

# Dongfeng automatisiert Schaltgetriebe

➤ **Innovatives Antriebsstrangprojekt bei Dongfeng in China**

➤ **Entwicklung eines automatisierten Schaltgetriebes mit 12 Gängen (AMT)**

➤ **Seriencode für automatisiertes Schaltgetriebe mit TargetLink**

▼ *Das automatisierte Schaltgetriebe wurde für den Lkw EQ4195 entwickelt.*

Fahrzeuge mit automatisiertem Schaltgetriebe (Automated Mechanical Transmission, AMT) verbinden den Komfort von Automatikgetrieben mit den wirtschaftlichen Vorteilen von Schaltgetrieben. Basierend auf einem Lkw mit 12-Gang-Getriebe entwickelte Dongfeng ein neues AMT-System einschließlich des Steuergeräts für den automatischen Gangwechsel. Der Seriene-Code-Generator TargetLink kam dabei für die Generierung der Regelungssoftware zum Einsatz und sorgte für eine kurze Entwicklungszeit.

Die Firma Dongfeng (dieser chinesische Name bedeutet Ostwind) gehört zu den fünf größten chinesischen Automobilherstellern und ist der führende Hersteller chinesischer Nutzfahrzeuge. Basierend auf dem Lkw „EQ4195“ mit 12-Gang-Schaltgetriebe entwickelte Dongfeng ein neues AMT. Das System besteht aus einem mechanischen Getriebe und einem automatischen Schaltsteuerungssystem (Automatic Shift Control System, ASCS). Das ASCS enthält mehrere Sensoren und Aktoren sowie ein Getriebesteuergerät (Transmission Control Unit, TCU). Die Aktoren werden pneumatisch betrieben. Für die Steuerung der Aktoren wertet das TCU Eingangssignale wie Geschwindigkeit, Bremspedalposition, Beschleunigung und Motordrehzahl aus. Die Eingangssignale liefern direkt angeschlossene Sensoren oder der CAN-Bus des Fahrzeugs.

## Leistungsmerkmale des Dongfeng AMT-Systems

- Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs und des Schadstoffausstoßes
- Mehr Komfort aufgrund Automatikschaltung
- Kein Kupplungspedal
- Auswählbare Modi: Economy, Power, Mountain
- Fehlererkennung sowie Kupplungs- und Getriebeschutz durch System-Software
- Kosten, Gewicht und Verbauung optimiert
- Mehrere Fahrprofile zur Auswahl

## Werkzeuge und Entwicklungsprozess

Zuerst wurde das mit Simulink® entwickelte Funktionsmodell mit einer dSPACE MicroAutoBox im Fahrzeug getestet. Die entwickelten Funktionen wurden bereits während der Prototyping-Phase optimiert und an das Mechatroniksystem angepasst.

*„Durch die Implementierung des automatisierten Schaltgetriebes konnten wir den Kraftstoffverbrauch reduzieren und die Effizienz des Antriebsstrangs deutlich steigern.“*

**Hongfei Ni, Dongfeng**

Um das Modell auf dem mit einem Freescale MC9S12DT128B-Mikrocontroller ausgestatteten TCU zu implementieren, musste Festkomma-Objektcode generiert werden. Die automatischen Skalierungsoptionen von TargetLink waren bei der Feinabstimmung des Festkomma-Codes eine große Hilfe. Durch die automatische Skalierung entfiel die mühsame und fehleranfällige manuelle Skalierung für jede Variable und jede Rechenoperation in der Software. Die Genauigkeit der Skalierung ließ sich durch Vergleiche der Model-in-the-Loop (MIL)-Simulation und der Software-in-the-Loop (SIL)-Simula-



tion gut bewerten und Fehler wie beispielsweise Überläufe waren leicht zu finden. Der finale Objektcode wurde mit Hilfe des CodeWarrior Compilers erstellt und mit vorhandenem Code zusammengeführt.

## Vorteile der Seriercode-Generierung mit TargetLink

Mit dem Einsatz des Seriercode-Generators TargetLink ist eine eindeutige Definition der Modulfunktionen und die Implementierung und Validierung der Arithmetik besonders praktisch und schnell umsetzbar. Die Modelldaten lassen sich komplett in TargetLink verwalten. Darüber hinaus kann auch die für die Applikationssoftware notwendige A2L-Datei

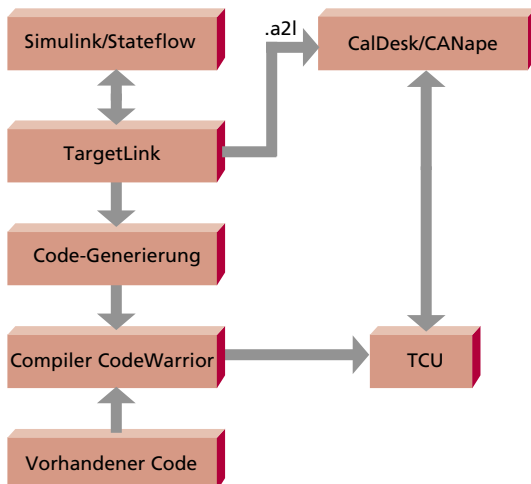
*„TargetLink verbesserte die Effizienz und die Qualität der Regler-Software für unser automatisiertes Schaltgetriebe um ein Vielfaches.“*

**Hongfei Ni, Dongfeng**

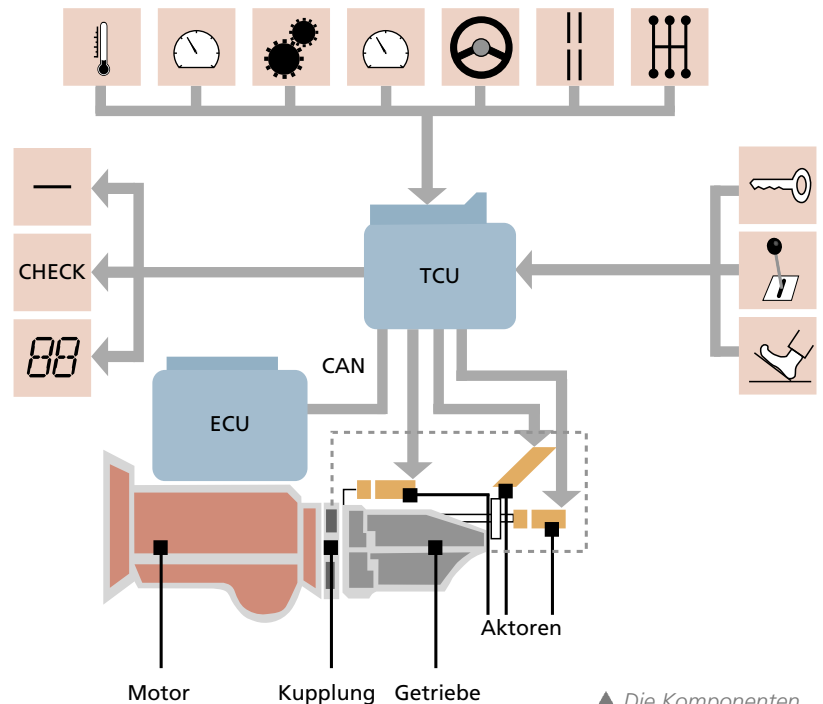
mit TargetLink generiert werden. Insgesamt wird die Entwicklung deutlich effizienter und führt zu hochwertigen Ergebnissen.

## Verifikation und Validierung der Reglerfunktionen

Das TCU wurde in einer auf dem dSPACE Simulator basierenden Hardware-in-the-Loop-Umgebung getestet. So entfielen die vormals angewandten zeitaufwendigen manuellen Testmethoden für das TCU, wo die Validierungstests an realen Fahrzeugen durchgeführt werden mussten. Jetzt können viele Tests, die in einer realen Umgebung gar nicht oder nur teilweise möglich waren, am Simulator durchgeführt werden. Zudem führt die Testautomatisierung zu systematischeren und effizienteren Abläufen.



▲ Der Entwicklungsprozess des AMT-Regelsystems.



▲ Die Komponenten des automatischen Schaltsteuerungssystems (ASCS).

## Resultate

Durch die Implementierung dieses automatischen Schaltgetriebes konnte das Entwicklungsteam bei Dongfeng den Kraftstoffverbrauch reduzieren und die Antriebsstrangeffizienz erheblich steigern. Beispielsweise muss sich der Fahrer um deutlich weniger Bedienschritte kümmern als bei den Vorgängermodellen. Die mit dSPACE realisierte Werkzeugkette mit ihren weitgehend automatisierten Abläufen sorgt für hohe Durchgängigkeit im Prozess und eine sehr gute Reproduzierbarkeit. So war es möglich, die Entwicklungszeit des TCUs bei gleichzeitiger Qualitätssteigerung des generierten Codes erheblich zu reduzieren und auch die Entwicklung und die Implementierung der Regelsysteme konnten vereinfacht werden.

## Ausblick

Das AMT-System wird gegenwärtig überarbeitet. Parallel dazu wird der Entwicklungsprozess verbessert. Zum Einsatz kommt dabei ein Echtzeitbetriebssystem (vergleichbar OSEK), das von speziellen TargetLink-Blöcken hervorragend unterstützt wird. Die Multirate-Implementierung wird mit Hilfe der Multirate-Funktionen von TargetLink umgesetzt.

Hongfei Ni  
Dongfeng Research and Development  
Wuhan, China