



© NXP

Prozessortechnik im Fokus

Fahrzeugarchitekturen weiterentwickeln

Die Konsolidierung von Steuergeräten und die Entwicklung von Fahrzeug- hin zu Domain- und Zonal-Architekturen schreiten voran. Das macht die Integration von mehr Rechenleistung, Speicher und Netzwerkbandbreite nötig, um Software-definierte Fahrzeuge zu unterstützen. Hierfür hat NXP die S32G-Netzwerkprozessor-Serie entwickelt.

Brian Carlson

Automobilhersteller (OEMs) stehen bei komplexen Fahrzeugarchitekturen vor großen Herausforderungen. Moderne High-End-Fahrzeuge verfügen teilweise über mehr als 100 Prozessoren, die alle ihre eigenen Netzwerk- und Vernetzungsanforderungen mit Kombinationen aus CAN, LIN, Flexray, Ethernet und Gigabit-Ethernet haben. All diese Vernetzungen erfordern kilometerlange Kabel im Inneren des Fahrzeugs. Die Folge: Ein enorm komplexer Kabelbaum, der kostspielig ist und

schnell so viel wiegen kann, wie zwei Passagiere. OEMs müssen entsprechend die Topologie der Fahrzeugarchitekturen vereinfachen, um Kosten zu reduzieren. Gleichzeitig streben sie immer schnellere Innovationszyklen an, damit Fahrzeuge sich weg von einem Hardware-zentrierten und hin zu einem Software-definierten Ansatz entwickeln. Statt sich auf aufeinander aufbauende elektronische Steuergeräte mit festen Funktionen zu stützen, können OEMs mit dem Software-definierten

Ansatz flexibel intelligente und aufrüstbare Fahrzeuge für die Zukunft entwickeln.

Der Weg zu domänen- und zonenbasierten Architekturen

Um diese Herausforderungen zu meistern und ihre Ziele zu erreichen, gehen Automobilhersteller weltweit zu neuen Architekturen über, die Steuergerätefunktionen in leistungsfähigeren Multi-core-Prozessoren konsolidieren, die

Software-Isolierung und Aufrüstbarkeit unterstützen. Diese Konsolidierung erfolgt sowohl logisch als auch physikalisch, und in einigen Fällen mit einer Kombination aus beiden Ansätzen in derselben elektrischen und elektronischen (E/E) Fahrzeugarchitektur. Bei der logischen Konsolidierung werden die Funktionen in Domänen organisiert, während bei der physischen Konsolidierung die Funktionen auf Grundlage ihrer Position im Fahrzeug in Zonen eingeteilt werden.

Eine logische Konsolidierung findet in den Funktionsbereichen Fahrzeugdynamik, Fahrzeugvernetzung sowie Karosserie und Komfort statt. Der Bereich Fahrzeugdynamik organisiert alle Funktionen rund um die Fortbewegung ei-

nes Autos und umfasst den Antriebsstrang, die Bremsen, die Lenkung, die Aufhängung und das Fahrwerksmanagement. Mit dem raschen Übergang zu Elektrofahrzeugen (EVs) übernimmt diese Domäne das komplexe Batterie- und Energiemanagement und steuert die Wechselrichter der Elektromotoren. Durch die Konsolidierung dieser Funktionen entstehen neue Antriebs-Domänencontroller. Der Bereich Fahrzeugvernetzung verwaltet den Datenfluss im Fahrzeug sicher als zentrales Gateway mit Konnektivität zur Cloud und bietet eine zentralisiertere Rechenleistung für die verschiedenen Fahrzeugdienste. Die Konsolidierung dieser Funktionseinheit führt zu leistungsfähigeren Serviceorientierten Gateways. Der dritte Be-

reich ist Karosserie und Komfort, damit ist die weitgefassete Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Passagieren gemeint: Dazu gehören Aufprallerkennung, Airbags, Motorsteuerung, Pumpen und Schalter, Heizung, Lüftung, Klimatechnik (Heating, Ventilation and Air Conditioning, HVAC) sowie Innen- und Außenbeleuchtung. Die Konsolidierung dieser Funktionen führt zu Body-Domain-Controllern.

Die physische Konsolidierung in Zonen wird in der Regel als zonale Steuereinheiten an den vier Ecken des Fahrzeugs umgesetzt, die bereichsübergreifende Funktionen bereitstellen. Jede Ecke wird über ein redundantes Ethernet-Backbone mit einem zentralen Fahrzeugcomputer verbunden, der Fahr-

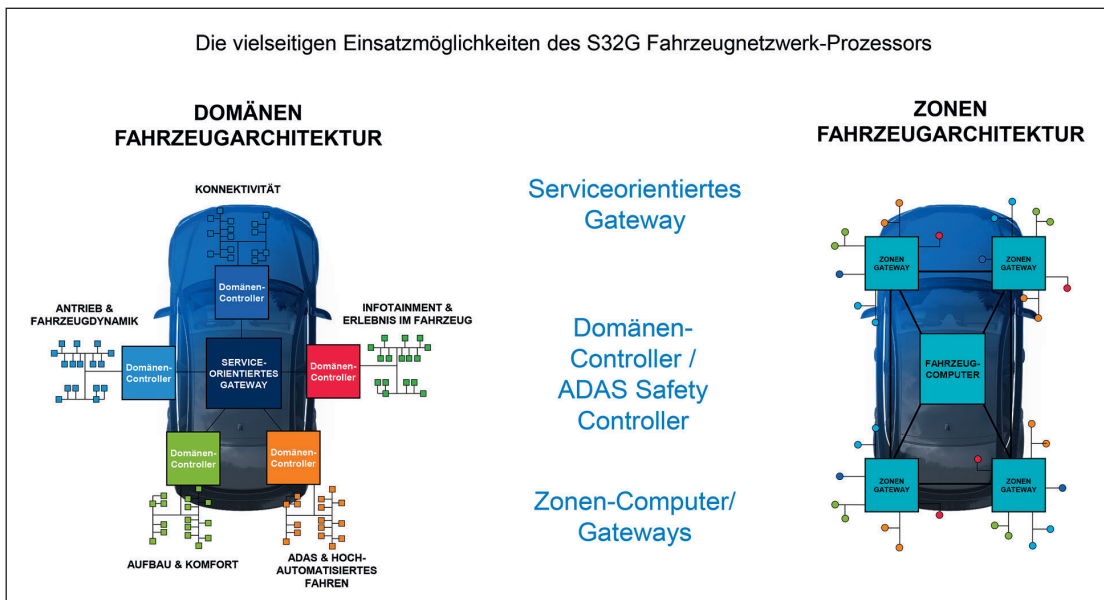


Bild 1: Der S32G Fahrzeugnetzwerk-Prozessor lässt sich in diversen Automotive-Anwendungen einsetzen. © NXP

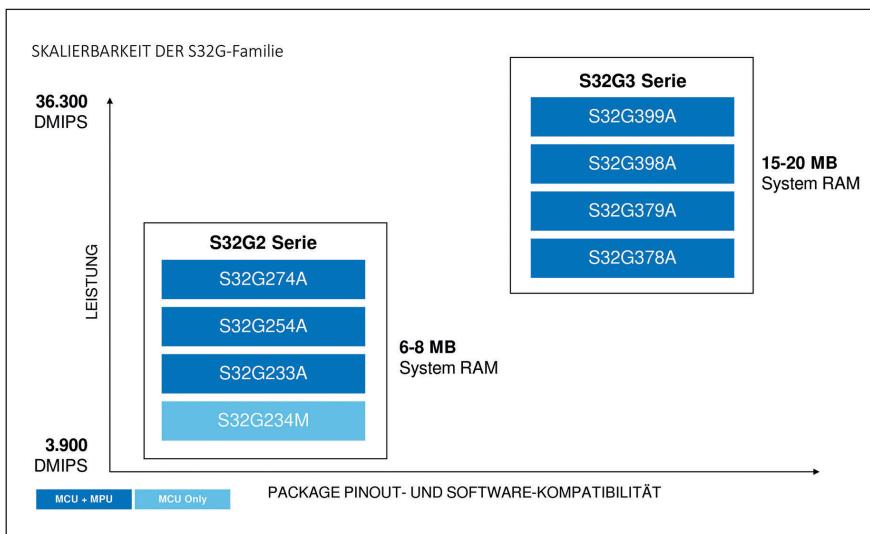


Bild 2: Die Skalierbarkeit der Prozessorfamilie ermöglicht eine Konsolidierung der Verarbeitung in Fahrzeugen. © NXP

zeugdienste und die Fahrzeugsteuerung gebündelt verwaltet. Die zonalen Steuereinheiten können eine Kombination aus Echtzeit- und Anwendungsverarbeitung nötig machen, um erforderliche bereichsübergreifende Funktionen wie Beleuchtung, Sensorhandlung (Reifen, Radar, Bildgebung, usw.), Aufhängung, Wechselrichtersteuerung, Bremsen oder Lenkung innerhalb einer Zone des Fahrzeugs bereitzustellen. Zonale Steuereinheiten benötigen in der Regel mehr Multicore-Echtzeitverarbeitung, während der Fahrzeugcomputer, der die einzelnen Zonen verwaltet, mehr Multicore-Anwendungsverarbeitung voraussetzt. Allerdings kann je nach OEM-Ansatz auch eine Kombination aus Echtzeit- und Anwendungskernen

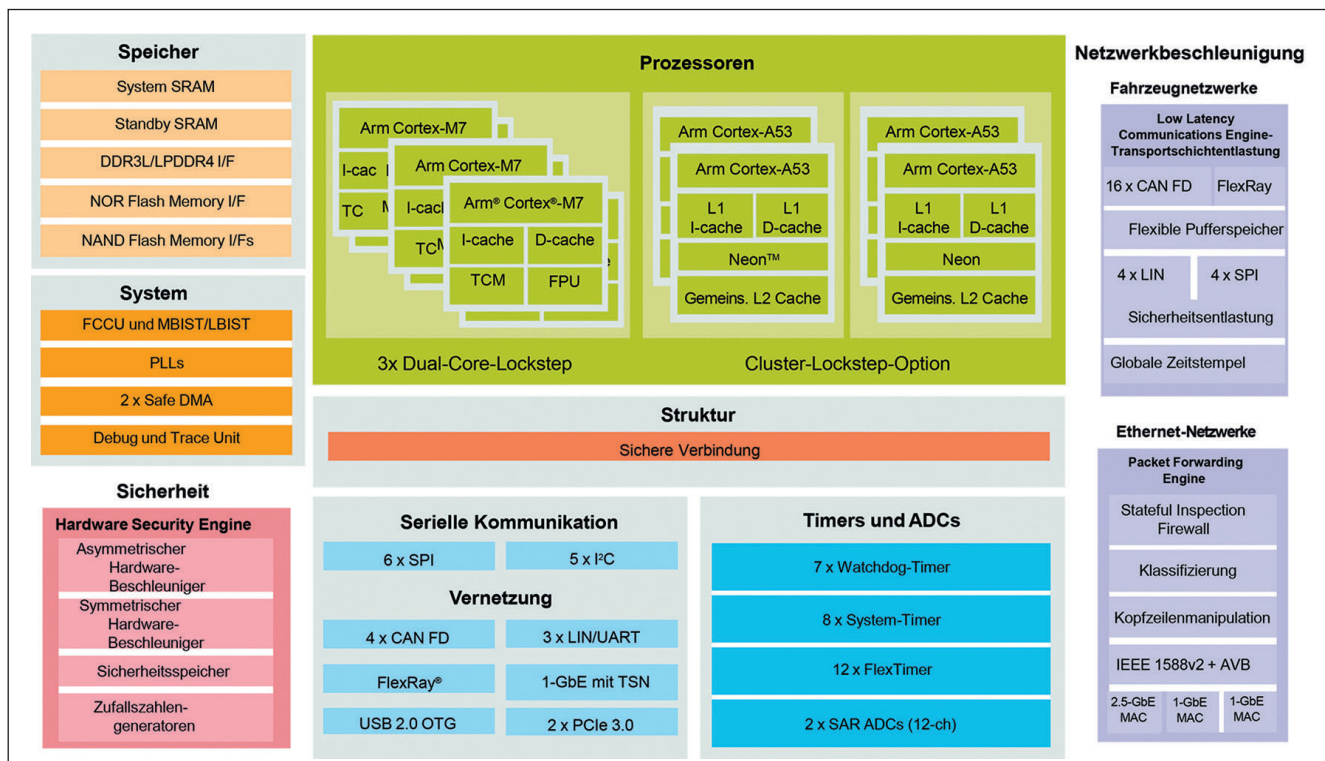


Bild 3: Die Prozessoren verfügen über Lock-Step-Arm-Cortex-M7-Mikrocontroller-Kerne und die Möglichkeit, Cluster von Arm-Cortex-A53-Anwendungskernen im Lockstep-Modus arbeiten zu lassen. © NXP

zum Einsatz kommen.

Um die Vorteile der neuen Fahrzeugarchitekturen nutzen zu können, müssen Automobilhersteller auf Modularität und Flexibilität achten. Ein modularer Aufbau schafft Gemeinsamkeiten zwischen Systemelementen, indem dieselbe Hardware für verschiedene Aufgaben verwendet und der Betrieb durch die Software definiert wird. Mithilfe einer flexiblen Systemgestaltung können die Fahrzeugsysteme im Laufe der Zeit durch Software-Aktualisierungen über Funkschnittstellen (Over-the-Air-Updates, OTA) aktualisiert werden, um Softwarefehler zu beheben, Fahrzeugfunktionen zu verbessern oder neue Funktionen hinzuzufügen. Dank konsolidierter, Software-definierter Steuergeräte, die im Laufe der Zeit aktualisierbar sind, können Automobilhersteller ihre Fahrzeuge effektiver unterstützen.

Unabhängig vom architektonischen Ansatz – Domäne, Zonal oder eine Mischung aus beidem – ist die wichtigste Erkenntnis, dass zukünftige Fahrzeug-E/E-Architekturen grundsätzlich neue Fahrzeugprozessoren erforderlich machen. Fahrzeugprozessoren müssen Multicore-Echtzeit- und -Anwendungsverarbeitung unterstützen, um mehrere physische Steuergeräte in Software-in-

tegrierte virtuelle Steuergeräte umzuwandeln. Virtuelle Steuergeräte können im Zuge der Umstellung von Hardware-zentrierten hin zu Software-definierten Fahrzeugen leichter aufgerüstet werden. NXP erkannte vor fünf Jahren, dass die Entwicklung der Software- und Netzwerkanforderungen die traditionellen Mikrocontroller (MCUs) überholen wird, und reagierte darauf mit der Entwicklung der S32-Fahrzeugnetzwerkplattform (Bild 1), um diese Herausforderung zu meistern.

Konsolidierung mit Hilfe der S32G-Fahrzeugprozessoren

Als Teil der S32-Plattform von NXP bietet die S32G-Prozessorfamilie eine konsistente und skalierbare Architektur (Bild 2), die eine Konsolidierung der Verarbeitung in Fahrzeugen möglich macht. Die S32G-Prozessoren unterstützen unter anderem Service-orientierte Gateways, Domain-Controller, Sicherheitsprozessoren und Fahrzeugcomputer durch Pin-kompatible Chips, die von einem Multicore-Mikrocontroller bis zu einer Kombination aus Multicore-Mikrocontrollern und Mikroprozessoren (MPU) reichen. Auf den Prozessoren können mehrere parallele An-

wendungen durch Hardware-Isolierung laufen. Das heißt, dass jeder Prozessorkern auf dem Chip nur auf seinen eigenen Hardware-geschützten Speicher und seine Peripherie zugreifen kann, aber auch über einen effizienten Mechanismus zur gemeinsamen Nutzung von Daten mit anderen Prozessorkernen verfügt.

Die S32G-Prozessoren kombinieren sichere Echtzeit- und Anwendungsverarbeitung mit eingebetteter Hardware-Sicherheit, Netzwerkbeschleunigung und heterogenen Fahrzeugnetzwerkschnittstellen. Zur S32G-Familie gehören leistungsstarke Multi-Core Arm MCU- und MPU-Prozessoren mit anwendungsspezifischen Hardware-Beschleunigern, die die Prozessoren entlasten. Dadurch können wertvolle Dienste mit deterministischer Netzwerkleistung bereitgestellt werden, die vom Automobilhersteller für die komplexe Echtzeitumgebung des modernen Fahrzeugs benötigt werden. Die Prozessoren verfügen über eine eingebettete, hochleistungsfähige Hardware-Sicherheitsarchitektur zusammen mit Public-Key-Infrastructure-Unterstützung (PKI) für vertrauenswürdige Schlüsselverwaltung. Die Public Key Infrastructure basiert auf einer Hardware Security

Engine (HSE). Die mit einer Firewall ausgestattete HSE ist die Root of Trust, die einen sicheren Systemstart unterstützt, Systemsicherheitsdienste bereitstellt und vor Seitenkanalangriffen schützt.

Die Prozessoren (**Bild 3**) sind für ASIL D vorgesehen und verfügen über Lock-Step Arm Cortex-M7-Mikrocontrollerkerne und die Möglichkeit, Cluster von Arm Cortex-A53-Anwendungskernen im Lockstep-Modus arbeiten zu lassen. Dadurch unterstützt die Fahrzeugsicherheit neue Leistungsniveaus mit High-Level-Betriebssystemen und größerer Speicherunterstützung.

Die Relevanz einer skalierbaren Verarbeitungsleistung hat sich bei der beliebten S32G2-Serie gezeigt, die aus vier kompatiblen Bausteinen besteht. Die Produktion der S32G2-Serie startete im zweiten Quartal 2021, nachdem Automobilhersteller sie in verschiedenen Schlüsselbereichen des Fahrzeugs mit unterschiedlichen Verarbeitungsanforderungen einsetzen. Für konsolidierte Echtzeitanwendungen ist der S32G234M mit drei Dual-Core-Lockstep-Cortex-M7-Kernen verfügbar. Für Anwendungen, die neben der Echtzeitverarbeitung auch eine Anwendungsverarbeitung erfordern, bieten der S32G233A, der S32G254A und der S32G274A mit bis zu vier Cortex-A53-Kernen ein höheres Leistungs-niveau für die Konsolidierung von Fahrzeuganwendungen und -diensten.

Den Weg für Software-definierte Fahrzeuge ebnen

Die Umstellung auf Software-definierte Fahrzeuge erfordert schnellere und leistungsfähigere Prozessoren. NXP hat für diesen Zweck die S32G-Familie mit der Einführung der S32G3-Serie um vier erste Bausteine erweitert, die mehr Leistung, Speicher und Netzwerkkapazitäten bieten. Diese Bausteine sind Software- und Pin-kompatibel mit der S32G2-Serie und bieten 1,33-mal mehr Echtzeitverarbeitung, 2,6-mal mehr Anwendungsverarbeitung, 2,5-mal mehr Ethernet-Bandbreite auf zwei Ports, 2-mal mehr Isolationsdomänen, 2-mal mehr L2-Cache und 2,5-mal mehr On-Chip-Speicher als der derzeit leistungsstärkste S32G2-Baustein. Die S32G-Familie verfügt jetzt über eine breite Palet-

te von acht kompatiblen Prozessoren, die eine große Bandbreite an Verarbeitungsaufgaben abdecken. Durch die Kompatibilität mit dem Footprint können Autobauer eine Konsolidierungsplattform entwerfen, die mit der erforderlichen Modularität und Flexibilität für die neuen Fahrzeug-E/E-Architekturen skaliert werden kann. Die S32G3-Serie hilft Entwicklern, eine weiterführende Steuergerätekonsolidierung zu realisieren und virtuelle Steuergeräte für Software-definierte Fahrzeuge zu unterstützen.

Zukünftige Fahrzeugarchitekturen in Angriff nehmen

Das S32G-Prozessorportfolio unterstützt den Übergang von konventionellen Fahrzeugarchitekturen zu Domänen- und Zonenarchitekturen. So lassen sich Software-definierte Fahrzeuge realisieren. Durch das skalierbare Portfolio mit Software-, Gehäuse- und Pinout-Kompatibilität bietet die S32G-Familie viele Möglichkeiten zur Wiederverwendung. Außerdem ist mit den Fahrzeugprozessoren eine flexible Entwicklung der

Software möglich und eine freiere Platzierung der Anwendungen an verschiedenen Stellen des Fahrzeugs.

Das unterstützende S32G-Evaluierungsboard, das Referenzdesign und die GoldBox ermöglichen Plattformlösungen in Kombination mit einer breiten Palette von Aktivierungs-Software und GoldVIP, der Fahrzeugintegrationsplattform, für eine schnelle Entwicklung vernetzter Gateways. Diese Plattformlösungen beschleunigen die Evaluierung, die Entwicklung, den Proof-of-Concept und die Markteinführung beim Kunden. Darüber hinaus verfügt NXP über ein breit gefächertes und wachsendes Ökosystem von Partnern, die Betriebssysteme, Virtualisierung, Ausführungsumgebungen, Anwendungssoftware, Boards, Software-Tools, Engineering Services, Deep-Dive-Schulungen und Cloud-Services anbieten. ■ (eck)

www.nxp.com/S32G3



Brian Carlson ist Global Marketing Director Vehicle Control and Networking Solutions bei NXP Semiconductors. © NXP

Universal Debug Engine®
Multicore • Debugging • Trace • Test Automation

C/C++ Compiler | **3rd Party Tools** | **Automation & Scripting** | **RTOS Support** | **Simulator**
Autosar Support | **CAN Recording**

Object Model API | **Multicore** | **Profiling**
FLASH Programming | **Code Coverage**
Trace Analysis

Universal Access Device
Debug Interface | **Trace Interface** | **Simulator Interface**

Custom Specific Hardware / Evaluation Boards | **Virtual Platforms / Simulators**

AURIX • TriCore
Arm Cortex-M/R/A
S32 • RH850 • R-Car
SPC5 • MPC5xxx
RISC-V • ARC
XE166 • XC2000

pls Development Tools | www.pls-mc.com