



Fahren ohne Emissionen

Das erste Mitsubishi-Elektrofahrzeug geht an den Start



*Dr. Kazuya Hayafune,
Vice Corporate General
Manager, MiEV Entwick-
lung, Development Engi-
neering Office*

*Masahiro Kaneda, Manager,
Electronics Engineering Dept.
Development Engineering
Office*

Das neue Mitsubishi-Elektrofahrzeug i-MiEV beinhaltet hoch komplexe und zum Teil ganz neue Elektronik. Dafür führte Mitsubishi anspruchsvolle Tests zur Sicherung der Software-Qualität durch, ohne Abstriche bei den Markteinführungszeiten machen zu müssen.

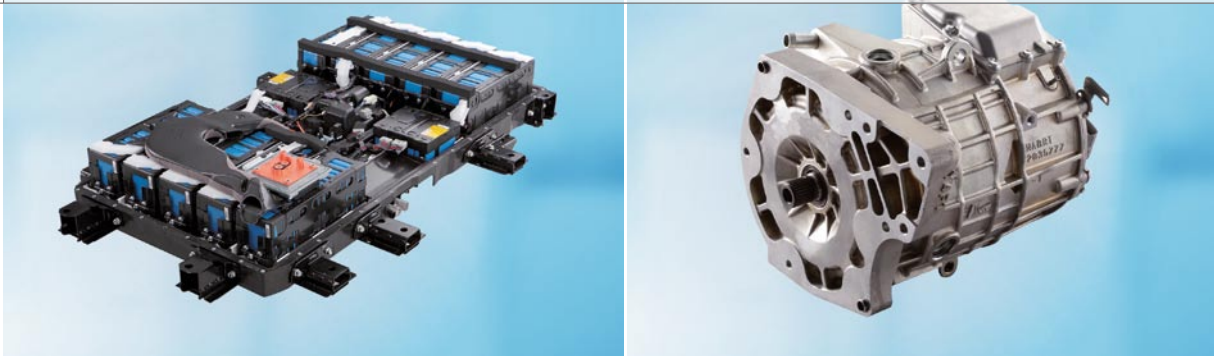


Abbildung 1: Batteriepaket und E-Motor des i-MiEV ermöglichen emissionsfreies Fahren.

Entwicklung

Das Elektrofahrzeug der nächsten Generation i-MiEV (Mitsubishi Innovative Electric Vehicle) beinhaltet buchstäblich eine Fülle elektrischer und elektronischer Komponenten. Da die zahlreichen Funktionen durch eine verteilte Steuerung über ein eigenes Netzwerk realisiert werden, ist die Qualitätssicherung des gesamten Fahrzeugsystems sowie der Steuergeräte-Software entscheidend. Für die Serienentwicklung muss die Qualität komplexer Systeme innerhalb eines sehr begrenzten Zeitrahmens verifiziert werden können. Um die Qualität in kürzester Zeit zu gewährleisten, wurde die Zuverlässigkeit der Software mit einem Hardware-in-the-Loop (HiL)-Simulator von dSPACE getestet.

„dSPACE Simulator bietet einen hohen Grad an Flexibilität und Vielseitigkeit und kann für fast jedes Fahrzeug und jedes Steuergerät eingesetzt werden.“

Dr. Kazuya Hayafune, MITSUBISHI MOTORS CORPORATION

Steuergeräte-Struktur und Systemspezifikationen

Die Elektronikplattform des i-MiEV zeichnet sich durch das verteilte Steuerungskonzept in Form von fünf Steuergeräten aus. Zusätzlich zu den herkömmlichen Fahrzeugfunktionen Fahren, Kurvenfahrt und Stoppen muss sich ein Elektrofahrzeug über die Haussteckdose und eine Schnell-Ladestation aufladen lassen und mit einem Elek-

tromotor betrieben werden können. Für all diese Funktionen benötigen die Steuergeräte zuverlässige Wege, um die notwendigen Informationen der Fahrzeugsteuerung zu übertragen.

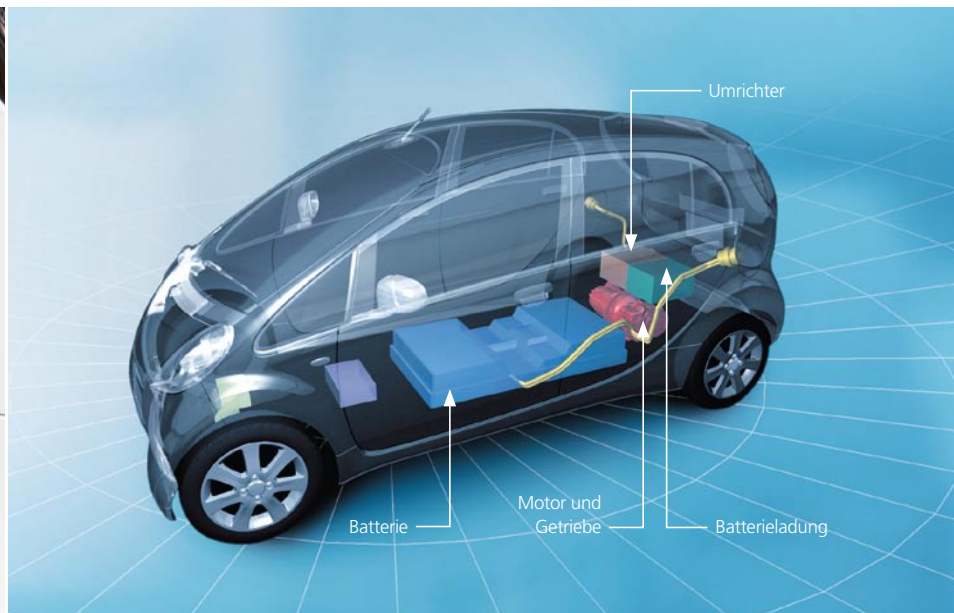
Systementwurf

Die fünf Steuergeräte sind durch einen CAN (Controller Area Network)-Bus miteinander verbunden. Mehrere Kommunikationsleitungen

Abbildung 2: Aufladen der Batterie.



Abbildung 3: Schematischer Aufbau des Antriebsstrangs.



Technische Daten

Leistung	64 PS/47 kW
Drehmoment	180 Nm
Höchstgeschwindigkeit	130 km/h
Batterie	Lithium-Ionen
Spannung	330 V
Energie	16 kWh
Reichweite	160 Kilometer (Japan 10-15 Testzyklus)
Gewicht	1100 kg
Ladezeit	ca. 7 Stunden (AC 200V/15A)
Schnelle Batterie- ladung	ca. 30 Minuten (80% Ladung)



Abbildung 4: Die für elektrische Zuverlässigkeit verantwortlichen Mitglieder des i-MiEV-Entwicklungsprojekts.

dienen als Backups, falls der CAN-Bus ausfällt.

Qualitätsaspekte und Anforderung

- **Aspekt 1:** Qualitätssicherung der Steuergeräte-Software des ersten Elektrofahrzeugs von Mitsubishi
- **Aspekt 2:** Qualitätssicherung der Software des gesamten elektrischen Fahrzeugsystems
- **Aspekt 3:** Umsetzung von Aspekt 2 innerhalb der begrenzten Entwicklungszeit
- **Anforderung:** unter keinen Umständen Fehlfunktionen egal bei welcher Bedienung durch den Fahrer

Lösungen

- **Aspekte 1 und 2:** Im Einklang mit dem Pflichtenheft lag der Schwerpunkt auf korrekt ausgeführter Software unter Berücksichtigung der Verzweigungsbedingungen und Zustandsübergänge des Fahrzeug-Gesamtsystems. Dafür haben wir Testfälle für alle Eingänge des Steuergeräts und des Fahrzeugsystems entworfen.
- **Aspekt 3:** Die zahlreichen Eingänge führten zu einer enormen Anzahl an Testmustern. Um diese Zahl effizient zu verringern, kam ein

„Ein dSPACE HIL-Simulator besteht aus visuell intuitiven Komponenten wie AutomationDesk. Wir fanden, dass diese Testautomatisierungssoftware sehr leicht zu handhaben war.“

Masahiro Kaneda, MITSUBISHI MOTORS CORPORATION

orthogonaler Ansatz zum Tragen. Der dSPACE Simulator wurde eingesetzt, um die Anzahl der Teststunden durch automatische Testausführung deutlich zu reduzieren.

dSPACE Simulator – Aufgaben und Erwartungen

Während der Testausführung war es notwendig, die Inhalte des Testentwurfs für die Testmuster schnell und genau anzupassen. Zur späteren Analyse war beim Auftreten von Software-Fehlern die Reproduzierbarkeit der Umstände wichtig. Aus diesem Grund wurde der dSPACE Simulator Mid-Size schon während des Entwurfsprozesses genutzt, um die Anwenderbedienung und die Steuergeräte-Eingänge zu simulieren. Als reale Last am HIL-Simulator diente ein echtes Fahrzeug. Mit der Testautomatisierungssoftware AutomationDesk konnten die Testmuster schnell erstellt werden.

Bewertung des dSPACE Simulators

dSPACE Simulator erwies sich als sehr effektiv und sorgte für die planmäßige Sicherstellung der Software-Qualität des i-MiEV. Ohne den dSPACE Simulator wäre die Verifikation der Software-Qualität innerhalb des Zeitrahmens problematisch gewesen.

Weitere Entwicklung

Während die HIL-basierte Verifikation auf der rechten Seite des V-Modells der Fahrzeugentwicklung angesiedelt ist, werden wir in der Zukunft die Software-Qualitätssicherung in früheren Phasen, also im linken Arm des V-Modells durchführen. ■

Dr. Kazuya Hayafune, Masahiro Kaneda
MITSUBISHI MOTORS CORPORATION,
Japan