



© Softing Automotive

AUTOR



Markus Steffelbauer
leitet das Produktmanagement und Marketing bei Softing Automotive in Haar bei München.

DIAGNOSE HEUTE

Ohne Diagnose geht bei modernen Fahrzeugen nichts. Von der Entwicklung über die Produktion bis in die Werkstatt ist Diagnose die Voraussetzung, um aus über 100 Steuergeräten (Electronic Control Units, ECUs) Informationen und Zustände auslesen zu können – etwa interne Größen oder Fehlerspeichereinträge: Zumindest bei seriennahen Steuergeräten ist Diagnose dafür die einzige Möglichkeit. Im Bereich der Entwicklung ist es beispielsweise nötig, an Prüfständen Zustände zu überwachen und Größen zur Funktionsverifikation abzufragen. Beides ist mittels Diagnose einfach möglich. Im Fahrversuch wird darüber hinaus die Identifikation (beispielsweise Softwareversion) der verbauten Steuergeräte ausgelesen. In der Produktion verifiziert man so häufig an Komponentenprüfständen die Funktion von mechatronischen Systemen. In der Linie kommt die Diag-

nose meist in etlichen Bandabschnitten zum Einsatz. Nur so ist es möglich, den korrekten Einbauzustand sofort sicherzustellen: beispielsweise ob alle Kontakte richtig verbunden und die Bestromung in Ordnung ist etc.

In der Werkstatt ist schlussendlich eine Reparatur ohne Expertensystem heute nicht durchführbar. Fehler müssen anhand von oft vagen Symptomen eingegrenzt und dann lokalisiert werden, um eine genaue Reparaturvorgabe aufzuzeigen und diese final zu verifizieren. In allen beschriebenen Fällen handeln die Methoden der Diagnosekommunikation einen weiteren wichtigen Anwendungsfall ab: das Einspielen neuer Softwarestände mittels Flash-Programmierung in die Steuergeräte.

Nicht zuletzt deshalb ist Diagnose ein Prozessthema: Die Entwicklung findet zwar gemeinsam mit den eigentlichen Kontrollfunktionen im Steuergerät statt, die eigentliche Nutzung der Funktion

Paradigmenwechsel bringt mehr Diagnosequalität

Trends wie elektrisches und autonomes Fahren führen zu Paradigmenwechseln in der E/E-Architektur; auch die stetig steigende Variantenvielfalt an Electronic Control Units der OEMs trägt zu den Herausforderungen für die Fahrzeugdiagnose bei. Gleichzeitig eröffnen diese Entwicklungen laut Softing Automotive aber Möglichkeiten zur Verbesserung der Diagnosequalität und zur Effizienzsteigerung: Es entwickeln sich neue Diagnosepfade bis hin zu cloudbasierten Systemen.

erfolgt aber erst in späteren Prozessschritten und muss dabei über entsprechende Freigaben immer konsistent gehalten werden.

DER BLICK UNTER DIE HAUBE

Der Startpunkt für Diagnose liegt immer in den einzelnen ECUs. Dort laufen Routinen, die permanent Ein- und Ausgangsgrößen sowie interne Zustände überwachen. Genauso wird auf den Kommunikationskanälen darauf geachtet, ob alle notwendigen Nachrichten verfügbar sind. Sobald diese sogenannten Eigen Diagnosen Auffälligkeiten erkennen, nehmen sie Einträge in Fehlerspeichern vor. Dann kann ein externer Tester über ein Vehicle Communication Interface (VCI) am Fahrzeug über die On-Board-Diagnose(OBD)-Buchse angeschlossen werden und Informationen von einzelnen Steuergeräten auslesen – Fehlerspeicher ebenso wie interne Größen. Diese Informationen werden dann im externen Tester aggregiert und in ein Fehlerbild übersetzt – die eigentliche Diagnose. Dies ermöglicht sodann die Ermittlung von Abstellanweisungen. Die Vorgehensweise „externe Diagnose“ ist heute ohne Alternative, weil unter anderem ECUs von verschiedenen Herstellern stammen, unterschiedliche Freigabestände im Feld zu finden sind und Steuergeräte optional

verbaut werden – die Variantenvielfalt ist extrem hoch und es ist auch keine Änderung zu erwarten.

HERAUSFORDERUNG NEUE MOBILITÄTSMODELLE

Aktuell beherrschen vor allem zwei Themen die Elektronikentwicklung im Fahrzeug: (teil-)elektrisches Fahren und (teil-) autonomes Fahren. Durch elektrisches Fahren soll zunächst die Emissionsbilanz verbessert werden, vor allem im Hinblick auf Abgase sowie in zweiter Linie auf Lärmreduktion. Die Nutzung von Batterien als Energiespeicher führt allerdings zu einem erhöhten Bedarf, sämtliche Energieverbraucher zu überwachen, um mögliche negative Einflüsse auf die Reichweite zu verhindern. Da dies zentral erfolgt, ist eine deutlich höhere Integration von Funktionen in einem Steuergerät sinnvoll. Gleichzeitig ist aber auch ein umgekehrter Trend zu erkennen: Funktionen verteilen sich auf mehrere Steuergeräte. „Bremsen“ ist etwa ein Vorgang, der sich im elektrisch getriebenen Fahrzeug zwischen Elektromotor, der Batterie und der mechanischen Bremse verteilt.

Beim autonomen Fahren als zweitem Megatrend stehen einerseits der Komfort des „Nicht-Fahren-Müssens“, andererseits der zu erwartende Sicherheitsge-

winn durch das Ausschalten der Fehlerquelle Mensch im Vordergrund. Dem gegenüber steht die notwendige massive Erhöhung der Rechenleistung, um die zusätzlichen Sensoren wie Radar, Video und Lidar mit ihrem hohen Datenaufkommen in ausreichender Geschwindigkeit verarbeiten zu können. Darüber hinaus vernetzt sich das Fahrzeug mit externer Infrastruktur wie anderen Fahrzeugen, Ampeln oder Gebäudesteuerungen, etwa im Parkhaus, **BILD 1**.

DIAGNOSE IM SPANNUNGSFELD

Dies alles hat enormen Einfluss auf die funktionale Sicherheit des Fahrzeugs, direkt oder indirekt aber auch auf die Fahrzeugdiagnose. Gerade bei Prüfungen entsprechend der ISO 26262 ermöglicht die Diagnose vielfach eine verhältnismäßig einfache Plausibilisierung der Größen. Aber auch während der Fahrt ist Diagnose relevant: Verteilte Funktionen wie die genannte Bremse müssen durch eine Zentraleinheit (Diagnose Master) laufend über mehrere ECUs geprüft werden, um eine vollständige Aussage über das Funktionieren zu erlauben.

Die Öffnung des Fahrzeugs nach außen über Funkverbindungen eröffnet darüber hinaus neue Anwendungsfälle für die Diagnose. Neben dem Update von ECU-Software über die Funkschnittstelle

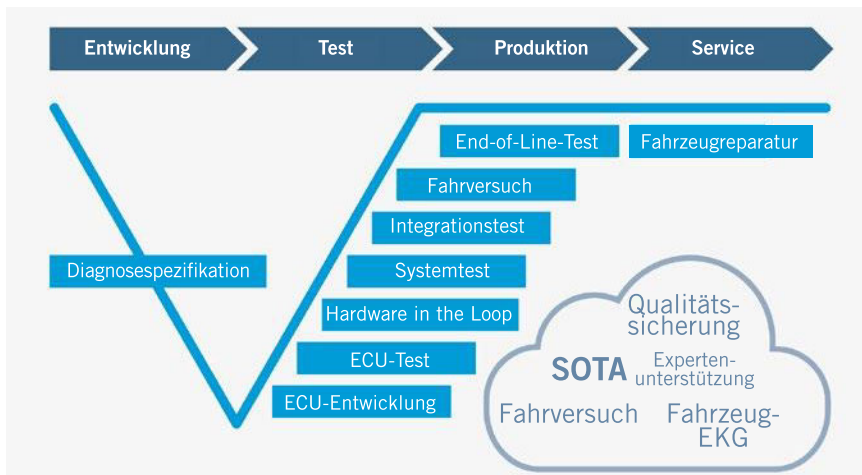


BILD 1 Use Cases und Erweiterungen über Diagnose 4.0 (© Softing Automotive)

(Software-Over-the-Air, SOTA) ermöglichen sie auch echte Diagnose-Anwendungen. Als Beispiel sei die ISO 20078 (Extended Vehicle) genannt, bei der interessierte Dritte nach Freischaltung durch den Fahrzeughalter über Cloud-Anwendungen Zugriff auf Fahrzeugdaten erhalten. Dritte können in diesem Zusammenhang beispielsweise der Gesetzgeber (OBD), Versicherungen oder Hersteller von Diagnostiktestern sein. Voraussetzung für solche Szenarien ist das Beherrschen der Security-Anforderungen bezüglich Anwendungen (im Fahrzeug, aber auch außerhalb), Daten und Verbindungsstrecken.

DIAGNOSESTANDARDS

Um die Zusammenarbeit zwischen OEMs und ECU-Lieferanten, aber auch zu den Werkzeugherstellern zu erleichtern, sind die wesentlichen Kommunikationsmechanismen heute standardisiert. Begonnen hat dies mit Kommunikationsprotokollen, bei denen man bereits vor 20 Jahren die ursprünglichen herstellereigenen Protokolle durch standardisierte ersetzt hat. Heute sind bei Pkw auf dem CAN-Bus UDS und bei höheren Bandbreitenanforderungen Diagnostic-over-IP (DoIP) und Ethernet gesetzt. Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass immer umfangreichere Diagnosespezifikationen zusätzliche Schwierigkeiten bereiten. Deswegen hat sich ein bezüglich der Architektur einheitliches Diagnosesystem heute durchgesetzt, **BILD 2**.

Die Basis bilden dabei die Dateiformate. Die Daten sind in XML-Dateien

gespeichert und lassen sich dadurch sowohl direkt vom Rechner verarbeiten als auch einfach in lesbare Formate umwandeln („ausführbare Spezifikation“). Das sogenannte Open Diagnostic Data Exchange (ODX) beschreibt die Kommunikation zwischen Tester und Steuergerät, typischerweise bestehend aus einer Anforderung und der zugehörigen Antwort. Dazu gehören jeweils Umrechnungsvorschriften vom Maschinenformat „hex“ in physikalische Grö-

ßen „symbolisch“. Über das sogenannte Open Test Sequence Exchange (OTX) lassen sich mehrere solcher Kommunikationszyklen zu geschlossenen Diagnoseaufgaben verbinden und ohne zusätzlichen Aufwand in verschiedenen Testern verwenden. Beispiele sind ein Programmierablauf oder ein Fahrzeugschnelltest.

Zur Integration in Testsysteme stehen verschiedene Application Programming Interfaces (APIs) zur Verfügung: die D-PDU API dient der Integration von VCIs, da im Labor, an Prüfständen, in der Produktionslinie und in der Werkstatt meist unterschiedliche Formfaktoren gefordert sind. Die MCD-3D erlaubt das Ausführen von einzelnen Diagnosediensten, wobei sowohl die Parametrierung als auch die Ergebnisse menschenlesbar sind („Messwertlesen (Drehzahl)“ als „1900/min“). Beide APIs sind in der ISO 22900 standardisiert. Der Zugriff auf OTX-Abläufe erfolgt über proprietäre APIs, da in der ISO 13209 nur das Austauschformat spezifiziert wurde.

Derartig aufgebaute Systeme sind grundsätzlich an allen Schnittstellen trennbar, das heißt, es können Teile abgesetzt voneinander agieren. Zu beachten sind aber die jeweiligen Randbedingungen bezüglich Bandbreite, Latenz und Übertragungssicherheit.

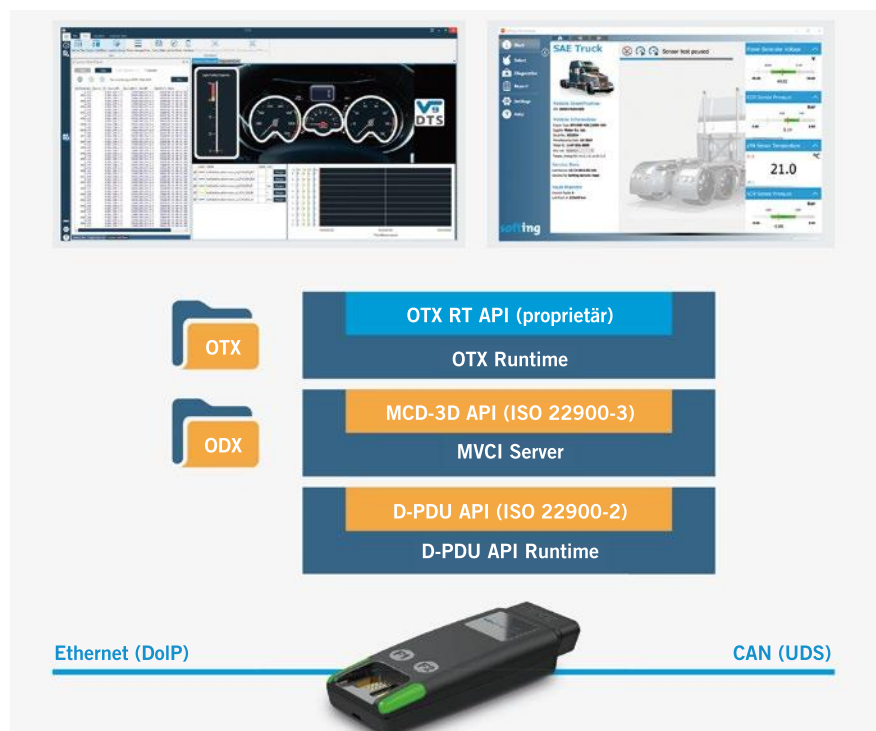


BILD 2 Standardisiertes Diagnoselaufzeitsystem (© Softing Automotive)

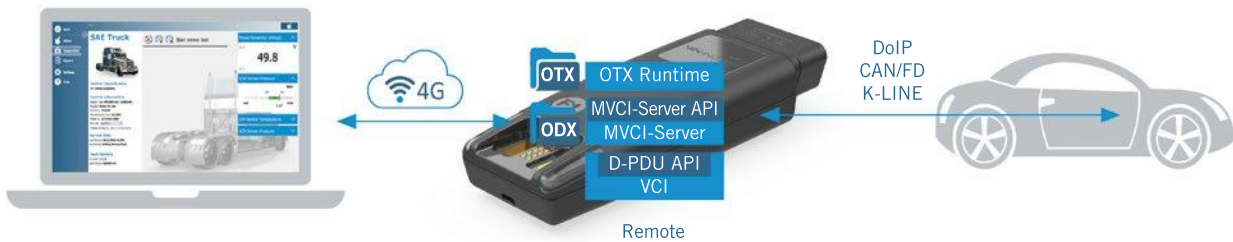


BILD 3 Kosteneinsparung: Mittels Remote-Service kann in der Entwicklung durch Zuschalten eines Diagnoseexperten bei schwierigen Fällen Rat eingeholt werden (© Softing Automotive)

NEUE DIAGNOSEPFAD

Die genannten Randbedingungen kommen insbesondere bei Remote- und Cloud-Anwendungen zum Tragen, oft bezeichnet als Diagnose 4.0. Hier sind geeignete Architekturen zu wählen, je nach Qualität und Verfügbarkeit der Datenverbindung (Infrastruktur) und aus den Anwendungsfällen resultierenden Anforderungen:

- Fahrzeug steht in der Werkstatt
- fährt auf der Teststrecke oder im öffentlichen Verkehr
- steht beim Kunden.

Grundsätzlich ergeben sich hier gänzlich neuartige Möglichkeiten. So ist etwa ein Softwareupdate von Steuergeräten ohne Werkstattbesuch möglich. Dies erspart dem Kunden die Fahrt in die Werkstatt und dem Hersteller die damit verbundenen Kosten. Es ist aber auch möglich, ein Diagnosesystem im Fahrzeug mitzuführen, regelmäßig Diagnoseabläufe durchzuführen und die Daten zu geeigneten Zeitpunkten in die Cloud zu spielen. Damit entsteht ein Pool von Historiendaten, der sich vielfältig in der Qualitätssicherung nutzen

lässt, aber auch für Ausfallvorhersagen im Sinne von vorausschauender Wartung. Die Fahrzeugverfügbarkeit erhöht sich dadurch signifikant.

Ein weiterer wertvoller Anwendungsfall stellt die Expertenunterstützung dar. Über sie kann in der Entwicklung auf dem Prüfstand oder im Fahrversuch, aber auch in der Werkstatt bei schwierigen Fällen ein Diagnoseexperte aus der Ferne zugeschaltet werden und tiefere Analysen durchführen. In beiden Fällen entstehen entsprechende Kosteneinsparungen, **BILD 3**.

AUTONOMES FAHREN UND DIAGNOSE

Die Anforderungen aus dem autonomen Fahren führen zu gänzlich neuen E/E-Architekturen, bei denen mehrere High-Performance-Computer (HPC) zentrale Steuerungsaufgaben übernehmen und die heutigen Steuergeräte nur noch die dezentrale Sensorik und Aktoren kontrollieren. Die HPCs sind über Verbindungen mit hohen Bandbreiten verbunden und unterstützen auch eine performante

externe Vernetzung per WLAN/4G/5G. In vielen Fällen werden sie als Multi-Core-System mit bis zu zwölf Rechenkernen ausgeführt, auf denen für unterschiedliche Aufgaben auch verschiedene Betriebssysteme zum Einsatz kommen, beispielsweise Autosar parallel zu Linux, **BILD 4**.

Im Hinblick auf Diagnose haben HPCs zunächst die gleichen Aufgaben wie heutige Steuergeräte. Darüber hinaus müssen sie für verteilte Funktionen die Masterfunktionalität bereitstellen und für obiges Beispiel der Bremse sicherstellen, dass Batteriemanagement, Rekuperation über den Elektromotor und mechanische Bremse sowohl für sich als auch im Systemverbund funktionieren. Zusätzlich erfordern die beschriebenen Anforderungen Multi-Core und Multi-OS (Operating System) eine Diagnose der HPC-Zustände hinsichtlich der Verteilung von Funktionen und der Prozessorlast. Erst dadurch kann die zuverlässige Funktion verschiedener Anwendungen von unterschiedlichen Herstellern unter sich ändernden Zuständen sichergestellt werden.

SCHRITT-FÜR-SCHRITT-MIGRATION

Umstellungen in den E/E-Architekturen führt man schon aus Kostengründen nicht revolutionär durch. Deswegen dürften die ersten HPCs oft Domänenkontrollen sein, die zusätzliche Aufgaben bekommen. Parallel dazu wird die Diagnose ebenfalls neue Mechanismen einführen. Glücklicherweise erlauben die existierenden Architekturen bereits heute eine weitgehende Skalierung, neue Ansätze lassen sich auf den aktuellen Methoden aufsetzen oder sogar in die bewährten Implementierungen integrieren.

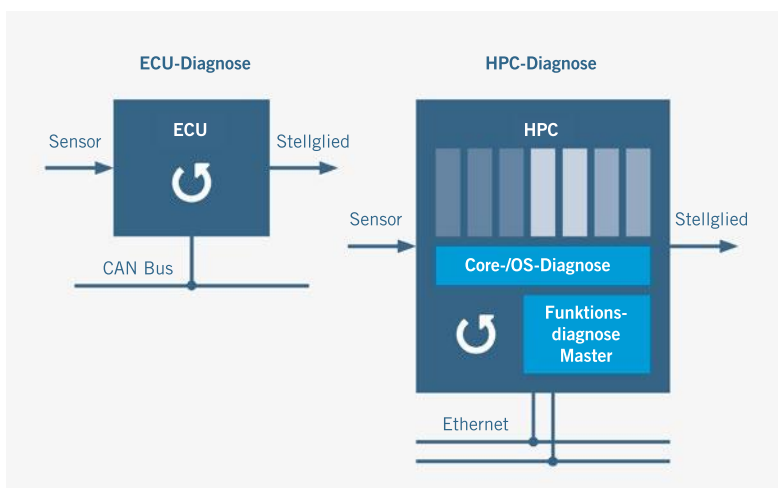


BILD 4 Vergleich ECU-Diagnose versus HPC-Diagnose (© Softing Automotive)



READ THE ENGLISH E-MAGAZINE

Test now for 30 days free of charge:
www.ATZelectronics-worldwide.com