

Entwicklung des ESP für

Pilotprojekt mit ASCET-SD bei Knorr-Bremse



Von Dr. Detlef Zerfowski, Knorr-Bremse Systeme für Nutzfahrzeuge GmbH

Detlef Zerfowski während seines Vortrages auf dem Competence Exchange Symposium.

Auch bei Nutzfahrzeugen ermöglicht das Elektronische Stabilitäts-Programm (ESP) in kritischen Fahrsituationen eine wesentliche Verbesserung der Fahrsicherheit. Dabei müssen bei der Software-Entwicklung auch unterschiedliche Ladezustände und Fahrzeugkonfigurationen – etwa mit Anhänger oder Auflieger – berücksichtigt werden. Knorr-Bremse setzte bei der Serienentwicklung eines ESP-Systems für Nutzfahrzeuge in einem Pilotprojekt das Embedded Control Entwicklungssystem ASCET-SD ein.

Die zunehmende Software-Komplexität erfordert den Einsatz eines festgelegten organisatorischen Rahmens für den Software-Entwicklungsprozess. Ein solches Prozessmodell stellt das V-Modell dar, das neben den eigentlichen Entwicklungsschritten auch die Verifikation und Validierung der Software beinhaltet. Der Entwicklungsprozess ist dabei in mehrere Phasen unterteilt. Nach der Spezifikation folgen Grob- und Feinentwurf bevor dann zur Modulimplementierung übergegangen wird. In jeder Entwurfsphase werden Testfälle definiert, die die einzelnen Entwicklungsschritte überprüfbar halten.

Neben der zeitaufwendigen Umsetzung in C-Code ergibt sich als entscheidender Nachteil, dass das in ASCET-RSF vorliegende Modell, bedingt durch funktionale Änderungen im implementierten C-Code, binnen kürzester Zeit nicht mehr aktuell ist, da die Nachführung der Änderungen im ASCET-RSF-Modell nicht zu erzwingen ist.

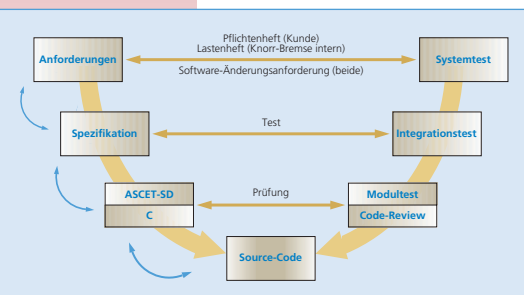
Im Rahmen eines Pilotprojekts – der Serienentwicklung eines Elektronischen Stabilitäts-Programms (ESP) für den Nutzfahrzeugbereich – entschied sich Knorr Bremse für den Einsatz von ASCET-SD. Entscheidend dafür war die erstmals zur Verfügung stehende Durchgängigkeit des Entwicklungsprozesses von der Spezifikation bis zum Serienelement. Somit können bereits in einer frühen Prototypenphase durch Simulation Funktionen auf ihr korrektes Verhalten hin überprüft werden, ohne dass schon eine konkrete Zielhardware vorliegt.

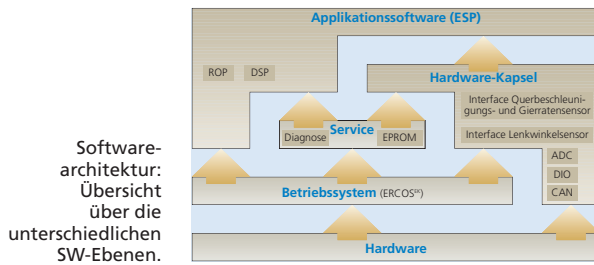
Durch die ständige Fortentwicklung der Funktionen innerhalb dieses Entwicklungssystems ist somit kein Übergang zwischen Entwicklungswerkzeugen mehr notwendig, der zu einem Verlust vorhergehender Implementierungsinformationen führen würde. Die frühzeitige Simulation der Integer-Implementierung (ohne vorhandene Ziel-Hardware) erlaubt die Berücksichtigung von Quantisierungseffekten in frühen Entwicklungsphasen.

Validation und Verifikation.

Erste Erfahrungen

Im Rahmen der Entwicklung eines Anhängersteuermoduls ging Knorr-Bremse den ersten Schritt in Richtung eines neuen Entwicklungsprozesses. Dabei kam ASCET-RSF zum Einsatz. Bei dem Vorgänger des aktuellen ASCET-SD handelt es sich um ein CASE-Tool, das die graphische Spezifikation der zu implementierenden Regelalgorithmen und deren Entwicklung erlaubt. Es besteht jedoch noch keine Möglichkeit der automatischen Codegenerierung, so dass für die Zielhardware eine manuelle Reimplementierung der Funktionen in C erforderlich ist.





Nutzfahrzeuge

Zeitintensive und fehleranfällige Software-Änderungen aufgrund nicht vorhersehbarer Quantisierungseffekte in späten Entwicklungsphasen werden somit vermieden. Die Implementierung im Steuergerätecode wird durch die automatische Codegenerierung von ASCET-SD realisiert, wodurch sich die Entwicklungszeit wesentlich verkürzt.

Testverfahren

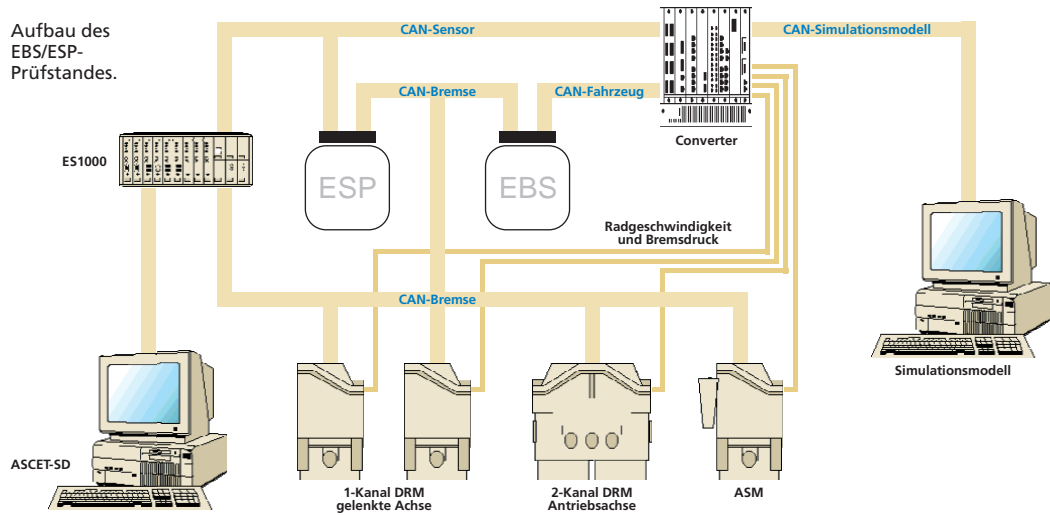
Eine besondere Bedeutung in der Software-Entwicklung nimmt die Testphase unter realitätsnahen Bedingungen ein. Da Software-Tests in Fahrzeugen zeitaufwändig, kostenintensiv und zudem schlecht reproduzierbar sind, wurde bei Knorr-Bremse ein Prüfstand unter Verwendung von ASCET-SD aufgebaut. Er ermöglicht eine realistische Simulation von Fahrmanövern unter verschiedenen Bedingungen.

Außerdem kommt noch ein von Knorr-Bremse entwickeltes Fahrzeug-Simulationsmodell auf einem separaten PC zum Einsatz. Dieses Modell erlaubt die Spezifikation unterschiedlicher Fahrzeugkonfigurationen, Umwelteinflüsse und Fahrmanöver, die in Echtzeit anhand eines sich bewegenden Fahrzeuges als 3D-Gittermodell visualisiert werden.

Im Prüfstand wird als Hardware-in-the-Loop ein ES1000-System mit ASCET-SD eingesetzt, das selektiv Teilfunktionen der ESP-Software außerhalb des ESP-Steuergeräts in der Experimental-Hardware ablaufen lassen kann (Bypass-Betrieb). Somit ist es möglich, ESP-Funktionalität – zum Beispiel in noch nicht-quantisierter Implementierung – im Gesamtsystem zu testen. Die dafür notwendige Kommunikation zwischen dem ESP-Steuergerät und der ES1000-Hardware erfolgt dabei über eine CAN-Schnittstelle.

ASCET-SD-Systeme können über eine Hardware-in-the-Loop-Einbindung auch direkt im Fahrzeug eingesetzt werden. Die so bei realen Fahrmanövern gewonnenen Messdaten dienen dann anschließend als Grundlage für die am Prüfstand durchzuführenden Testfahrten.

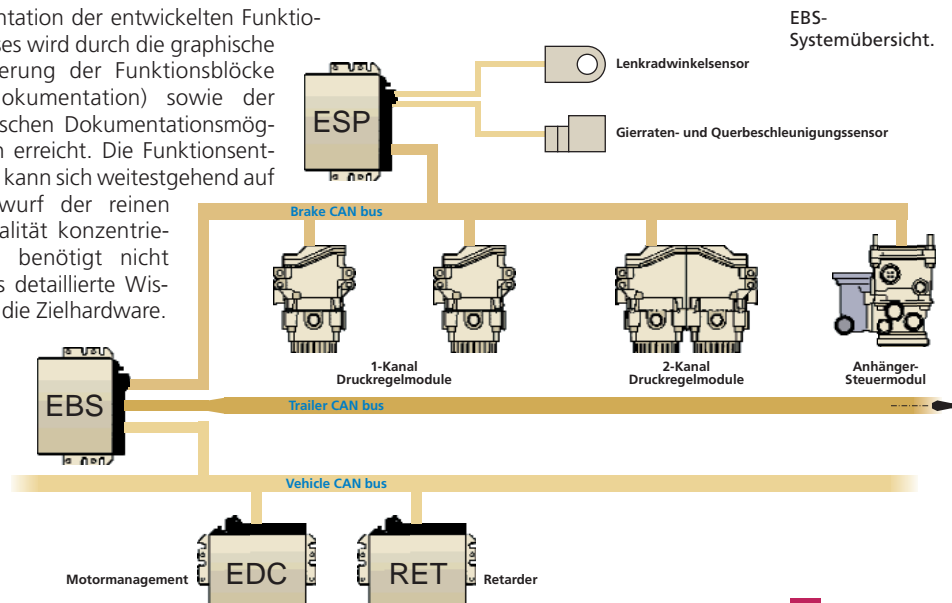
Aufbau des EBS/ESP-Prüfstandes.



Basis für weitere Entwicklungen

Unter dem Strich sieht Knorr-Bremse im Einsatz von ASCET-SD eine deutliche Effizienz- und Qualitätssteigerung im Bereich der Software-Entwicklung für eingebettete Systeme. Dies ist auch mit einem entsprechenden Return-On-Invest (ROI) verbunden. Die Durchgängigkeit des Entwicklungsprozesses „erzwingt“ einen strukturierten Entwurf sowie eine stets aktuelle Dokumentation der entwickelten Funktionen. Dieses wird durch die graphische Strukturierung der Funktionsblöcke (Systemdokumentation) sowie der automatischen Dokumentationsmöglichkeiten erreicht. Die Funktionsentwicklung kann sich weitestgehend auf den Entwurf der reinen Funktionalität konzentrieren und benötigt nicht mehr das detaillierte Wissen über die Zielhardware.

Als Ergebnis steht eine im hohen Maße wiederverwendbare Funktionssoftware zur Verfügung. Unter Ausnutzung der bei der ESP-Entwicklung gesammelten Erfahrungen muss sich die Leistungsfähigkeit des gesamten Entwicklungsprozesses bei Knorr-Bremse zur Zeit im Rahmen der Entwicklung eines neuen EBS-Systems auf einer anderen Zielhardware beweisen.



EBS-Systemübersicht.