



Ambitionierte

Klimazie

Eine präzise Regelung der Innenraumtemperatur ist das A und O bei der Entwicklung von Fahrzeugklimaanlagen. Deren sehr zeitaufwendige Kalibrierung will Bergstrom zukünftig um bis zu 80 % verkürzen. Dabei setzt der Klimaspezialist auf einen modellbasierten Ansatz mit zahlreichen dSPACE Werkzeugen.

Nutz- und Spezialfahrzeuge müssen ihre anspruchsvolle Arbeit auch bei extremen Temperaturen immer zuverlässig verrichten. Damit ihre Bediener einen „kühlen Kopf“ bewahren und sich voll und ganz auf ihren verantwortungsvollen Job konzentrieren können, müssen in ihren Fahrerkabinen immer optimale Arbeitsbedingungen herrschen. Einen wichtigen Beitrag zu dieser sogenannten „Konditionssicherheit“ leistet Bergstrom Inc.

Ambitioniertes Wunschziel

Im Bereich Fahrerhaus-Klimasysteme bietet das Unternehmen zwei kommerzielle Produkte: ein klassisches, motorgetriebenes und ein batteriebetriebenes System (vermarktet als

NITE, Kurzform für No-Idle Thermal Environment) für den Betrieb der Klimaanlage bei stehendem Fahrzeug. Eine der Kernkomponenten aller Bergstrom-Systeme ist das automatische Temperaturreglergerät, für dessen Test und Kalibrierung bisher sehr lange Iterationszeiten benötigt werden. Seine Entwicklung soll daher langfristig beschleunigt und mehr Kalibriereschritte offline im Zuge eines neuen, modellbasierten Entwicklungsprozesses durchgeführt werden. Die Messlatte legte das Unternehmen dabei von Anfang an sehr hoch: Bergstrom setzte sich das Wunschziel, zukünftig sämtliche Regelsoftware zu 85 % virtuell zu entwickeln und 80 % der Kalibrierungszeit einzusparen. >>

Bergstrom plant, 85 % seiner Regelsoftware virtuell zu entwickeln

le



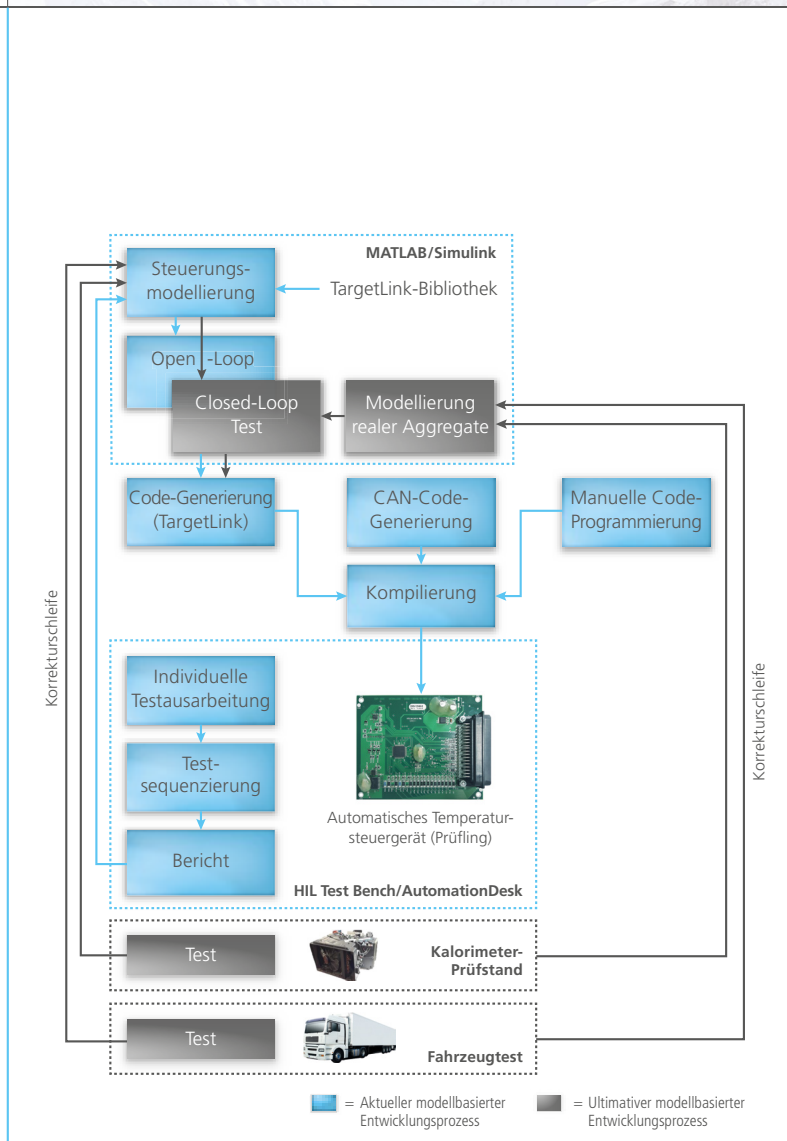


Abbildung 1: Derzeitiger (blau) und ultimativer (grau) modellbasierter Entwicklungsprozess bei Bergstrom.

Leistungsfähige Werkzeugkette erforderlich

Nachdem damit das Ziel der Reise zur modellbasierten Entwicklung bestimmt war, musste Bergstrom die passenden Transportmittel wählen, um es zu erreichen. Neben effizienten Prozessen war dafür auch eine bewährte und leistungsfähige Werkzeugkette erforderlich. Unter Beteiligung mehrerer dSPACE Produkte setzt das Unternehmen dabei auf

Entwicklungswerkzeuge auf dem neuesten Stand der Technik, im Detail auf:

- Ein Datenmanagementsystem, um die Entwicklungsdaten (Modelle, Dokumente, Spezifikationen, Software, Abbildungen, Tests etc.) strukturiert sowie aktuell zu verwalten und an einem zentralen Ablageort für alle Entwicklungsteams weltweit bereitzustellen

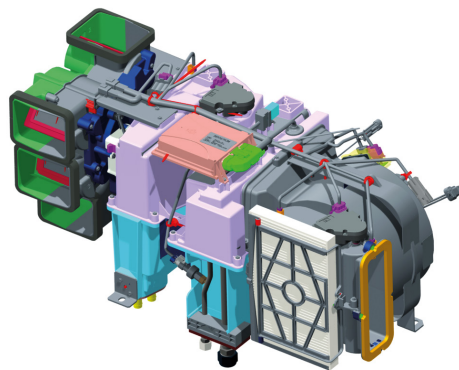
- Ein Software-Versionskontrollsystem für die Nachverfolgbarkeit im Lebenszyklus
- Ein Anforderungsmanagementsystem zum Dokumentieren, Analysieren, Nachverfolgen und Priorisieren der Anforderungen
- Die Modellierungsumgebung (MATLAB®/Simulink®) für die modellbasierte Software-Entwicklung
- Den Seriene-Generator dSPACE TargetLink®, um Modelle automatisch in effizienten, serienreife Code umzuwandeln
- Die Testautomatisierungssoftware dSPACE AutomationDesk in Kombination mit einem dSPACE Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulationssystem, um Software-Tests zu automatisieren

Neu strukturierter Entwicklungsprozess

Bei der initialen Verankerung dieser Werkzeuge in einem grundlegenden modellbasierten Entwicklungsprozess (Abbildung 1, blaue Elemente) lag eine der ersten Aufgaben darin, die Anforderungen bestehender Produkte mittels Reverse Engineering zu erfassen und zu dokumentieren. Die so gewonnenen Design-Informationen erlaubten Bergstrom, mit der Modellierung der Regelalgorithmen in MATLAB/Simulink anzufangen. Auf derselben Plattform konnte die modellierte Steuerung auch gleich im Open-Loop-Verfahren funktional getestet werden, wodurch die Entwickler schon in der Entwurfsphase erste Einblicke in das tatsächliche Verhalten ihrer Algorithmen bekamen. Waren die Tests erfolgreich, wurden die Steuerungsmodelle mit TargetLink in entsprechenden

„Für die Reise zur modellbasierten Entwicklung fiel die Wahl auf Tools von dSPACE, da uns das Unternehmen als Marktführer Entwicklungswerkzeuge auf dem neuesten Stand der Technik bietet.“

Bjorn Hansson, Bergstrom Inc.



Klassisches Heizungs-, Lüftungs- und Klimasystem

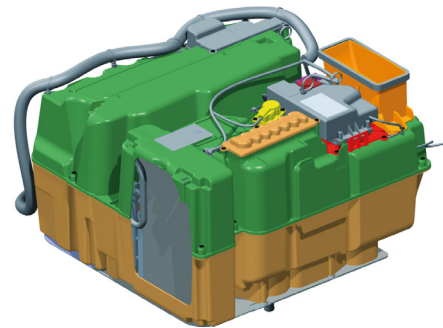
Automatisches
Temperatursteuer-
gerätNITE (No-Idle Thermal Environment) –
Batteriebetriebenes Heizungs-, Lüftungs- und Klimasystem

Abbildung 2: Das automatische Temperatursteuergerät (Mitte) ist eine der Schlüsselkomponenten sowohl in Bergstroms klassischem Heizungs-, Lüftungs- und Klimasystem (links) als auch im batteriebetriebenen NITE (No-Idle Thermal Environment)-System (rechts).

Seriencode umgesetzt. Dieser wurde anschließend, gemeinsam mit zusätzlich generierten Kommunikationsschnittstellen (CAN-Code), einem Kalibrierprotokoll (XCP) und von Hand programmierten Ergänzungen, kompiliert und auf dem Steuergerät implementiert. Danach folgten ausgiebige Tests des Steuergerätes auf einem Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulator. Um diese Tests zu vereinfachen, erstellte Bergstrom mit AutomationDesk eine Reihe von automatisierten Testfällen. Mit Hilfe der Ergebnisberichte dieser Tests konnten die Entwickler das Regelungsmodell korrigieren und anpassen.

Erste Tests im Fahrzeug

Nachdem ein einzelner Prototyp am HIL-Simulator getestet wurde, folgten die Integrationstests in einem echten Lkw-Fahrerhaus. Dazu wurden die Regler- und Schnittstellenmodelle mit TargetLink in Seriencode umgesetzt und auf dem Steuergerät implementiert. Im Fahrzeug konnte das Steuergerät mit einem Kalibriersystem über das XCP-Protokoll weiter abgestimmt werden. Weil der Prototyp im Testfahrzeug problemlos zum Laufen gebracht werden konnte, gestalteten sich diese Integrationstests erfolgreich.

Vielversprechendes Zwischenergebnis

Die erfolgreichen Tests im Fahrzeug zeigten, dass die Software-Steuerung bereits an diesem Punkt alle im Vorfeld gestellten Anforderungen erfüllt. Ein funktionierendes Modell ist jedoch nur der erste Schritt. Es zu kalibrieren und seine korrekte Funktion sicherzustellen, erfordert von den Entwicklern weiteren Aufwand. Die Erkenntnisse aus der physikalischen Welt auf die Modelle zu übertragen, gehört somit zu den aktuellen Entwicklungsaufgaben der Bergstrom-Ingenieure.

Der weitere Weg zum ultimativen Entwicklungsprozess

In der Folge sollen etablierte modellbasierte Arbeitsweisen verfeinert und durch weitere Testverfahren schrittweise ergänzt werden (Abbildung 1, graue Elemente). Beispielsweise werden die Korrekturschleifen, in denen die Modelle weiter verfeinert werden, dann auch Testergebnisse vom Kalorimeterprüfstand und aus realen Fahrzeugversuchen berücksichtigen. Dafür werden diese realen Aggregate auch in MATLAB/Simulink modelliert, um Regelungen in Zukunft im Closed-Loop-Verfahren testen zu können. So kann die Modellierung schon deutlich früher

und umfangreicher funktionsseitig validiert und abgesichert werden. Langfristig soll so das anvisierte Ziel von 85 % virtueller Entwicklung und Absicherung der Regelsoftware erreicht werden, und zwar vor Beginn der Tests im Fahrzeug, um so die Kalibrierungszeit auf mechanischer Ebene um 80 % zu reduzieren. In der Folge erwartet Bergstrom eine deutliche Zeit- und Kostenersparnis. Am Ende von Bergstroms Reise zur modellbasierten Entwicklung können dann nicht nur die Fahrer der Nutzfahrzeuge, sondern auch die eigenen Controller immer einen kühlen Kopf bewahren. ■

Bjorn Hansson, Bergstrom Inc.

Bjorn Hansson

Bjorn Hansson arbeitet als Chief Mechatronics Engineer bei Bergstrom Inc. in Rockford, Illinois, USA.

