustand, zum Beispiel dem Lenkwinkel.

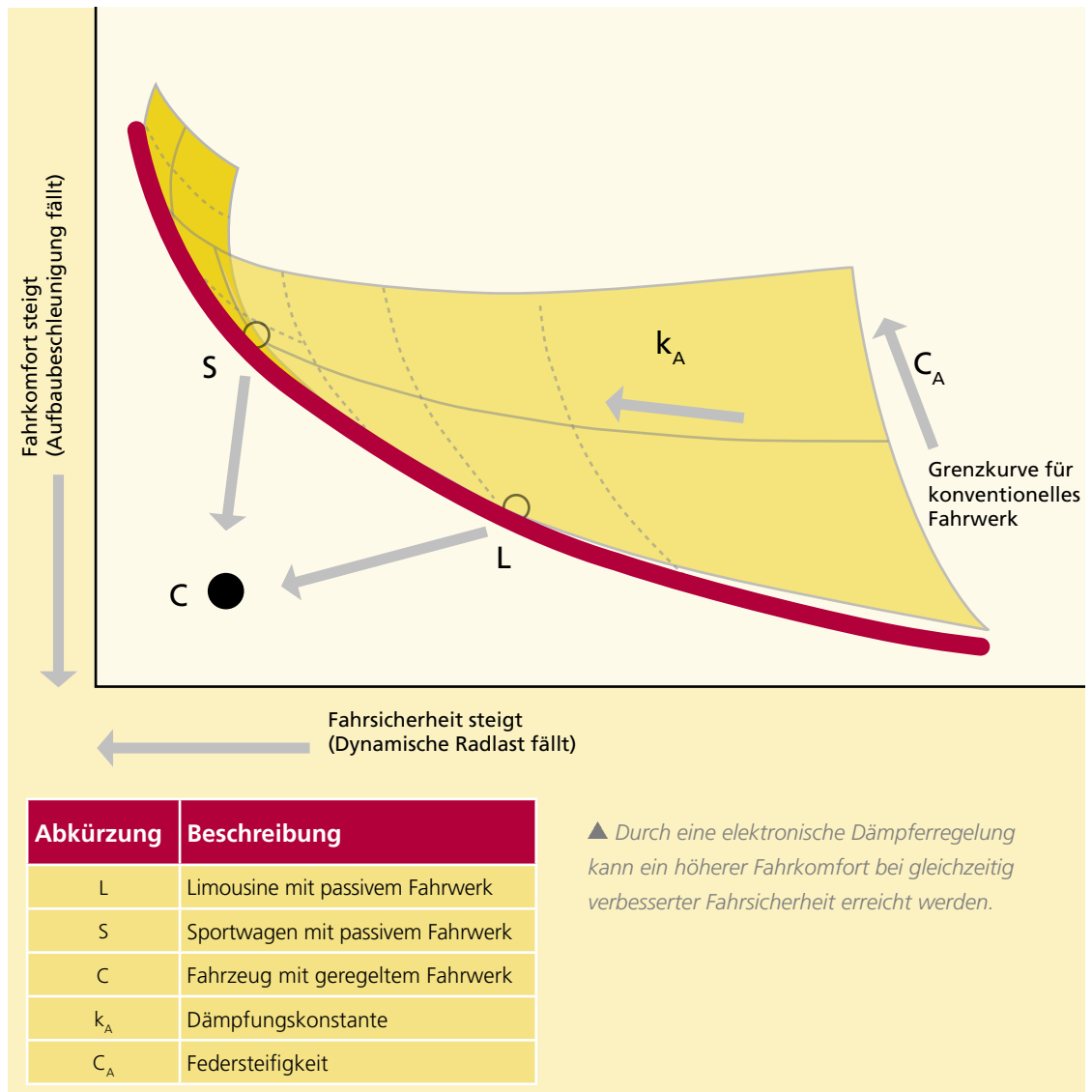
Funktionstests reduzieren Fehlerfortpflanzung

Während der Entwicklung dieses Regelsystems wird eine Vielzahl von kleinen Iterationsschleifen durchlaufen, um eine möglichst hohe Funktionalität bei hoher Zuverlässigkeit zu erreichen. Dazu werden in Simulink wiederholt funktionale Änderungen oder Erweiterungen durchgeführt und anschließend über TargetLink in Steuergeräte-Code konvertiert.

- BMW Group steigert Entwicklungseffizienz durch MTest
- Frühe Absicherung in der Funktionsentwicklung
- Elektronische Dämpferregelung sorgt für Fahrdynamik und Fahrsicherheit



◀ Der Aufbau der Testbäume erhöht die Bedienbarkeit und die Übersichtlichkeit der Testfälle.



Diese Iterationsschleifen sind jedoch fehlerträchtig und müssen deshalb möglichst frühzeitig abgesichert werden, um eine Fehlerfortpflanzung und damit unnötigen Arbeitsaufwand zu reduzieren. Darüber hinaus gibt es die im Projekt zeitlich fest verankerten Integrationsstufen, zu denen eine möglichst vollständig abgesicherte Software bereitgestellt werden muss. Da aber bei allen OEMs der Zwang besteht, Absicherungs- und Erprobungszeiten in den kostenintensiven Prototypen zu reduzieren, müssen alternative Testmethoden eingesetzt werden, um eine gleichbleibend hohe Qualität zu erreichen. Ein erster wichtiger Schritt, diesen Anforderungen gerecht zu werden, ist die Absicherung der in Simulink implementierten Funktionslogik, der so genannten ausführbaren Spezifikation. Diese Tests werden im Folgenden als Funktionstests bezeichnet.

Dazu wurde bei BMW ein Testwerkzeug gesucht, welches folgende Anforderungen erfüllt:

- ▀ Unterstützung der Simulink/TargetLink-Plattform
- ▀ Sowohl Absicherung von Modulen innerhalb des Funktionsmodells als auch Gesamttests möglich
- ▀ Realitätsnahe Absicherung durch Vorgabe von Abtastzeit, Anregungsdaten aus Messungen sowie Vorgabe aller Eingänge
- ▀ Verknüpfung von Spezifikationen und Testfällen
- ▀ Black-Box- und White-Box-Tests

Einsatz von MTest in der Serienentwicklung

Während der Entwicklung der Software für die Dämpferregelung wurde das Tool MTest von dSPACE zum ersten Mal bei BMW im Serienprozess eingesetzt. Ein wesentlicher Vorteil von MTest ist die Möglichkeit, strukturierte

Testbäume aufbauen zu können. Die Testbäume bestehen aktuell aus zwei Testgruppen: Zum einen werden einzelne Module des Gesamtsystems ausgewählt und auf ihre Funktion hin getestet (Modultests). Zum anderen wird das Gesamtsystem mit so genannten Verbundtests abgesichert. Dabei wird versucht, über entsprechende Testfälle gezielt einzelne Funktionsmodule im Gesamtsystem

*„Durch den Einsatz von Software-Tests kann die Effizienz bei der Entwicklung von komplexen Regelsystemen im Fahrzeug signifikant erhöht werden.“
Jan Kirschbaum*

abzutesten. Jeder dieser Tests beinhaltet eine Vielzahl von Testsequenzen, welche einzelne Arbeitspunkte der zu testenden Funktion anfahren, um ein dichtes Testnetz zu erhalten und möglichst alle Fehler zu erkennen. Für diese Testsequenzen werden sowohl synthetisch erzeugte Stimuli als auch Messdaten verschiedener Fahrmanöver zur Anregung verwendet. Ist eine Funktion nach einem Testdurchlauf als fehlerfrei definiert, so werden diese Testergebnisse für weitere Testdurchläufe als Referenz verwendet. Bei einem nachfolgenden Testdurchlauf wird von MTest eine Evaluierung der Tests durchgeführt, indem die Testergebnisse mit den Referenzen nach ausgewählten Kriterien verglichen werden. Ein weiterer Vorteil des Tools besteht darin, bei Bedarf einzelne Testsequenzen auszuwählen und auszuführen, so dass nicht immer der gesamte rechenintensive Testbaum abgearbeitet werden muss. Das Tool erlaubt es auch, mehrere ausgewählte Tests automatisiert abarbeiten zu lassen, so dass rechenaufwändige Simulationen durchaus nachts laufen können und tagsüber keine Rechenkapazitäten blockiert werden. Zur Auswertung der Tests wird der in MTest enthaltene Report Generator genutzt, der die erzielten Testergebnisse grafisch in einem PDF-Dokument darstellt. Anhand dieses Dokuments werden die Auswertungen der Tests vorgenommen.

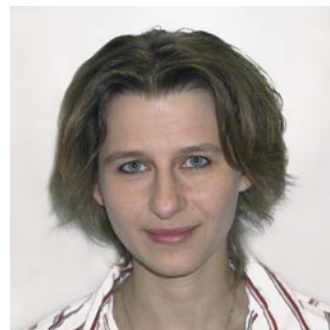
Höhere Qualität der Funktionen mit MTest

Durch die Absicherung der so genannten ausführbaren Spezifikation in Simulink konnten die Qualität der Funktionslogik deutlich erhöht und unnötige Iterationsschleifen aufgrund fehlerhafter Implementierung reduziert werden. Diese Tests trugen einen erheblichen Teil dazu bei, den Entwicklungsprozess bei BMW noch effizienter zu gestalten.

Mit MTest konnte dem gesteigerten Testbedarf in der Entwicklung von Regelsystemen im Fahrzeug Rechnung getragen werden. Es sind aber noch weitere Absicherungsstufen notwendig, um bei der wachsenden Komplexität eine gleichbleibend hohe Qualität zu gewährleisten. In Zukunft werden daher auch vermehrt Tool-Schienen gefragt sein, die ein durchgängiges Abtesten auf allen Plattformen erlauben. Durch die gute und konstruktive Zusammenarbeit mit dSPACE, in Form von Feedbackrunden, konnte die Benutzerfreundlichkeit von MTest weiter verbessert werden. Durch weitere Optimierungen kann sich dieses Tool als ein Standard in diesem Bereich etablieren.



*Jan Kirschbaum
Funktionsentwicklung Vertikaldynamik
BMW Group, München*



*Andrea Neugebauer
Elektrik/Elektronik
Bertrandt GmbH, München*