

Cool, auch wenn's heiß wird

➤ **Behr-Hella Thermocontrol: Entwicklungsprozesse mit dSPACE-Werkzeugen**

➤ **Seriencode-Generierung mit TargetLink**

➤ **Verifikations- und Integrationstests mit dSPACE Simulator**

Klimaanlagen gehören in neuen Fahrzeugen schon fast zur Standardausstattung. Gründe für ihre zunehmende Verbreitung sind höherer Komfort und – durch eine angenehmere Fahrsituation – verbesserte aktive Sicherheit. Um dem immer höheren Aufwand der Steuer- und Regelungsstrategien gerecht zu werden, wird bei Behr-Hella Thermocontrol ein modellbasierter Entwicklungsprozess mit dSPACE-Werkzeugen etabliert, der in vielen Phasen effizienteres Arbeiten erlauben soll.

Moderne Klimaanlagen sind komplexe Systeme mit einer Vielzahl von Regelkreisen, Sensoren und Aktoren. Die Klimasteuerung wird von vielen thermodynamischen Strecken und Umgebungsbedingungen beeinflusst, zum Beispiel Feuchte, Sonneneinstrahlung, Gebläse und natürlich Außen- und Innentemperatur. Vollständige Tests mit neuer Steuergeräte-Hardware und -Software können daher nur im realen Fahrzeug durchgeführt werden. Gerade bei neuen Fahrzeugmodellen sind Prototypen allerdings selten verfügbar und die Echtlasten liegen zudem oft noch gar nicht vor. Daher haben wir bei Behr-Hella Thermocontrol eine Simulationsumgebung geschaffen, die umfangreiche Tests unabhängig vom Fahrzeug ermöglicht.

Steuergeräte-Software programmiert. Diesen Schritt führen wir mit TargetLink von dSPACE durch, das aus unseren Simulink-Modellen automatisch Seriencode generiert. Durch die Software-in-the-Loop-Simulation (SIL) von TargetLink lassen sich mögliche Funktions- oder Quantisierungsfehler früh erkennen und beheben. Inzwischen ist TargetLink-Code schon in mehreren Steuergeräten erfolgreich im Einsatz.

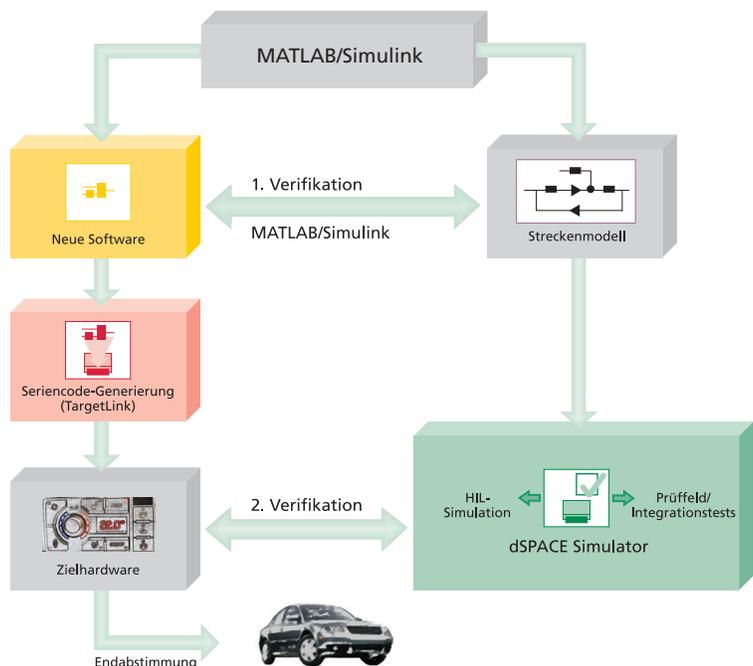
Verifikation und Integration mit dSPACE Simulator

Sobald die neue Steuergeräte-Software auf der Zielhardware läuft, setzen wir dSPACE Simulator für eine

Seriencode-Generierung mit TargetLink

Die Software unserer Steuergeräte entwickeln wir zunehmend mit MATLAB®/Simulink®. Mit entsprechenden Streckenmodellen, die ebenfalls in MATLAB/Simulink vorliegen, können wir neue Software-Module oder Funktionen im Zusammenspiel mit den zugehörigen Teilstrecken simulieren. Diese erste Verifikation soll hierbei noch ohne Echtzeit-Hardware durchgeführt werden.

Bei neuen Funktionen erfolgt eine Prototyping-Phase: dabei setzen wir im Bereich der Vorentwicklung erfolgreich die MicroAutoBox von dSPACE ein. Anschließend wird die



▲ Entwicklungsprozess mit dSPACE-Werkzeugen.

zweite Verifikation ein: Das Zusammenspiel von Hardware und Software lässt sich durch dSPACE Simulator überprüfen, indem wir das reale Fahrzeug durch Modelle nachbilden. Mit dieser Hardware-in-the-Loop-Simulation (HIL) können eventuelle Fehler frühzeitig entdeckt und korrigiert werden. Mit dSPACE Simulator und den entsprechenden Modellen sind wir auch in der Lage, Hardware/Software-Integrations tests im Prüffeld durchzuführen. Im Idealfall benötigen wir zukünftig das reale Fahrzeug nur noch für die Endabstimmung.

Unser dSPACE Simulator basiert auf standardmäßiger, modularer dSPACE-Hardware: dem DS1005 PPC Board für Echtzeit-Berechnungen sowie mehreren A/D-, D/A- und Digital-I/O-Karten. Außerdem nutzen wir mehrere DS4302 CAN Interface Boards, um die CAN-Kommunikation im Fahrzeug zu simulieren.

Neben einem steuerbaren Netzteil und einem universellen Steckersystem haben wir auch zwei Eigenentwicklungen integriert: zum einen ein Leistungsmodul mit vier Stromsenken und vier Leistungsschaltern, zum anderen eine Karte, die unsere speziellen Anforderungen an die Signalkonditionierung erfüllt. Mit diesem System ist es uns gelungen, eine einheitliche Hardware-Plattform zum Testen der von uns entwickelten Klimasteuergeräte zu schaffen.

Intelligenter Einsatz von Modellen

Alle Modelle basieren auf MATLAB/Simulink. Die Modellierung führen wir selbst durch. Dabei können wir



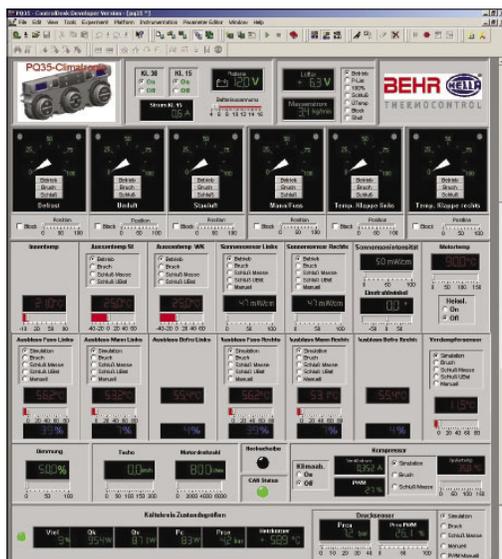
▲ Klimasteuergeräte von Behr-Hella Thermocontrol – entwickelt mit dSPACE-Werkzeugen.

auf das thermodynamische und strömungstechnische Know-how der Firma Behr zurückgreifen, was für uns ein großer Vorteil ist. Darüber hinaus lassen sich Modelle unserer Kunden, wie zum Beispiel Kennfelder oder Spezifikationen, problemlos integrieren, wovon sowohl unsere Kunden als auch wir profitieren.

Mit unserer Simulationsumgebung führen wir virtuelle Testfahrten durch. Am Anfang steht typischerweise eine Testfahrt im realen Fahrzeug, bei der wir Messwerte wie zum Beispiel Außentemperatur, Sonnenintensität, Geschwindigkeit, Drehzahl oder Motortemperatur erfassen. Diese Messwerte sind die Grundlage für eine realistische Simulation und werden später mit ControlDesk Test Automation, der dSPACE-Software für Testautomatisierung, in die Simulation eingespielt. Dadurch können wir die real durchgeführten Testfahrten mit dSPACE Simulator in Echtzeit „nachfahren“.

Das Ergebnis der Arbeit mit dSPACE-Werkzeugen ist sehr erfreulich. SIL-/HIL-Simulationen und virtuelle Fahrten mit dSPACE Simulator erlauben uns eine umfassende und praktische Verifikation, insbesondere nach Software- oder Hardware-Änderungen. Wir erhalten dadurch eine verbesserte Qualität unserer Produkte. In Zukunft werden wir Prototyping und automatische Seriene-code-Generierung noch stärker mit dSPACE-Werkzeugen durchführen. Im Bereich der HIL-Simulation streben wir die Modellierung des gesamten Fahrzeuges aus klimatechnischer Sicht sowie die Entwicklung von vollautomatischen Integrations tests auf der Basis von dSPACE Simulator an. In diesem Umfeld hatten wir als Beta-Tester bereits die Gelegenheit, das neue dSPACE-Tool AutomationDesk einzusetzen, welches im Bereich der Testautomatisierung für uns ein hohes Anwendungspotenzial erkennen lässt.

Dr. Ralph Trapp
Behr-Hella Thermocontrol GmbH
Deutschland



▲ ControlDesk und zukünftig AutomationDesk sind zentrale Werkzeuge für automatisierte Tests.