

# Zündung aus, Motor aus, alle Anzeigen auf Anfang – Ist das wirklich so?

Von Stefan Wickert,  
Robert Bosch GmbH,  
und Werner  
Sandmann, ETAS

## Das neue ES1135 Board schließt Lücke im Rapid Prototyping

Im nichtflüchtigen Speicher auf dem ES1135 Simulation/System Controller Board können Entwickler mit Hilfe von ASCET Daten sichern, die beim nächsten Betriebszyklus wieder verfügbar sein müssen. Mit dem neuen Produkt INTECRIO steht diese Technologie auch Nutzern von MATLAB®/Simulink® zur Verfügung.

**W**ie viele Kilometer der fahrbare Untersatz auf dem Buckel hat, können Autofahrer mit einem Blick auf den Gesamtkilometerzähler erfahren. Dass dieser nach einer Pause beim Neustart nicht auf Null steht, ist selbstverständlich. Für Fahrzeugentwickler ist diese relativ banale Funktion hingegen keineswegs selbstverständlich. Denn „Zündung aus, Motor aus, alle Anzeigen auf Anfang“ gilt weder für den Kilometerzähler noch für eine Reihe anderer Funktionen. Damit z. B. der Gesamtkilometerstand beim nächsten Start zur Verfügung steht, wird dieser Wert im so genannten Steuergeräte-Nachlauf in den nichtflüchtigen Speicher (NVRAM für Non Volatile Random Access Memory) des Steuergeräts kopiert.

Nicht nur Fahrzeugdaten (Beispiel: Kilometerstand) oder Diagnosedaten (Beispiel: der Inhalt der Fehlerspeicher) werden in das EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-only Memory) des Steuergeräts geschrieben, sondern die aktuellen Daten von komplexeren Steuerungs- und Regelungsalgorithmen müssen über einen Betriebszyklus hinaus ebenfalls dort gesichert werden.

Die Simulation dieses Verhaltens – im Steuergerät durch den so genannten Nachlauf realisiert – war in der Entwicklung bisher allenfalls möglich, wenn die Plattformsoftware bereits auf dem eigentlichen Steuergerät lief. Zur Initialisierung bestimmter Variablen mit einem adaptiven Wert, z. B. dem aktuellen Kilometerstand, konnte man den nichtflüchtigen Speicher auf dem Steuergerät nutzen und die Daten in Initialisierungsroutinen auf das RP-System übertragen. Die Funktionen, für die die kumulierten/gelernten Werte gebraucht wurden, wurden dagegen auf dem Simulationscontroller ausgeführt (Bypass-Methode). Im Fullpass-Prototyping, einer frühen Entwicklungsphase, bei der das Steuergerät noch nicht vorhanden ist, war es bisher nicht möglich, den Steuergeräte-Nachlauf zu simulieren.

Das ES1135 Board schließt mit der Bereitstellung eines nichtflüchtigen Speichers diese Lücke im Rapid Prototyping. Unter Einsatz des ES1135 Boards kann bereits in frühen Phasen nichtflüchtiger Speicher spezifiziert werden. Dadurch können Entwickler früher und effizienter modellieren und früher detaillierte Kenntnis über die EEPROM-Spezifikation des Seriensteuergeräts gewinnen.

Durch möglichst umfassende Tests in der Rapid Prototyping-Phase eine bessere Softwarequalität zu erreichen, ist auch das Anliegen der Entwicklungsabteilung Abgasnachbehandlungssysteme im Geschäftsbereich Dieselsysteme der Robert Bosch GmbH. Dort wird das ES1135 Board in der Funktionsentwicklung deshalb vor allem wegen des nichtflüchtigen Speichers eingesetzt.

Im aktuellen „DeNO<sub>x</sub>Tronic“-Projekt setzen Entwickler der Abteilung die selektive katalytische Reduktion ein (kurz SCR für Selective Catalytic Reduction). Zur Erfüllung zukünftiger Abgasvorschriften für Dieselmotoren in schweren Nutzfahrzeugen gilt die SCR als sehr effizientes Verfahren zur NO<sub>x</sub>-Verminderung.

Das im SCR-Katalysator eingespeicherte Ammoniak ist dabei eine wesentliche Größe. Da sich das bereits absorbierte Ammoniak während eines Motorstillstands nicht verflüchtigt, muss der aktuelle Wert desselben dem Steuergerät bei der nächsten Initialisierung wieder zur Verfügung stehen; er muss also im nichtflüchtigen Speicher gesichert werden.

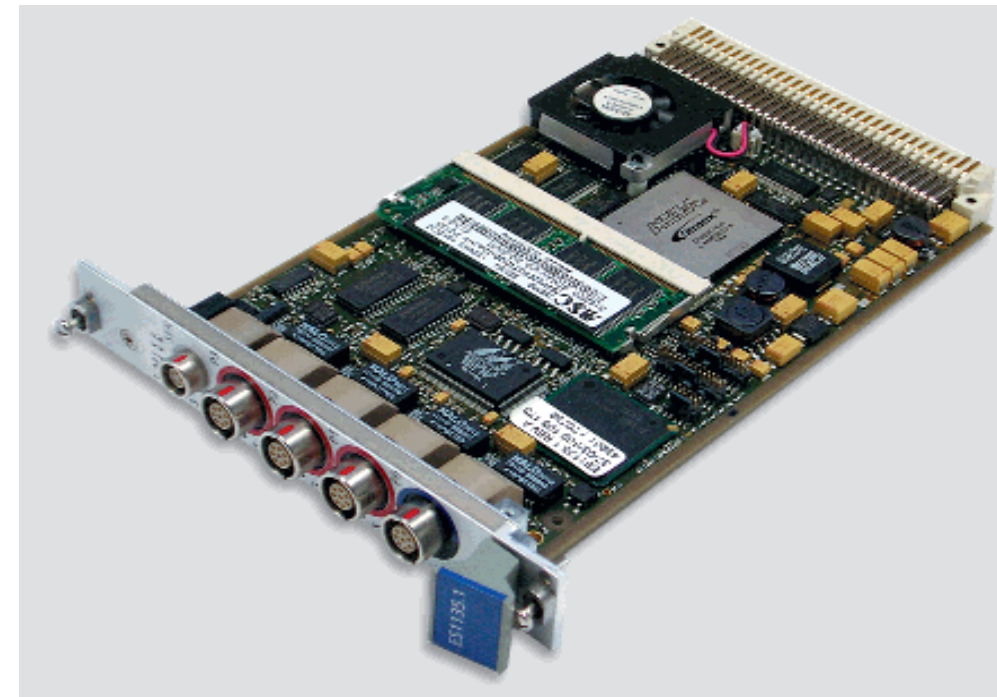
Das ES1135 Board besitzt einen nichtflüchtigen Speicher, der beliebig oft überschrieben werden kann. Die 64 kB NVRAM werden aus Gründen der Datenkonsistenz als Wechselspeicher genutzt, sodass dem Programm fast 32 kB NVRAM zur Verfügung stehen, da der Verwaltungs-Overhead äußerst gering ist. Anders als im Steuergeräte-Nachlauf auf dem eigentlichen Steuergerät, werden die nichtflüchtigen Variablen auf dem ES1135 Board periodisch oder anwendungsgesteuert (API) aus dem Arbeitsspeicher (RAM) ins NVRAM kopiert (Update). Die Firmware bietet weitere API-Funktionen, über welche das NVRAM gelöscht, die Datenkonsistenz gesteuert oder das Update konfiguriert werden kann. Bereits mit der Software ASCET-RP V5.1 können Entwickler die grundlegenden Funktionen des NVRAM auf dem ES1135 Board nutzen. Ab Version 5.3 der ASCET-RP-Software sind eine Reihe zusätzlicher Funktionen verfügbar. Zur Überprüfung der Konsistenz des Programmcodes mit dem NVRAM-Inhalt wird statt einer Kennung im generierten Programmcode (Program Identifier) eine Kennung speziell für den NVRAM-Inhalt verwendet (NVRAM Identifier). Der NVRAM-Inhalt kann so auch nach Veränderungen im Modell wieder verwendet werden, solange letztere nicht das NVRAM betreffen.

Um die adaptiven Größen des NVRAM-Inhalts sichern und gegebenenfalls mit gesicherten Daten überschreiben zu können, bietet ASCET-RP V5.3 die Möglichkeit, die nichtflüchtigen Variablen in einer Datei zu speichern. Bisher bot ASCET diese Speicher-/Lademöglichkeit bereits für Parameter-Datensätze.

Neben dem NVRAM bietet das ES1135 Board noch andere wichtige Funktionen. Nachfolgend einige Beispiele:

- **Watchdog-Funktion**  
Zur Integration in ein Sicherheitskonzept kann eine vom Hauptprozessor unabhängige Watchdog-Funktion konfiguriert werden.
- **IBM750GX-Prozessor mit einer Taktfrequenz von 1 GHz und einem 1 MB L2-Cache**  
Schnelle Rechenleistung ist bei dieser Taktfrequenz selbstverständlich. Die Größe des Caches und die Zugriffszeit desselben sind bei einem Simulationscontroller ebenso wichtig, denn typische Softwaremodelle zeigen etwa 82 % L2-Cache Hits. Ein ausreichend großes Cache und eine schnelle Zugriffszeit erhöhen deshalb die Abarbeitungsrate des Boards.
- **256 MB RAM**
- **Frei programmierbare LEDs**  
Abhängig von Funktionszuständen z. B. können LEDs aus dem Programm heraus gesteuert werden.

Das ES1135  
Simulation/System  
Controller Board.



In der Experimentierumgebung von ASCET-RP V5.3 können Anwender während der Laufzeit des Experiments das NVRAM-Cockpit aufrufen. Das Fenster bietet Eingabe- und Ansichtsfunktionen. Die Eingabefunktionen lassen Anwender auf bestimmte NVRAM-API-Funktionen zugreifen, z. B. lässt sich die Update-Periode einstellen (Standardeinstellung ist 10 Sek.). Eine Ansichtsfunktion gibt z. B. die verstrichene Zeit seit dem letzten Update an.

Grundsätzlich wird das ES1135 Board in Entwicklungsprojekten eingesetzt, bei denen hohe Rechenleistungen gefordert sind und ein nichtflüchtiger Speicher zur Verfügung stehen muss.