

Schneller ans Ziel: TargetLink bei Conti Temic

- TargetLink für komplexe Steuerungs- und Regelungsfunktionen
- Jederzeit aktuelle Dokumentation
- Steigerung der Transparenz durch modellbasierte Entwicklung

Bei den heutigen Diesel-Einspritzsystemen wirken Elektronik und elektromagnetisch gesteuerte Einspritzdüsen zusammen. Hierbei werden vor allem hohe Anforderungen an die Elektronik gestellt, um für verbesserte Einspritz- und Verbrennungsprozesse sowie deutlich verringerte Verbrauchs- und Abgaswerte zu sorgen. Conti Temic entwickelt für die Nutzfahrzeuge von DaimlerChrysler ein Steuergerät für Dieselmotoren, das diesen hohen Anforderungen gerecht wird. Bei der erfolgreichen Umsetzung kommt eine modellbasierte Funktionsspezifikation und die automatische Seriencode-Generierung mit TargetLink von dSPACE zum Einsatz. Damit lassen sich auch komplexe Motorsteuerungsfunktionen einfacher und überschaubarer spezifizieren und in Steuergeräte-Code umsetzen.

Anforderungen an die Motorregelung

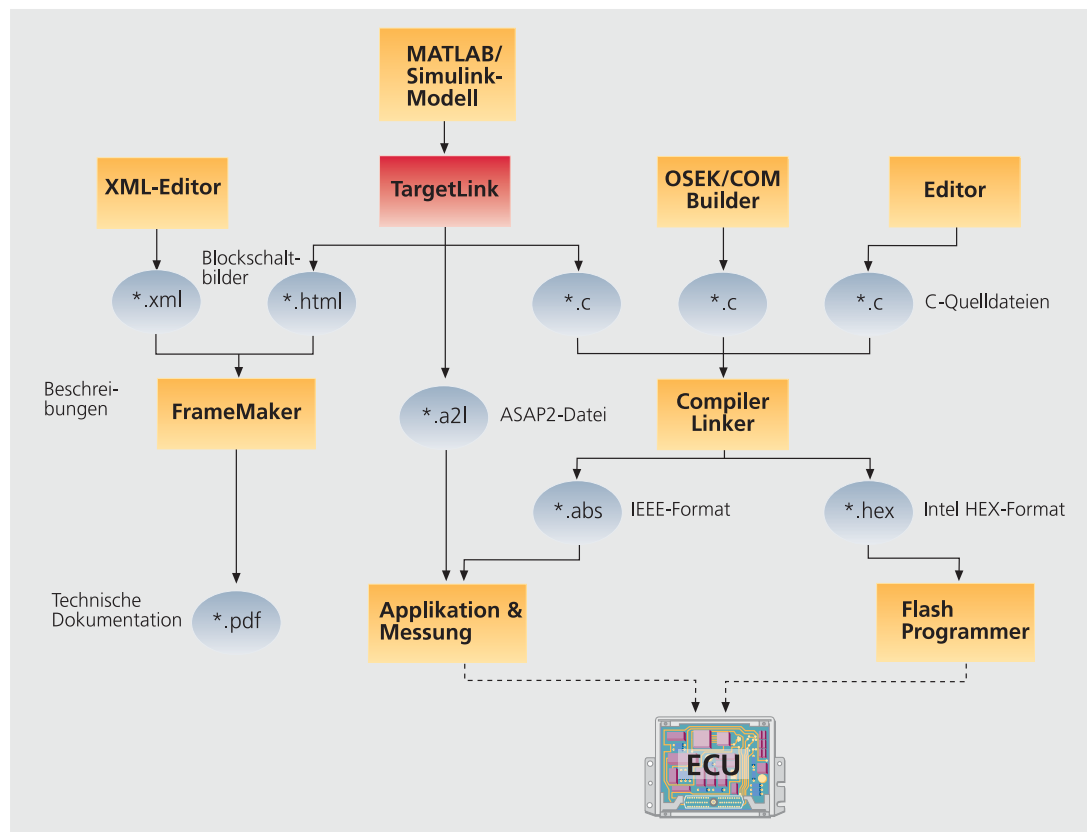
Eine zentrale Aufgabe der Motorregelung stellt die schnelle Verfügbarkeit des vom Fahrer per Gaspedal angeforderten Drehmoments dar. Weitere Anforderungen sind die Senkung des Kraftstoffverbrauchs bei gleichzeitig hohem Nutz- und Wirkungsgrad und die Einhaltung der vom Gesetzgeber vorgeschriebenen Abgasgrenzwerte, zum Beispiel die EURO/EPA Abgasnormen. Daneben ist der Motor in allen Betriebszuständen, zum Beispiel bei Start, Leerlauf oder Fahrbetrieb, gegen Überlastung zu schützen. Eine „On-Board-Diagnose“ dient zur Überwachung aller abgasrelevanten Bauteile und hilft beim Feststellen von Fehlern in der Hardware, zum Beispiel bei defekten Sensoren. Über eine standardisierte Schnittstelle können die Fehler gelesen werden, wodurch eine gezielte Behebung in den Fachwerkstätten ermöglicht wird.

► Neueste Steuergeräte-Technologie von Conti Temic für DaimlerChrysler.

Software-Architektur bei Conti Temic

Die Architektur der Software basiert auf dem in Embedded Systems gebräuchlichen Schichtenmodell. Der Mikrocontrollerkern (μ C-Kern) als untere Schicht enthält alle prozessor- und hardwarespezifischen Teile der Software. Dazu gehören ein OSEK-Betriebssystem, das BIOS (Basic I/O System) und die hardwarenahen Kommunikationsroutinen für CAN-Bus und K-Leitung. Der Datenaustausch zwischen dem darüber liegenden Real-Time Interface und dem μ C-Kern erfolgt über Funktionen, die im μ C-Kern enthalten sind. So lässt sich gewährleisten, dass die Software oberhalb dieser





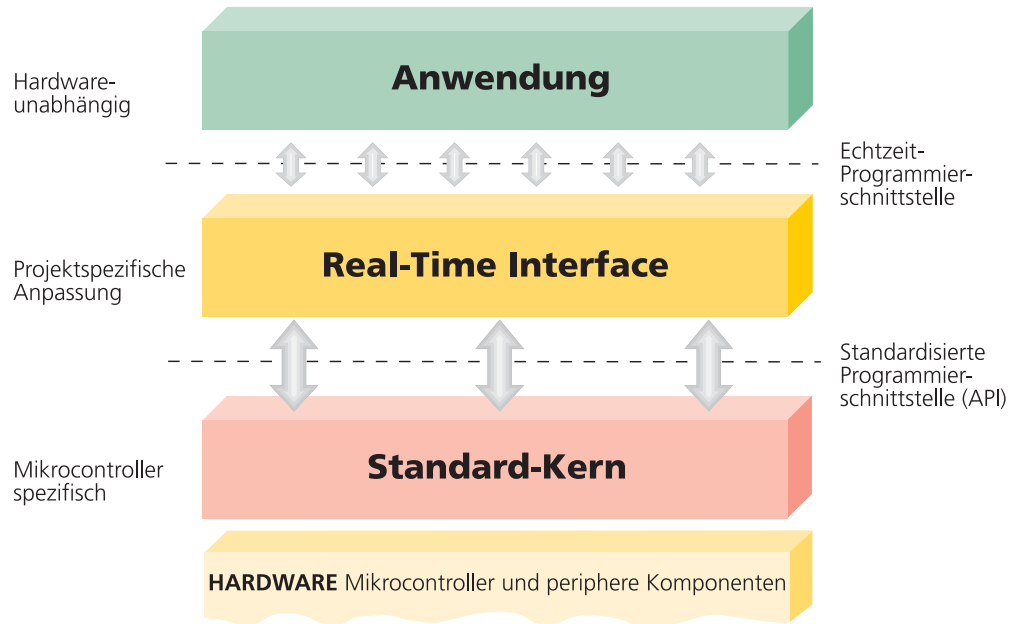
▲ Der Software-Entwicklungsprozess bei Conti Temic.

Schnittstelle weitestgehend hardwareunabhängig programmiert werden kann. Das Real-Time Interface dient zur projektspezifischen Anpassung der Applikation an den darunter liegenden µC-Kern. Daneben enthält es alle Routinen mit hohen Echtzeit-Anforderungen, die sich nicht als OSEK-Tasks realisieren lassen. Ein Teil des Real-Time Interfaces wurde mit TargetLink implementiert. Die oberste Schicht, die wir als Application Layer bezeichnen, enthält alle Steuer- und Regelalgorithmen für den Betrieb des Motors. Diese Komponenten wurden komplett mit TargetLink entworfen, simuliert und implementiert. In der Summe konnten mit TargetLink 80% des Steuergeräte-Codes erzeugt werden.

Software-Entwicklungsprozess bei Conti Temic

Für die Entwicklung der Steuer- und Regelalgorithmen setzen wir bei Conti Temic das Standard-Simulationswerkzeug MATLAB®/Simulink® von The MathWorks ein. Ein modularer Aufbau der Software, der eine Unterteilung der einzelnen Funktionsanforderungen in jeweils separate Modelle ermöglicht, und die Verwendung von Simulink-Bibliotheken erlauben zudem das parallele Arbeiten von mehreren Entwicklern an einem Projekt.

Neben weiteren Standard-Tools spielt TargetLink als Seriencode-Generator von dSPACE eine herausragende Rolle in unserem Entwicklungsprozess. Dabei bietet TargetLink neben der Seriencode-Generierung auch die Möglichkeit, die modellbasiert entwickelten Funktionen anhand von Simulationen effektiv zu verifizieren. Das funktionelle Verhalten wird zunächst anhand einer „Floating Point“-Simulation (Model-in-the-Loop-Simulation) überprüft. Ist man mit dem so erhaltenen Resultat zufrieden, stellt man die Simulationsergebnisse einer „Fixed Point“-Simulation (Software-in-the-Loop-Simulation) gegenüber. Auch diese Simulation wird direkt auf dem Entwickler-PC durchgeführt. Hierbei können schnell Parametrierungsfehler, zum Beispiel ein falsch gewählter Datentyp, eine unzureichende Quantisierung etc., festgestellt und entsprechend korrigiert werden, was später zu einem deutlich geringeren Aufwand für das Debugging auf der Zielhardware führt. Die Qualität der von TargetLink generierten C-Dateien ist einwandfrei, der C-Code ist sehr gut kommentiert und auf den im Steuergerät eingesetzten Prozessortyp hin optimiert. Unsere Erfahrungen im Projekt beim Einsatz mit TargetLink haben weiterhin gezeigt, dass das per PC-Simulation verifizierte funktionelle Verhalten eines Modells stets mit



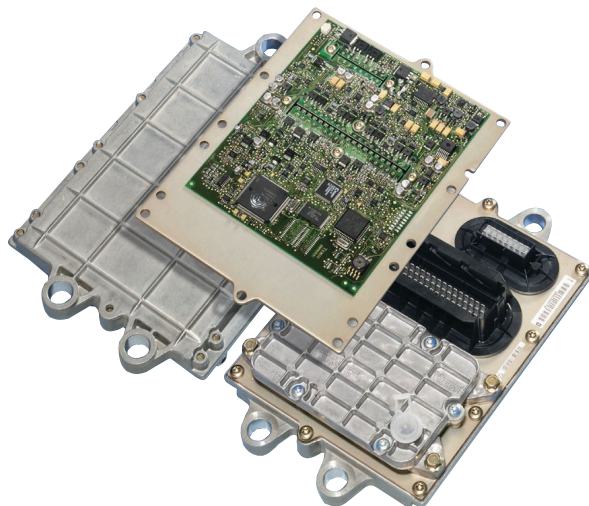
▲ Modell der Software-Architektur für Embedded Systems bei Conti Temic.

dem Verhalten auf der Zielhardware übereinstimmt. Als weiteres Einsatzgebiet von TargetLink in unserem Projekt ist die automatische Erstellung einer Steuergeräte-Beschreibungsdatei im standardisierten ASAP2-File-Format zu nennen. Außerdem findet bei uns die von TargetLink gegebene Möglichkeit einer automatischen Dokumentation der entwickelten Modelle Anwendung, wobei dSPACE hier für uns einige firmenspezifische Anpassungen vorgenommen hat. Somit ist letztendlich sichergestellt, dass jederzeit eine zum Modellstand passende Kunden-Dokumentation verfügbar ist. Gerade die extreme Komplexität hinsichtlich der Anforderungen an eine Motorregelung führte in der

Vergangenheit zu einer stetigen Weiterentwicklung und Optimierung von TargetLink. Dies geschah in enger Zusammenarbeit mit dSPACE. Aufmerksamkeit verdient hierbei das TargetLink Support Team, das mit umfassender Kooperation und Kompetenz maßgeblich zum Erfolg beigetragen hat.

Ausblick

Im Januar 2003 wurde das Motorsteuergerät direkt im Fahrzeug unter Extrembedingungen am Polarkreis getestet. Die äußerst positive Resonanz unseres Auftraggebers spiegelt die bisher geschilderten Erfahrungen wider. Durch den Einsatz von TargetLink konnte eine bis dahin nicht erreichte Testtiefe erzielt werden, die zwangsläufig zu einer Reduzierung der Anzahl von Fehlermeldungen durch den Kunden führt. Wir betrachten nicht nur die Steigerung der Qualität, sondern auch die bessere Transparenz der modellbasierten Software-Entwicklung als einen entscheidenden Faktor auf dem Weg zur Verkürzung der Entwicklungszeiten bei immer komplexer werdenden Projekten. Da diese Aspekte für fast alle Projekte im Bereich der Automobilelektronik zutreffen, wurde TargetLink bei Conti Automotive Systems als Mainstream-Entwicklungstool definiert.



▲ Mit innovativen Werkzeugen entwickelt – das Conti Temic Steuergerät.

Jochen Diehm und Dr.-Ing. Stefan Günther
Conti Temic microelectronic GmbH
Produktlinie Antrieb & Fahrwerk
Entwicklung Dieselmotor
Deutschland