

Zehn statt 1.000.000.000

Erfahrungen mit SCODE bei Bosch Powertrain Solutions

Kaum ein Softwaresystem ist so komplex wie das Luftsystem eines Verbrennungsmotors. Zahlreiche Einflussgrößen müssen betrachtet werden. Viele davon beeinflussen sich gegenseitig. Wird zu Beginn der Entwicklung der Zusammenhang der Einflussgrößen falsch betrachtet, kann es schnell sehr teuer werden. Um komplexe Systeme von Anfang an richtig zu verstehen und zu beschreiben, wurden die SCODE-Werkzeuge entwickelt. Doch halten sie in der Praxis, was sich das Entwicklerteam versprach?

Die SCODE-Entwicklungsmannschaft war angetreten, die stetig steigende Komplexität in der Software-Entwicklung in den Griff zu bekommen. Nach fünf Jahren im realen Einsatz können wir bei der Funktionsentwicklung für Dieselmotor-Luftsysteme der Robert Bosch GmbH Bilanz ziehen.

Die Herausforderung

Die Eigenschaften eines modernen Dieselmotors hängen maßgeblich vom Luftsystem ab. Eine komplexe Software mit vielen tausend Applikationsparametern sorgt für eine optimierte Leistungscharakteristik, höheren Komfort und zugleich dafür, die immer anspruchsvolleren Emissionsziele, beispielsweise für die RDE-Testzyklen (Real Driving Emissions), zu erfüllen.

Bei Bosch gilt das nicht nur für einen einzelnen Motor. Hinterlegt sind zum Beispiel Leistungsstufen, Getriebevarianten, Abgasnormen und individuelle Marktanpassungen. Eine dreistellige Zahl von Applikationsvarianten ein und desselben Motors sind nicht selten. Zusätzlich gelten strenge Zeit- und Kostenvorgaben. Eine solche Komplexität ist mit klassischen Methoden kaum noch umsetzbar – geschweige denn eine flexible Reaktion auf etwaige Änderungen.

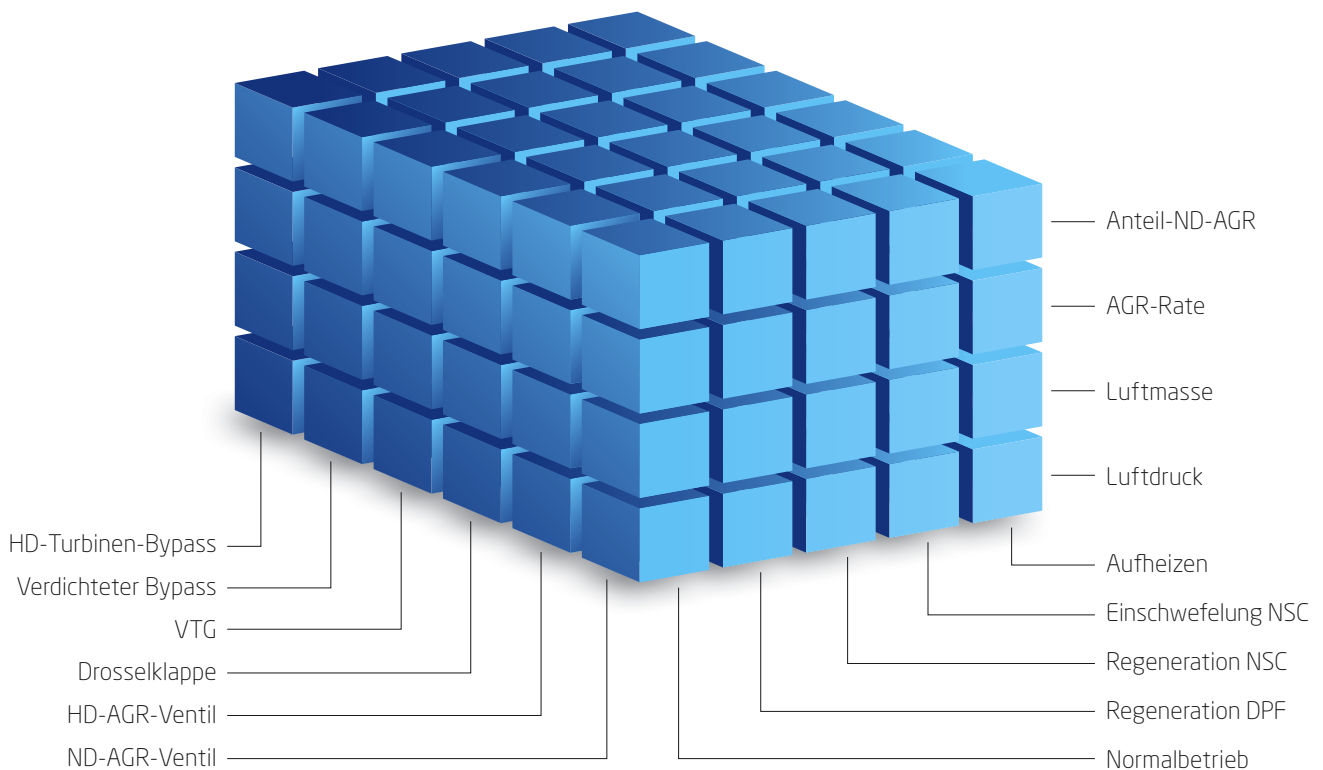
Die Lösung

Um das System in den Griff zu bekommen, haben wir bei Bosch bereits vor rund zehn Jahren statische Kennfelder sukzessive durch physikalische Modelle ersetzt. Diese beschreiben das Systemverhalten durch im Steuergerät hinterlegte Formeln und berechnen das Regelungsmodell zu diskreten Zeitpunkten.

Mit SCODE-ANALYZER lassen sich nun die komplexen Zusammenhänge von Regelungssystemen beschreiben und überprüfen. SCODE-CONGRA ermöglicht es dann, Systeme durch physikalische Formeln zu beschreiben, als interaktiven Graph anzuzeigen und überprüfen zu lassen und in Programmcode zu transferieren. Die Integration in MATLAB®- und Simulink®-Umgebungen ist möglich. Die Werkzeuge basieren auf dem Ansatz der funktionalen Morphologie, also dem Studium der Struktur und der Beziehungen der Funktionen untereinander, und der kognitiven Automatisierung, also dem Umgestalten von Informationen eines verhaltenssteuernden Systems.

SCODE-ANALYZER bringt Prioritäten und Struktur in die Systembeschreibung. Das Werkzeug fragt zunächst nach der Anforderung für jeden Schalter und beschreibt damit den

Die neuen Werkzeuge haben sich in der Praxis bestens bewährt und unsere Erwartungen sogar übertroffen.



Sollwerte, Luftsystemaktuatoren und Betriebsarten: Zunahme der Komplexität über drei Dimensionen.

vollständigen Problemraum. Dann zerlegt ihn das Verfahren mithilfe der morphologischen Analyse bereits während der Funktionsentwicklung in logische Teilräume, die sogenannten Modi, etwa die Abgasrückführungsrate im Normalbetrieb und die Luftmasse für eine Regeneration des Partikelfilters – oder auch die gleichzeitige Regelung beider Parameter, wenn der NO_x-Katalysator regeneriert wird. Insgesamt entstehen so rund zehn konkret zu bearbeitende Teilräume statt der theoretisch möglichen mehr als eine Milliarde.

Jeder Mode deckt vollständig sämtliche Anforderungen ab. Ungewünschte und unmögliche Kombinationen schließt der ANALYZER aus. Jede Kombination im Problemraum ist genau einem Mode zugeordnet. Das Ergebnis ist ein vollständig und eindeutig beschriebener Teilraum, der alle Anforderungen abdeckt und nichts Unnötiges enthält.

Der konkrete Nutzen

Mit SCODE hat sich die Komplexität der physikalischen Modelle innerhalb der Software, und damit der Applikationsaufwand, deutlich verringert. Ein weiterer Pluspunkt: Das Verfahren vereinfacht das Software-Design.

Durch den Einsatz der Tools hat sich die Entwicklungszeit bei vergleichbaren Funktionen um durchschnittlich 25 bis 30 Pro-

zent reduziert. Ebenso der Applikationsaufwand. Hinzu kommt die Design-Sicherheit durch die eindeutige und exakte Beschreibung sowie die deutlich leichtere Wiederverwendbarkeit bestehender Elemente. Ein Nebeneffekt: Über die sehr kompakte Darstellung jedes Modes verbessert das Verfahren die Dokumentation entlang des Kontrollflusses.

Fazit

Die neuen Werkzeuge haben sich in der Praxis bestens bewährt und unsere Erwartungen sogar übertroffen. Nach der Premiere bei Dieselmotoren etabliert Bosch das Verfahren derzeit als Standard auch für Ottomotoren sowie elektrische und hybride Antriebe.

Autor

Dr.-Ing. Thomas Bleile ist Fachreferent in der Funktionsentwicklung Luftsystem bei der Robert Bosch GmbH.



Ansprechpartner bei der ETAS GmbH:

Dr. Markus Behle (Senior Produktmanager für Software Engineering Tools und einer der Miterfinder von SCODE), Markus.Behle@etas.com