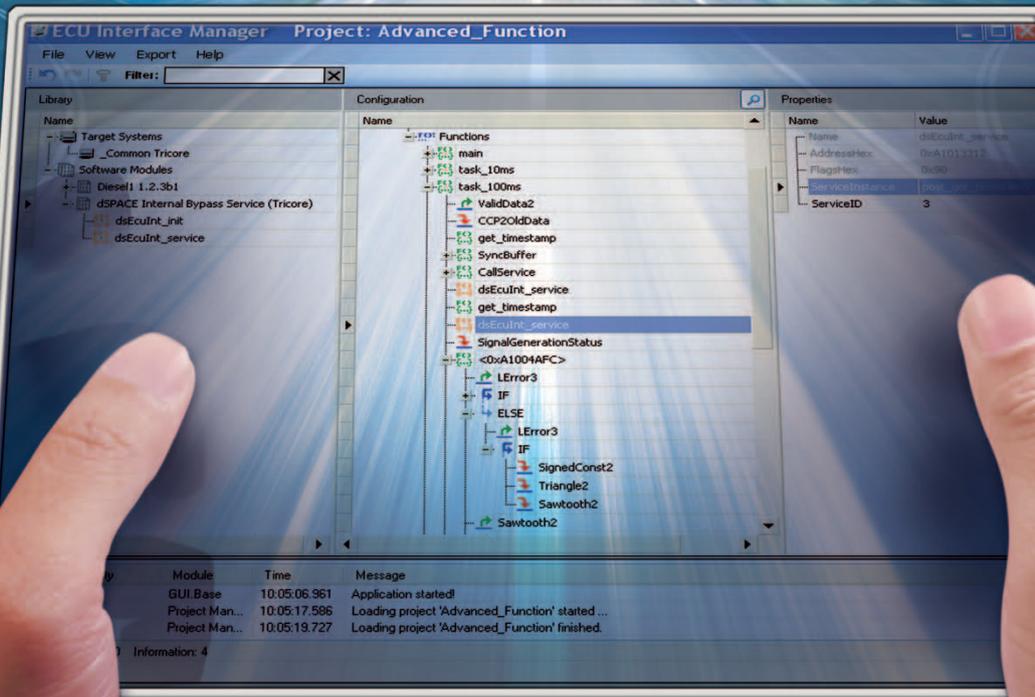


# Bypassing

ohne Umwege

Ideen schneller auf die Straße bringen

Umleitung



Mit dem ECU Interface Manager und der internen Bypass-Option erweitert dSPACE das Werkzeugportfolio für die schnelle Funktionsentwicklung und das servicebasierte Bypassing. Funktionsfreischnitte lassen sich nun unmittelbar in die kompilierte Steuergeräte-Software einfügen und neue Ideen direkt auf dem Zielsteuergerät umsetzen. Der Steuergeräte-Quellcode und die Build-Umgebung sind dafür nicht erforderlich.



### Neue Herausforderungen

Heutzutage wird für neue Fahrzeuggenerationen in der Regel keine komplett neue Steuergeräte-Software entwickelt, sondern der bestehende Code angepasst. Für diese Arbeitsweise hat sich das servicebasierte externe Bypassing bewährt, bei dem ein Rapid-Prototyping-System die neuen Funktionen parallel zum Steuergerät berechnet. Die notwendigen Schnittstellen (sog. Freischnitte) in der Steuergeräte-Software muss der Zulieferer als Service-Aufrufe im Quellcode integrieren. Dieser Prozess ist in der Regel durch iterative Abstimmungen zwischen Fahrzeughersteller und Zulieferer gekennzeichnet, und in einigen Fällen werden im Projektverlauf zusätzliche, vorab nicht eingeplante Software-Anpassungen notwendig. Für den Fahrzeughersteller können entsprechend lange Projektlaufzeiten und hohe Projektkosten die Folge sein.

Bei AUTOSAR-Steuergeräten ergeben sich weitere Herausforderungen, denn werden Software-Komponenten beim Fahrzeughersteller oder bei Projektpartnern entwickelt und dem Steuergeräte-Zulieferer zur Integration in die Gesamtsoftware als Objekt-Code übergeben, kann der Steuergeräte-Lieferant diese Komponenten meist nicht mehr verändern, d.h. keine Freischnitte einfügen.

Obwohl aktuelle Innovationstreiber wie Elektromobilität, CO<sub>2</sub>-Reduktion und Verkehrssicherheit den Bedarf an geeigneten Prototyping-Entwicklungsumgebungen erhöhen, steht einem Ausbau häufig das Budget im

Weg. Kostengünstige Einstiegsysteme werden zunehmend gefordert. Gleichzeitig stößt man bei der Entwicklung von sehr schnellen Regelschleifen mit der externen Bypass-Methode an Grenzen.

### Die Antwort: Erweiterte Werkzeugkette

Die Antwort auf diese Herausforderungen bietet dSPACE mit einer erweiterten Werkzeugkette für die Funktionsentwicklung mittels der Bypass-Methode. Neben den existierenden Lösungen für das externe Bypassing auf leistungsfähigen Rapid-Prototyping-Systemen wird nun zusätzlich das interne Bypassing, auch On-Target-Prototyping genannt, unterstützt. Auf Basis einer durchgängigen Entwicklungsumgebung in MATLAB®/Simulink® können somit Software-Funktionen direkt auf dem vorhandenen Steuergerät unter Ausnutzung der freien RAM- und Flash-Speicherressourcen entwickelt werden. Zudem steht ein neues Werkzeug, der ECU Interface Manager, zur Verfügung. Damit haben Endanwender die Möglichkeit, selbstständig Bypass-Freischnitte für das interne und externe Bypassing in die kompilierte Steuergeräte-Software einzubinden. Die Bereitstellung von speziellen Software-Ständen durch den Steuergeräte-Zulieferer ist somit nicht mehr erforderlich.

### Vorteile des servicebasierten Bypassings

dSPACE bietet verschiedene Services für das interne und externe Bypassing, mit folgenden Vorteilen:

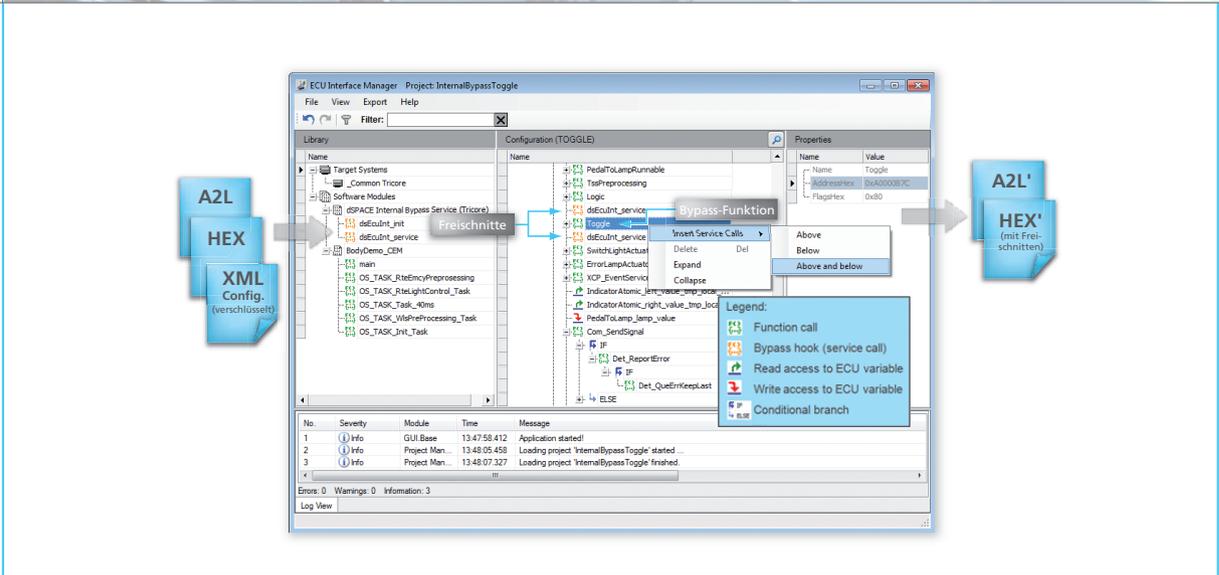


Abbildung 1: Schnelle Integration von Freischnitten mit dem ECU Interface Manager.

- Freischnittkonfiguration in der Modellierungsumgebung:**  
Liegt ein Steuergeräte-Softwarestand mit Freischnitten vor, können Entwickler in der Modellierungsumgebung definieren, durch welchen Freischnitt welche Bypass-Funktionen gestartet und welche Steuergeräte-Variablen gelesen und überschrieben werden sollen.
- Datenkonsistenz:**  
Beim Lesen und Schreiben mehrerer Steuergeräte-Variablen lässt sich Datenkonsistenz über Doppel-

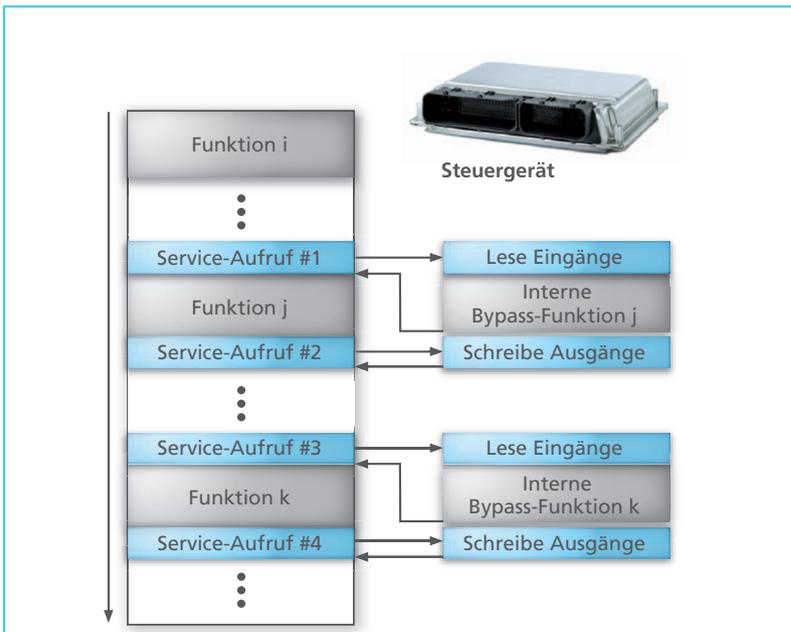
Puffer-Mechanismen sicherstellen. Diese Option ist insbesondere dann wesentlich, wenn die Ausführung der Bypass-Funktion und das Lesen der Eingangs- oder das Schreiben der Ausgangsgrößen in unterschiedlichen Steuergeräte-Tasks stattfindet.

- Sicherheit:**  
Es gibt verschiedene Sicherheitsmechanismen, u.a. Fehlerzähler mit automatischer Freischnittabschaltung und Plausibilitätsprüfungen vor dem Schreiben von Variablen.

**Integration von Freischnitten in die kompilierte Steuergeräte-Software**

Der ECU Interface Manager ermöglicht beim externen und internen Bypassing die Integration von Service-Aufrufen in die kompilierte Steuergeräte-Software (HEX-Datei), und das ohne jede Änderung am Steuergeräte-Quellcode. Hierfür sind neben der HEX-Datei und der zugehörigen Steuergeräte-Variablenbeschreibung (A2L-Datei) nur wenige Zusatzinformationen nötig, z.B. über freie RAM- und Flash-Speicherbereiche und Einsprungadressen für den HEX-Code-Parser, die der Steuergeräte-Zulieferer meist in Form einer verschlüsselten XML-Konfigurationsdatei bereitstellt. Der ECU Interface Manager analysiert den HEX-Code und ermittelt Funktionsaufrufe, Zugriffe auf Steuergeräte-Variablen und bedingte Verzweigungen. In der Konfigurationsdatei ist definiert, welche dieser Informationen der Endanwender im ECU Interface Manager sieht. Filter- und Suchmechanismen lokalisieren dedizierte Variablenzugriffe und Funktionsaufrufe im Programmablauf. Nach Festlegung der Freischnittpositionen lassen sich die Service-Aufrufe intuitiv in den Steuergeräte-Code einfügen und auf Knopfdruck eine modifizierte A2L- und HEX-Datei generieren. Der Zugriff auf die Build-Umgebung des Steuergeräte-Zulieferers erübrigt sich. Auf diese Weise

Abbildung 2: Beispielimplementierung für das interne, servicebasierte Bypassing mit zwei freigeschnittenen Steuergeräte-Funktionen.



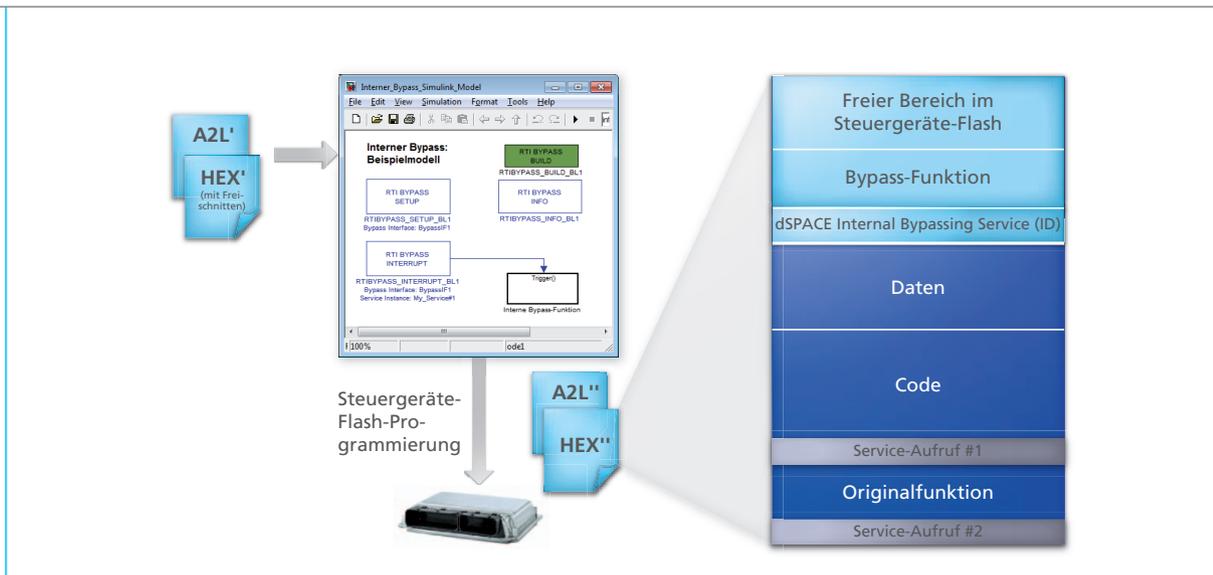


Abbildung 3: Entwicklung einer Software-Funktion direkt auf dem Steuergerät mit der neuen, internen Bypass-Option für das RTI Bypass Blockset.

integrieren Endanwender in wenigen Minuten selbstständig die Freischnitte in die Steuergeräte-Software. Änderungen am Original-Softwarestand können somit auf die spezifische Bypass-Aufgabe begrenzt werden, wodurch sich Speicheranforderungen und Einflüsse auf das Laufzeitverhalten des Steuergerätes minimieren. Zum Beispiel benötigen Freischnitte für das interne Bypassing bei Infineon TriCore™ Mikrocontrollern 32 Byte im Steuergeräte-RAM und bei typischen Anwendungen etwa 2 kByte im Steuergeräte-Flash-Speicher.

### On-Target-Prototyping

Die neue interne Bypass-Option für das RTI Bypass Blockset unterstützt die modellbasierte Funktionsentwicklung direkt auf dem Steuergerät. Insbesondere erlaubt sie ein Umschalten zwischen externem und internem Bypassing, und das ohne Änderungen am Funktionsmodell. Erweist sich zum Beispiel beim internen Bypass-Betrieb der RAM- und Flash-Speicher des Steuergerätes als zu klein oder sind zusätzliche Sensorsignale nötig, so lässt sich ohne Modelländerung schnell auf ein externes Prototyping-System wechseln. Umgekehrt gilt das Gleiche, wenn zum Beispiel eine im externen Bypass-Betrieb entwickelte Funktion im Flottentest direkt auf Steuergeräten erprobt werden soll. Zudem sind externe und interne Bypass-Anteile beliebig in einem

Funktionsmodell kombinierbar. Da Steuergeräte mit Seriensoftware-Ständen meist nur wenig freien RAM- und Flash-Speicher haben, könnte man zum Beispiel Funktionsanteile in sehr schnellen Rastern auf dem Steuergerät rechnen, Berechnungen in langsameren Regelschleifen dagegen auf ein externes Prototyping-System auslagern.

Nach dem Einlesen der A2L- und HEX-Datei über entsprechende RTI-Bypass-Blöcke lassen sich in der Modellierungsumgebung die zuvor per ECU Interface Manager integrierten Service-Aufrufe auswählen und zum Lesen und Schreiben von beliebigen Steuergeräte-Variablen oder zum Aufrufen der Bypass-Funktion verwenden. Auf Knopfdruck wird der zugehörige Code für das Funktionsmodell generiert, in den freien Bereich des Steuergeräte-Flash-Speichers gelinkt und mit der ursprünglichen Steuergeräte-Software zusammengeführt. Das Ergebnis ist eine um die Variablen der internen Bypass-Funktion erweiterte A2L-Datei und ein neuer, mit etablierten Werkzeugen auf das Steuergerät flashbarer Hex-Code. Während der Modellierung erlaubt ein Info-Block die Überprüfung des freien RAM- und Flash-Speichers. Bei Verwendung des Simulink® Coders™ zur Generierung von 32-bit Floating-Point-Code sind beispielsweise bei einem Funktionsmodell mit etwa 400 Blöcken und 30 Ein- und Ausgangs-

größen ca. 30 kByte Flash-Speicher und weniger als 4 kByte RAM-Speicher bei Infineon TriCore™ Mikrocontrollern erforderlich.

Der ECU Interface Manager und die interne Bypass-Option unterstützen aktuell Infineon TriCore™ Mikrocontroller. Es gibt keine Abhängigkeiten von Steuergeräte-Plattformen bestimmter Zulieferer. Weitere Mikrocontroller-Familien, z.B. MPC5xxx von Freescale, sollen in der zweiten Jahreshälfte 2012 folgen. ■

### Die Vorteile auf einen Blick:

- Schnelle Integration von Funktionsfreischnitten in die kompilierte Steuergeräte-Software durch den Endanwender
- Unterstützung von On-Target-Prototyping und externem Bypassing
- Keine Zugriffe auf Steuergeräte-Quellcode und Build-Umgebung erforderlich
- Erleichterte Freischnittintegration durch grafische Darstellung von Funktionsaufrufen, bedingten Verzweigungen und Variablenzugriffen in der Steuergeräte-Software
- Wechsel zwischen internem und externem Bypassing ohne Modellanpassung