

Tickt er richtig? Kfz-Diagnosetechnik heute

Ob der Motor noch richtig läuft, hört man bei modernen Automobilen kaum noch, also bemüht man die Technik zur Überwachung des gesamten Fahrzeugmanagements. Bei der zunehmenden Computerisierung der Fahrzeuge ist eine entsprechende Diagnose- und Überwachungstechnik inzwischen unauffälliger Standard. Einen kleinen Einblick in die Zusammenhänge dieser heute äußerst komplexen Technik zeigt unser Artikel.

Früher, ja früher war alles anders. Da hörte der erfahrene Kraftfahrer sofort, wenn der Motor „klingelte“, ein „Topf“ fehlte, erst die nächste Polizeikontrolle sagte ihm, daß ein Rücklicht nicht leuchtet usw., usw...

Mit dem technischen Fortschritt kamen die Benzineinspritzung, der geregelte Katalysator, ABS, digitale Motorelektronik und unzählige elektrische Helfer, deren Kontrolle man allein mit Augen und Ohren nicht mehr realisieren konnte.

Dazu wurden die Fahrzeuge immer komfortabler und geräuschgedämpfter, so daß Motor- und Fahrgeräusche kaum noch oder gar nicht mehr zu hören sind. Da fällt es bei einem Sechszylinder im normalen Verkehr kaum auf, wenn einer der Zylinder aussetzt.

Andere Ereignisse, wie Ausfall der Hei-

zung an der Lambda-Sonde des Katalysators, was zu erhöhtem Schadstoffausstoß führt, sind vom Fahrer ohne Diagnosetechnik im Fahrzeug gar nicht mehr zu bemerken.

Aber auch die Werkstatt ist heute ohne moderne elektronische Diagnosetechnik kaum in der Lage, in einem so komplexen System, wie es etwa das Motormanagement darstellt, einen Fehler auf herkömmliche Weise zu orten. Wer glaubt, es gibt den berühmten Diagnosestecker nur am BMW, der irrt.

Bis in die Kleinwagenklasse hinein gibt es diese Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Werkstattdiagnose-Equipment - ein Beispiel dafür ist Ford.

Für uns Techniker soll bei diesem Beitrag die Fahrzeugklassifizierung einmal



Bild 1: Sensoren erfüllen heute komplexe Aufgaben in der Steuerung von Fahrzeugfunktionen. Zur Gruppe der Komfortsensoren zählt der Regensensor der neuen E-Klasse von Mercedes-Benz (Bild: Mercedes-Benz)

außen vor bleiben, wir betrachten einmal modernste Diagnose- und Überwachungstechnik anhand von heutigen Technologieträgern wie dem neuen 5er/7er BMW und der neuen E-Klasse von Mercedes. Denn naturgemäß wird in solche Mittel- und Oberklassefahrzeuge alles hineinkonstruiert, was im Verlauf der Jahre auch in den kleineren Fahrzeugklassen Eingang findet. In der neuen E-Klasse von Mercedes z. B. finden wir bis zu 31 elektronische Steuergeräte, 1,9 km Kabel und bis zu 41 Elektromotore.

Sensoren ganz vorn

Die Feststellung der verschiedensten Zustände in elektronischen und mechanischen Systemen erfordert den Einsatz von Meßfühlern der unterschiedlichsten Aufgabengebiete. Dies beginnt bei den ganz einfachen Schaltern, die überwachen, ob eine Tür geschlossen ist, geht über Stromsensoren, die den Ausfall einer Glühlampe signalisieren bis zu Brennraum (Klopf)sensoren, Beschleunigungssensoren, Sauerstoffsensoren (Lambdasonden), Lastsensoren, ABS-Sensoren, Füllstandssensoren und, und ...

Damit werden Luftmengen, Verstellwinkel der Nockenwellen, Temperaturen von Ansaug- und Abluft, Drehzahlen, Stromkreise und viele weitere Zustände überwacht.

Erst diese Vielzahl von Sensoren, zu der heute noch eine ganze Anzahl modernster Sensoren für den Insassenkomfort wie Regensensoren (Bild 1) oder Schadstoffsensoren kommt, ermöglicht die komplexe Überwachung des Gesamtsystems Fahrzeug.

Überall, wo Sie im Motorraum Ihres Wagens ein Kabel entdecken, können Sie einen Sensor vermuten, und wenn es nur der für den Ölstand im Motor ist.

Diese Sensoren sind inzwischen so ausgereift und in großer Vielfalt einsetzbar, daß Fahrzeugtechniker aufgrund des hohen Selbstüberwachungsgrades der

Fahrzeugelektronik schon vom Fortfall bestimmter obligatorischer Prüfungen, wie der Abgasuntersuchung, träumen.

Einen deutlichen Schritt in diese Richtung geht z. B. Mercedes Benz durch die Entwicklung völlig neuer Abgassensoren, die unter allen Betriebsbedingungen des Motors den Nachweis über die Schadstoffzusammensetzung ermöglichen, so auch über Kohlenwasserstoffe. Damit können Schadstoffe im Abgas bereits am Fahrzeug direkt komplett gemessen, das Motormanagement entsprechend gesteuert und Defekte etwa des Katalysators on board erkannt werden.

Kostensparer Diagnosetechnik

Daß der Einsatz von Sensoren mit ihrer Peripherie auch handfeste ökonomische Vorteile für den Fahrzeugbesitzer hat, beweist die seit Jahren eingeführte Service-Intervall-Anzeige bei BMW, die es ermöglicht, von festen Wartungsintervallen ab-

zugehen und statt dessen diese je nach aktuellem Verschleißzustand des Fahrzeugs zu bestimmen.

Eine Vielzahl von Sensoren erfassen Verschleißzustände, Fahrstil in Zusammenhang mit Zeit und Wegstrecke und signalisieren dem Fahrer durch eine sehr einfach zu interpretierende Anzeige den bevorstehenden Werkstattbesuch zur Inspektion oder, getrennt angezeigt, zum Ölwechsel. So können Wenigfahrer und solche, die ihr Fahrzeug sehr schonend bewegen, von längeren Wartungsintervallen profitieren. Der Viel- und Schnellfahrer hingegen bekommt den erhöhten Verschleiß seines Fahrzeugs rechtzeitig signalisiert und riskiert somit keine teuren Motorschäden oder Fahren mit verschlissenen Bremscheiben etc.

Auch die sonst fest einzuhaltenden Ölwechselintervalle sind auf diese Weise variabel zu halten, und umsichtige Fahrer können so eine Menge an wertvollen Ressourcen und Geld sparen.

All diese vielen Sensor-Signale müssen

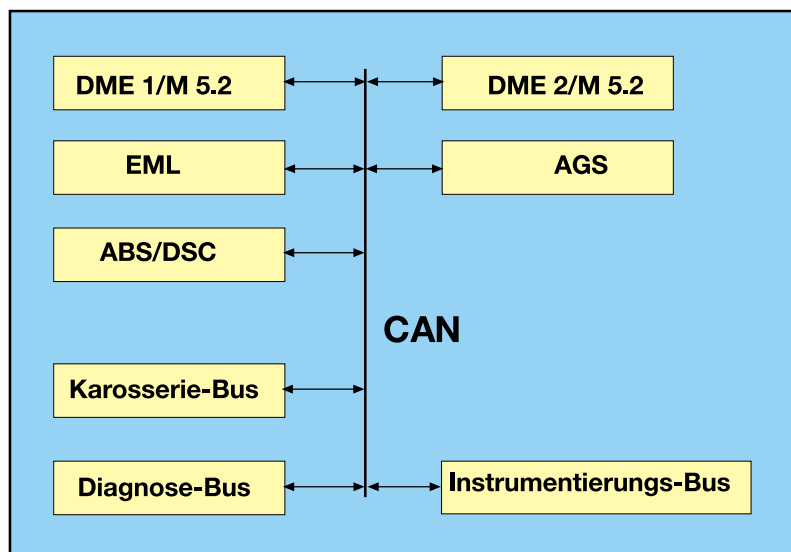


Bild 2: Der CAN im neuen 7er BMW bedient nicht nur Diagnose- und Steuerbus, sondern inzwischen auch weitere Bussysteme, die die Verbindung etwa zur Instrumentierung und zum Innenraum herstellen.

ausgewertet und entsprechend interpretiert werden. Während bestimmte Zustände, die vom Fahrer beeinflussbar sind, wie etwa die Meldung „zu wenig Motoröl“, entweder durch Kontroll-Leuchten, Klartext-Displays oder gar durch synthetische Sprachausgabe zur Anzeige gelangen, werden andere Meldungen in die Regelkreisläufe etwa des Motormanagements einbezogen. Registriert z.B. der Klopfsensor im Zylinderkopf die Tendenz zur (schädlichen) klopfenden Verbrennung (z. B. bei minderer Kraftstoffqualität), verschiebt das elektronische Motormanagement automatisch den Zündzeitpunkt in Richtung höherer Verdichtung und damit verschleißminderndem Betrieb.

Datentransport auf dem CAN

Alle Signale von Sensoren und Abtastern zu den Steuergeräten und Anzeigeeinrichtungen müssen transportiert werden. Dazu kommt die räumliche Aufteilung der Steuergeräte entsprechend ihren speziellen Aufgaben und aus Gründen der Fehlerredundanz im Fahrzeug.

Dies führte bald zu einer regelrechten Vernetzung der unterschiedlichen Steuergeräte, Sensoren und Regelglieder im Fahrzeug. Es läßt sich leicht vorstellen, daß herkömmliche Kabelbaumsysteme diesen Aufgaben kaum noch mit vertretbarem Aufwand gewachsen sein können.

Daher führt man schrittweise auch im Automobilbau Multiplex-Bussysteme ein, wie wir sie aus der Computertechnik seit langem kennen. Im Automobilbau werden diese Bussysteme allgemein CAN (Controller Area Network) genannt. Sie sorgen für den Datentransport zwischen den einzelnen Steuergeräten.

Mercedes etwa geht auch schon für die Steuerung verschiedener Innenraum-Versorgungssysteme wie der Schließanlage zum Bussystem über, das sogar Schnittstellen für Erweiterungen aufweist.

Aus Sicherheitsgründen sind diese CAN-Systeme noch als Zweidraht-Verbindungen ausgeführt, obschon eine reine Eindraht-Verbindung, wie sie uns in der Computertechnik etwa als Ethernet begegnet, technisch ausreicht.

Die wichtigsten Eigenschaften des CAN sind seine Schnelligkeit und seine Datensicherheit. Innerhalb einer Sekunde lassen sich bis zu einem Megabit Daten per Kupferleitung übertragen. Diese Datenmenge ist nicht unrealistisch, denn wenn man die vielfältigen Eingriffsmöglichkeiten des digitalen Motormanagements in die Motorsteuerung betrachtet, kommt schon eine Ahnung auf, wie schnell und zuverlässig Daten auf diesem Bus transportiert werden müssen.

Auch für den Austausch von Daten zwi-

schen Innen- und Motorraum ist ein solches CAN (Bild 2) mit standardisierter Schnittstelle äußerst interessant. Man denke nur an die zukünftig mögliche Reduzierung des Verkabelungsaufwands im Fahrzeug.

Schließlich erleichtert die Bustechnik auch die externe Diagnose der einzelnen Fahrzeugsysteme an einem zentralen Punkt, der sogenannten Diagnosesteckdose.

Diagnose über die Schnittstelle

Hier kann das Werkstattpersonal per externem Diagnosecomputer alle Betriebszustände der einzelnen Baugruppen erfassen und auswerten. Da die modernen Steuergeräte im Fahrzeug bei Betriebsstörungen des Gesamtsystems, etwa bei Einspritzfehlern die Fehlermeldungen der Sensoren auch in einem Fehlerspeicher ablegen, kann dieser in der Werkstatt ausgelesen werden und die Instandsetzung zielgerichtet erfol-

seit Jahren ausgereift und ist bei der komplizierten Technik dieser rollenden Computer die einzige Möglichkeit, Betriebsstörungen überhaupt nachvollziehen zu können.

Tritt z. B. im BMW-Motormanagement ein Fehler auf, etwa im Bereich der elektronischen Zündanlage (Aussetzer o. ä.), so schaltet der zuständige Computer bei anhaltender Störung auf ein Notprogramm, um die Fahrt ohne Schaden für den Motor fortzusetzen.

Gleichzeitig legt er eine Meldung im Fehlerspeicher ab, der dann ausgelesen werden kann und die nächste Werkstatt die genaue Fehlerursache lokalisiert. Dies geschieht über sogenannte Fehlercodes, deren Interpretation aus Tabellen herausgelesen werden kann.

Der bisherige BMW 5er z. B. kann bis zu fünf solcher Meldungen abspeichern, wobei auf diese Weise auch sporadisch auftretende Störungen (Sie kennen doch

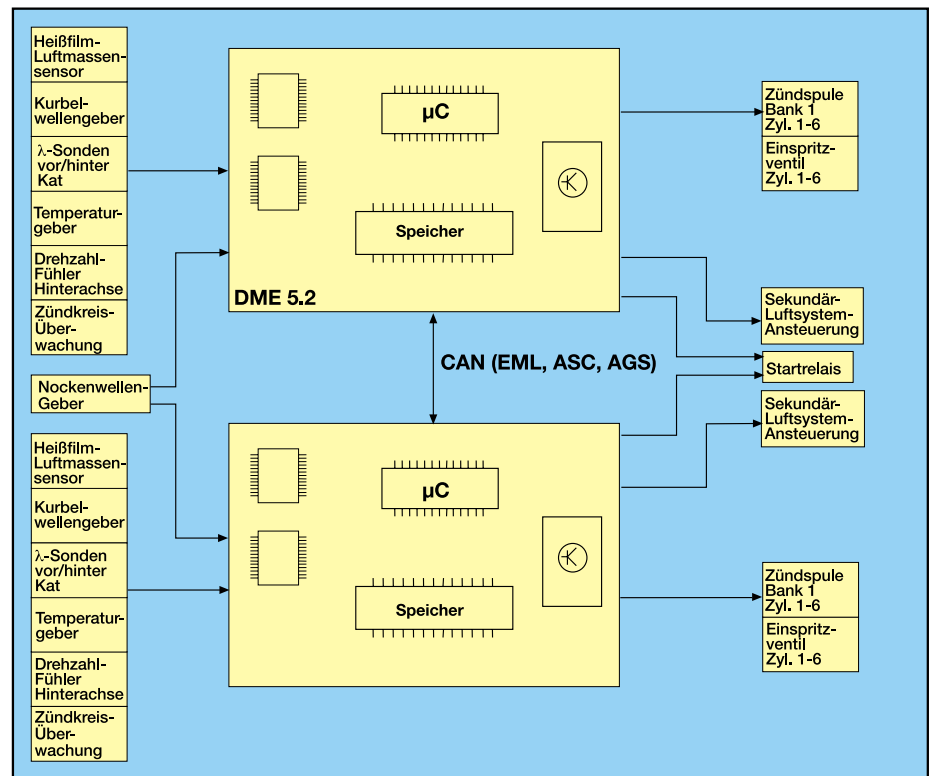


Bild 3: Ein äußerst komplexes Diagnose- und Steuersystem stellt eine moderne Motorelektronik dar, wie sie in doppelter Ausführung in den 12-Zylindermodellen von BMW installiert ist. Auch sie kommuniziert mit dem CAN und ist somit direkt über den Diagnosebus von außen zugänglich.

gen. Ohne Sensor- und Computerhilfe wären entsprechende Diagnosen kaum mehr möglich.

Durch dieses Diagnosesystem lassen sich auch aufwendige Probefahrten nach komplizierten oder sporadisch auftretenden Fehlern auf dem Werkstatt-Rollenprüfstand eliminieren.

Merkt sich jeden Aussetzer

Die Fehlerspeichertechnik ist bei einigen Fahrzeugherstellern, etwa bei BMW,



Bild 4: Bis zu 31 elektronische Steuergeräte sind in einem modernen Fahrzeug wie der Mercedes-Benz E-Klasse installiert (Bild: Mercedes-Benz).

Service-Computer oft nur allein an die Diagnosesteckdose des Fahrzeugs angeschlossen, er loggt sich in das Fahrzeugsystem ein und prüft alle für den jeweiligen Diagnoselauf wichtigen Parameter im System ab, darunter auch die o.g. Fehlerspeicher.

So ist es heute auch von hier aus möglich, Parameter von außen neu zu programmieren (wichtig bei Weiterentwicklungen in der Serie oder Abstimmungen von elektronischen Fahrwerken).

Schließlich erfolgt das Zurücksetzen des Systems ähnlich einem Computer-Neustart. Dies alles ähnelt auch in der hiesigen Kfz-Werkstatt oft dem Anblick, den wir bei den Formel-1-Rennen sehen, wenn der Renningenieur beim Boxenstopp mit dem Laptop herbeieilt.

So gewinnt der Begriff Fahrzeugdiagnose heute insgesamt eine völlig neue Bedeutung. Diese findet weitgehend innerhalb des Fahrzeugs statt, sorgt mittels einer Vielfalt von Sensoren, modernen Bussystemen und teilweise redundanten Steuergeräten (Bild 4) für einen stabilen Fahrzeugbetrieb und versetzt bei Defekten den Servicetechniker in die Lage, Fehler

den „Vorführeffekt“ in der Werkstatt, wenn der zuvor ständig aussetzende Motor schnurrt wie ein Kätzchen...) gezielt auf den Grund gegangen werden kann, da der Fehlerspeicher auch Auskunft über die Häufigkeit des aufgetretenen Fehlers gibt. Die Bandbreite der gespeicherten Fehler umfaßt dabei sowohl unterbrochene Leitungen etwa zu Sensoren als auch komplexe Programmfehler der digitalen Motorelektronik (DME).

Durch die Einführung des CAN war es auch möglich geworden, einen ganzen Systemverbund der verschiedenen Steuergeräte im Fahrzeug herzustellen, so etwa im 7er BMW der digitalen Motorsteuerung (2 x vorhanden), Getriebesteuerung AGS, Elektronische Motorleistungsregelung (EML), ABS, automatische Stabilitätskontrolle (ASC-T).

Erst diese Art der Verknüpfung der einzelnen Komponenten macht die deutliche Funktionserweiterung in allen Systemen durch einen erhöhten Informationsaustausch möglich.

Von der Diagnose zum Regelkomplex

Weiterhin ermöglicht der intensive Datenaustausch den Ausbau der Redundanz gegenüber herkömmlichen Motoren. Sensorinformationen sind gleichzeitig in allen Steuergeräten verfügbar, und fehlende Informationen können zum Teil aus anderen Signalen generiert werden.

So haben sich herkömmliche Motormanagementsysteme zu eigenständigen, selbstlernenden (Beispiel lernende Getrie-

beautomatik) und teilweise redundanten Diagnostik- und Regelsystemen entwickelt, deren Komplexität ständig steigt (Bild 3).

Man denke nur an das komplexe Zusammenspiel bei Fahrstabilitäts-Kontrollsystemen. Hier wirken Motormanagement, elektronische Getriebesteuerung, ABS und EML so blitzschnell zusammen, daß der Fahrer deren Eingriff in das Fahrverhalten des Fahrzeugs oft kaum merkt. Zentrale

Fehlercode-Anzeigen beim BMW-Diagnosesystem (Beispiel-Auszug)

Fehlercode	Fehler
01	Digitale Motorelektronik, Steuergerät hat einen Programmfehler
06	Luftmengensensor Ansaugtrakt, unterbrochen oder kurzgeschlossen
10	Lambda-Sonde meldet abweichende Gemischbildung
16/17	Einspritzventile 1,3,5/2,4,6 defekt
37	Spannungsversorgung des DME-Steuergerätes außer Normgrenze
45	Kühlmittel-Temperaturfühler, unterbrochen oder kurzgeschlossen
60	DME-Steuergerät defekt

Bedeutung kommt dabei immer mehr auch der Mehrfachnutzung von Sensoren, z. B. denen des ABS zu.

CD-ROM für den Schlosser

Daß die entsprechende Werkstatt-Technik heute ebenso komplex arbeitet, liegt auf der Hand. Moderne Diagnosecomputer unterstützen den Wartungstechniker heute durch komplexe Prüfalgorithmen, die auf einer CD-ROM abgelegt sind.

Ganz ähnlich einer Netzwerkverbindung im Computernetz einer Firma wird der

im System gezielt aufzufinden und zu beheben.

Mit herkömmlicher Diagnosetechnik, wie wir sie noch vor einigen Jahren ausschließlich in Form von Schließwinkelmeßgeräten, Zündeneinstellgeräten, Einspritzpumpentestern usw., fanden, hat dieser Begriff der Diagnose kaum noch etwas zu tun. Sie ermöglicht aber, gestörte oder defekte Baugruppen sofort aufzufinden und damit teure Instandsetzungszeit und langwierige Fehlersuche durch Baugruppenaustausch auf Verdacht zukünftig zu vermeiden. **ELV**