

# Nissan: Motorsteuerung mit RapidPro

➤ **Pilotprojekt mit RapidPro-Hardware für Motorsteuerung**

➤ **Erfolgreiche Tests im Fahrzeug mit dem Nissan Maxima**

➤ **RapidPro für den Einsatz in zukünftigen Nissan-Projekten**

Die Nissan Motor Corporation in Japan setzte in einem Pilotprojekt die neue RapidPro-Hardware für Signalkonditionierung und Leistungsendstufen ein. Bei diesem Projekt handelte es sich um eine Fullpass-Rapid-Control-Prototyping (RCP)-Anwendung für die Steuerung des bewährten Nissan-VQ-Motors. Getestet wurden die Regelungs- und Steuerungsfunktionen mit großem Erfolg in einem Nissan Maxima. Seitdem bewährt sich das RapidPro-System unter realen Bedingungen im Einsatz bei Nissan. Das Pilotprojekt basierte vollständig auf Hard- und Software aus der dSPACE-Werkzeugkette.

## Der VQ-Motor von Nissan

Um das RapidPro-System mit seiner Signalkonditionierung und seinen Leistungsendstufen (vorgestellt in den dSPACE NEWS 3/2004) unter realen Bedingungen evaluieren zu können, entschied sich Nissan für den Maxima als Testfahrzeug – ausgestattet mit einer aktuellen Version des 3,5-Liter-VQ-Motors. Der VQ-Motor ist der weitverbreitete V6-Motor von Nissan, der bereits im elften Jahr in Folge die Auszeichnung „Ward’s Ten Best Engines“ erhielt. Dieser Titel wird jährlich für herausragende Motoren vergeben. Der VQ-Motor wird kontinuierlich weiterentwickelt und befindet sich aktuell in der dritten Generation. Er verfügt über ein neues Motormanagementsystem, das Anwendungen wie eine variable Ventilsteuerung mit CVVT-Technik (Continuously Valve Timing) und ein variables Saugrohr unterstützt. Der An-

*„Wir sind mit den Ergebnissen sehr zufrieden. Das System arbeitete zuverlässig und konnte sofort unseren Motor starten. Ehrlich gesagt, war ich sehr überrascht, dass RapidPro den Motor so leicht und rund starten konnte, da ich annahm, das Projekt wäre sehr komplex.“*

Shigeaki Kakizaki, Nissan Motor Corporation, Japan

teil redundanter Systemfunktionen wird nun – wie dies beim Nockenwellensensor der Fall ist – reduziert, indem zum Beispiel Sensorsignale verstärkt über ein CAN-Netzwerk verteilt und mehr Informationen aus einem einzelnen Sensor extrahiert wer-



◀ Für das Pilotprojekt mit RapidPro fiel die Wahl auf den Nissan-VQ-Motor, der als Antrieb im Testfahrzeug Nissan Maxima dient.

den. Lineare Lambda-Sonden und die hochentwickelte Regelstrategie für das Kraftstoff-Luft-Gemisch führen zur Reduktion der Abgasemissionen.

## Nissans RCP-System für den VQ-Motor

Um den VQ-Motor allein mit einer Fullpass-RCP-Lösung betreiben zu können, setzt Nissan die MicroAutoBox zusammen mit zwei RapidPro SC Unit-Prototypen und einem RapidPro Power Unit-Prototyp ein, ausgestattet mit Signalkonditionierungs- bzw. Leistungsendstufenmodulen. Die RapidPro-Einheiten sorgen für die Kondi-

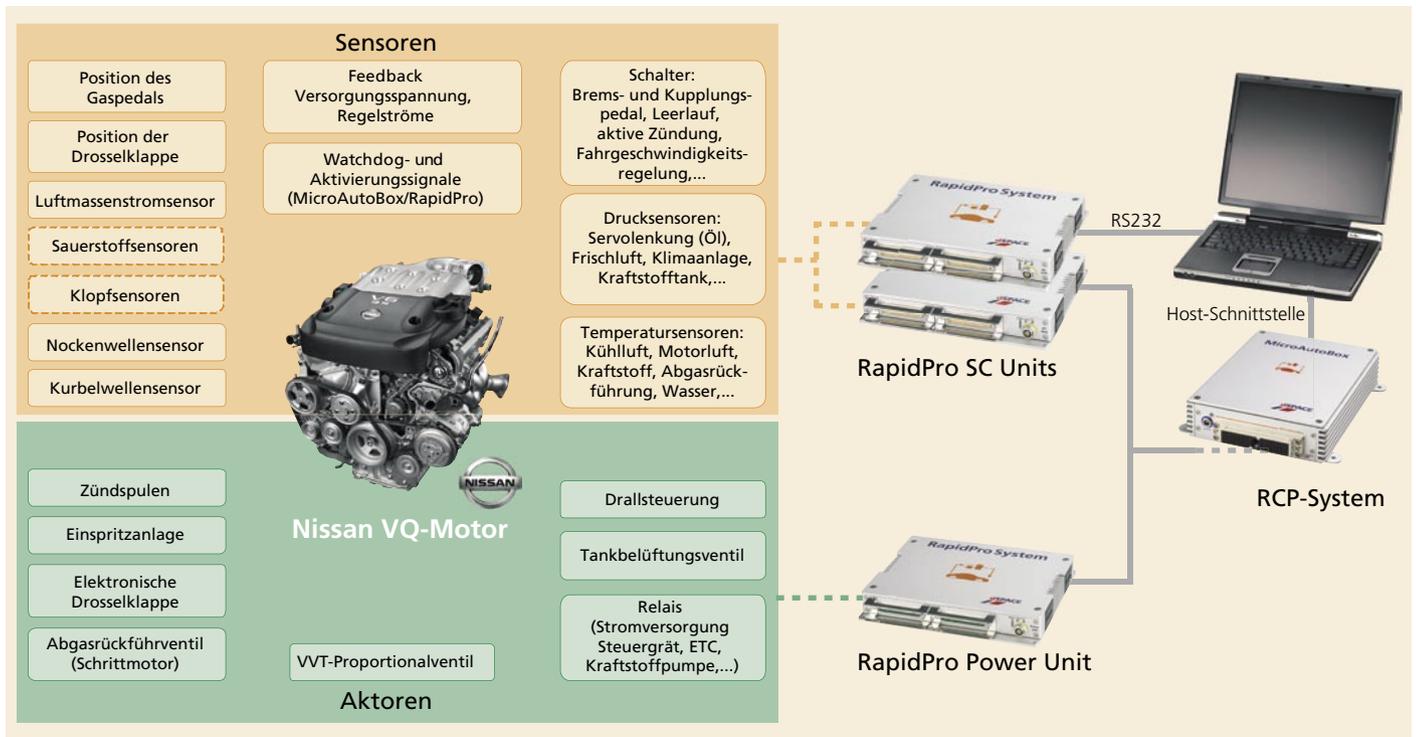
tionierung der erforderlichen Sensor- und Aktorsignale für die MicroAutoBox (siehe Abbildungen Seite 5). Ein auf der MicroAutoBox implementiertes Modell zur Motorsteuerung stand bereits aus früheren Projekten bei Nissan zur Verfügung. Zum Einsatz kam die bewährte Software-Werkzeugkette: MATLAB®/Simulink®,

dSPACE Real-Time Interface (RTI) für Basis-I/O und erweiterte Motorsteuerung und die Experiment-Software ControlDesk. Die RapidPro-Hardware von Nissan wurde mit einer Terminal-Anwendung konfiguriert, da die neue Software ConfigurationDesk zum Zeitpunkt des Pilotprojekts noch nicht verfügbar war.

## Phasen im Pilotprojekt

Nach dem groben Konzeptentwurf wurde das Pilotprojekt in vier Hauptphasen unterteilt:

1. Detaillierte Spezifikation und Konfiguration



▲ Sensor- und Aktorsignale des VQ-Motors wurden über RapidPro-Prototypen mit Signalkonditionierungseinheit und Leistungsstufen an das Prototyping-System MicroAutoBox angepasst.

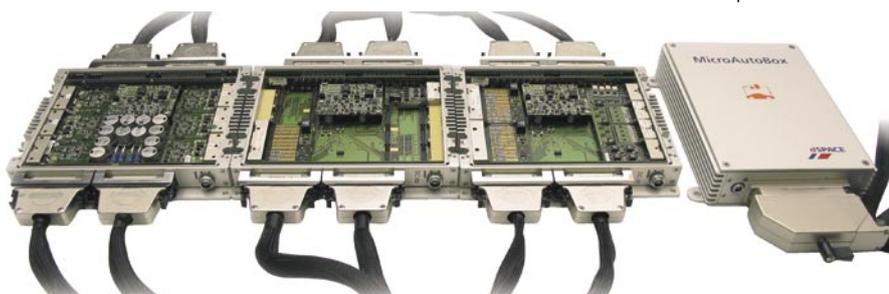
2. Inbetriebnahme und Tests mit Echtlasten
3. Hardware-in-the-Loop (HIL)-Tests
4. Tests im Fahrzeug

## Phase 1: Detaillierte Spezifikation und Konfiguration

Für einen detaillierten Konzeptentwurf stellte Nissan die Spezifikationen für Sensoren und Aktoren bereit, die den RapidPro-Modulen zugeordnet wurden (siehe Tabelle Seite 6). Anschließend konfigurierte dSPACE die Module und nahm die Verkabelung zwischen Sensoren/ Aktoren und RapidPro sowie zwischen RapidPro und der MicroAutoBox vor. Das daraus entstehende System bietet darüber hinaus Zusatzsignale, die für den Anschluss weiterer Sensoren und Aktoren bei der Weiterentwicklung des Motors eingesetzt werden können. Wird die Konfiguration voll ausgeschöpft, sind alle I/O-Kanäle der MicroAutoBox im Einsatz.

## Phase 2: Inbetriebnahme und Tests mit Echtlasten

Erste Tests mit an RapidPro angeschlossenen Echtlasten wurden bei Nissan im Labor durchgeführt. Synchronisierung an Kurbelwelle und Nockenwelle sowie korrekte Zündung und Einspritzung wurden durch Hardware-in-the-Loop-Simulation (HIL) getestet. Alle Tests verwendeten ein reines Stimulusmodell, das auf der MicroAutoBox ausgeführt wurde. Während der Inbetriebnahme des Systems wurde zum Setzen/Entfernen aller relevanten Signalanschlüsse und zum Messen bzw. Einspeisen von Stimulussignalen der Bedarf an einer kompakten und leicht zu handhabenden RapidPro-Break-out-Box (BOB) deutlich. Indem die im RapidPro-System verbauten Stecker ebenfalls auf den BOBs verwendet wurden, konnte der Original-Kabelbaum direkt angeschlossen und während der Inbetriebnahme entdeckte Fehler im Kabelbaum temporär auf der BOB korrigiert werden.



◀ Eine leistungsstarke Kombination: RapidPro-Hardware und MicroAutoBox.

Anzahl	Modul- beschreibung	Anwendungsbeispiel
1	SC-AI4/1 (analoges 4-Kanal- Eingangsmodul)	Drosselklappenposition und Drucksensorsignale
3	SC-AI10/1 (analoges 10-Kanal- Eingangsmodul)	Gaspedalposition, Drucksensoren, Temperatursensoren, Luftmassensensor, Sensorversorgung und Messung der Batteriespannung
2	SC-DI8/1 (digitales 8-Kanal- Eingangsmodul)	Kurbelwellen-/ Nockenwellensensoren, Schalter (z. B. Bremsen, Leerlauf etc.)
1	SC-DO8/1 (digitales 8-Kanal- Ausgangsmodul)	Relais, Zündspulen
1	SC-SENS4/1 (4-Kanal- Sensorversorgungs- modul)	Versorgung von Sensoren und Zündspulen
1	PS-FBD2/1 (2-Kanal- Full-Bridge- Treibermodul)	Drosselklappe, Drallsteuerung
5	PS-LSD6/1 (6-Kanal-Low-Side- Treibermodul)	Tankbelüftungsventil, VVT-Ventile, Abgasrückführventil (Schrittmotor), Einspritzdüsen, Zuheizung, Sauerstoffsensoren

▲ *Projektspezifische RapidPro-Signalkonditionierungs- und Leistungsendstufenmodule.*

Nach der Inbetriebnahme konnte die BOB entfernt und das RapidPro-System mit der einmal korrigierten Verkabelung direkt angeschlossen werden.

### Phase 3: HIL-Tests

Anschließend wurde das RapidPro-System an Nissan geliefert und an einen bestehenden dSPACE-HIL-Simulator angeschlossen, der Sensoren und Aktoren des realen Motors simulierte. Die finale Software-Konfiguration des RapidPro-Systems erfolgte während dieser HIL-Tests. So wurden zum Beispiel obere und untere Schwellenwerte einiger Kanäle der digitalen 8-Kanal-Eingangsmodule und Grenzfrequenzen von Kanälen der analogen 4-Kanal-Eingangsmodule eingestellt. Das Gesamtsystem bestand den Test, ohne dass die Hardware modifiziert werden musste. Nach diesem Erfolg entschied sich Nissan, direkt mit den Tests im Nissan Maxima fortzufahren.

### Phase 4: Tests im Fahrzeug

Als das RapidPro-System im Fahrzeug integriert war, wurden die Signale in zwei Schritten getestet, einmal mit und einmal ohne laufenden Motor. Nissan testete alle Sensoren, Aktoren und Signale erfolgreich auf Funktionalität, Plausibilität und Messrauschen. Die Validierung der Eingangssignale erfolgte durch Messungen mit einem Oszilloskop und Vergleich dieser Signale mit den Eingangssignalen des Modells, die wiederum mit ControlDesk gemessen wurden. In Phase 4 wurden die Ingenieure von Nissan in Benutzung und Konfiguration des RapidPro-Systems geschult.

### Erfahrungen bei Nissan mit dem RapidPro-System

Nissan setzte den RapidPro-Prototyp für die Evaluierung und für die Entwicklung neuer Motorsteuerungsfunktionen ein. Die RapidPro-Einheiten befinden sich auch heute noch erfolgreich unter realen Bedingungen im Einsatz. Mit dem Produktrelease wird der RapidPro-Prototyp durch Komponenten der neuen Version ersetzt. Um den VQ-Motor mit dem Fullpass-Ansatz komplett steuern zu können, muss er in Kürze durch Lambda-Regelung und Klopfkennung erweitert werden. Die notwendigen Module werden von dSPACE in einem Nachfolgeprojekt bereitgestellt. Da die I/O-Ressourcen der MicroAutoBox bereits im Pilotprojekt ausgeschöpft waren, wird zusätzlich eine RapidPro Control Unit zum Einsatz kommen, um die I/O-Funktionalität zu erweitern. Übernimmt die Control Unit die I/O vollständig, ist keine kundenspezifische Verkabelung zwischen MicroAutoBox und RapidPro-System notwendig. Für die Kommunikation zwischen MicroAutoBox und Control Unit ist dann lediglich eine LVDS-Verbindung (Low-Voltage Differential Signaling) notwendig.

*Shigeaki Kakizaki  
Engine Management System Engineering  
Nissan Motor Corporation  
Japan*

*Frank Schütte  
Applikation  
dSPACE GmbH  
Deutschland*