

2 Stand der Technik

„Die Forschung ist immer auf dem Wege, nie am Ziel.“

Adolf Pichler

Dieses Kapitel behandelt den aktuellen Stand der Technik. Grundlagen der Diagnose werden erläutert. Die Vorgaben des Gesetzgebers sowie von Prüforganisationen und Gremien, umgesetzt in Normen und Leitfäden, fließen bei der Entwicklung und dem Betrieb von Personen- und Nutzfahrzeugen mit ein. Die Umsetzung dieser Vorgaben und der darauf folgenden Rahmenbedingungen werden vorgestellt. Weiterhin wird neben dem Aufbau und der Funktion von Prüf- und Diagnosesystemen ein Überblick über aktuell auf dem Markt verfügbare Werkzeuge gegeben. Der Fokus der Arbeit liegt auf der Schnittstelle, die den Zugang zum Fahrzeug und dessen System ermöglicht. Die damit in Verbindung stehenden Systeme sind jedoch ebenfalls relevant und zu berücksichtigen. Aufbauend auf die Verbindung mit dem Diagnose-/OBD-/Prüfwerkzeug werden darüber hinaus sowohl fahrzeug- als auch testerseitig die Technologie der Systeme und der Bezug zur Praxis aufgezeigt.

2.1 Diagnose im Kraftfahrzeug

Der Begriff der Diagnose findet sich in nahezu allen wissenschaftlichen Disziplinen wieder. Eine allgemeine Definition lautet beispielsweise:

„Diagnose [frz., von griech. *diagnosis* >unterscheidende Beurteilung<, >Erkenntnis<] allg.: das Feststellen, Prüfen und Klassifizieren von Merkmalen mit dem Ziel der Einordnung zur Gewinnung eines Gesamtbildes.“ [10]

Bezogen auf das Kraftfahrzeug kann die Diagnose somit als ein System angesehen werden, das einen Sachverhalt oder einen Fehler anhand beobachtender Systeme zu identifizieren vermag. Dies waren früher ausschließlich Sensoren. Bei aktuellen, modernen Diagnosesystemen sind dies heute auch intelligente Routinen, Prozesse und Modelle, die auf den physikalischen Werten der Sensorik aufbauen. Somit besteht die Möglichkeit, neben den Auswirkungen (auf der Basis der Fehlererkennung) auch auf die Ursache des Fehlerfalles (Fehleridentifikation und Fehlerisolierung) zu schließen.

Mit der Komplexität der Systeme im Fahrzeug, der Vernetzung der mechatronischen Systeme und der höheren Rechnerleistung der Steuergeräte steigt der Bedarf und der Umfang der Diagnose stetig weiter an. Die Diagnose hat wesentlich von der mechatronischen³ Entwicklung profitiert. Nach Herrn Hans-Georg Frischkorn von der BMW AG sind für 90 Prozent aller Innovationen im KFZ die Elektrik und Elektronik die wesentlichen Treiber. Dies spiegelt sich aktuell beispielsweise bei der rasanten Weiterentwicklung und Einführung von Assistenzsystemen im breiten Feld wider [11]. Insbesondere bei derartigen, hochgradig sicherheitsrelevanten Systemen ist der Stellenwert einer funktionierenden Diagnose unabdingbar. Diese Systeme erfordern hohe Rechnerleistungen. Die Aussagen von Gordon Moore⁴ bekräftigen diese Zusammenhänge. Bereits im Jahr 1954 hatte die Robert Bosch GmbH erste Testgeräte im Einsatz. Bild 2.1 zeigt den Motortester Typ EWA41, der die Prüfung der gängigen kraftfahrzeugelektrischen Produkte, wie zum Beispiel die Zündung, den Generator oder den Starter, ermöglichte.



Bild 2.1: Prüfung kraftfahrzeugelektrischer Produkte im Jahr 1954, aus [4]

Frühere Systeme wurden überwiegend gesteuert, nicht geregelt. Hier findet die elektrische Diagnose Anwendung, beispielsweise durch das Messen eines Widerstands. Im Laufe der Entwicklung hat die Rückkopplung und somit die Regelung der verbauten Systeme stark zugenommen. Hier setzt die Prüfung der Plausibilität an. Beispielsweise sind Schwell- oder

³ Verknüpfung von integrierten Systemen, die mechanische, elektronische und informationstechnische Disziplinen umfassen. [11]

⁴ Mitbegründer der Intel Corporation und Urheber des Moore'schen Gesetzes.

Grenzwerte definiert, die überprüfbar sind. Weitere Gebiete der Diagnose sind die Überwachung von Komponenten oder Ausfällen. Hierzu zählen die elektrische Diagnose und die Plausibilitätsüberwachung.

Neben der Ausfallüberwachung laufen durch die aktive Prüfung – das bedeutet durch Beaufschlagen des Systems zum Beispiel bei der Stellglieddiagnose – ebenfalls Diagnoseroutinen ab. Analog zu dieser Entwicklung sind auch die diagnostizierbaren Umfänge gestiegen. In den 1980er Jahren konnten beispielsweise bei ersten Fahrzeugen Informationen mittels Blink-Codes über im Fahrzeug integrierte Anzeigen/Leuchten oder ein Prüfgerät ausgelesen werden. Grundlegend bedarf es der Gliederung in die zwei Themengebiete [12]:

- On-Board-Diagnose

Hierbei handelt es sich um alle Funktionen und Bestandteile, die im Fahrzeug ablaufen. Ein häufiges Synonym ist daher auch die Fahrzeugeigendiagnose.

- Off-Board-Diagnose

Die Off-Board-Diagnose umfasst alle Inhalte, Informationen und Werkzeuge, die von extern auf das Fahrzeug zugreifen. Das schließt Werkzeuge, wie beispielsweise Werkstatt-Tester oder Prüfgeräte, ein.

Eine weitere Gliederung ist die Unterscheidung zwischen den gesetzlich geregelten Umfängen der On-Board-Diagnose und der herstellerspezifischen Diagnose. Häufig werden diese beiden Themenbereiche nicht klar abgegrenzt. Wie zuvor beschrieben, findet die OBD im Fahrzeug statt. Bei der gesetzlich vorgegebenen Diagnose stehen primär abgasbeeinflussende Systeme und Komponenten im Fokus. Diese sind von der Überwachung bis hin zum Auslesen der damit in Verbindung stehenden Werte nach Normvorgaben herstellerübergreifend zu implementieren. Herstellerspezifische Diagnosen, wie beispielsweise die des Türsteuergerätes, der Bedieneinheit von Komfortfunktionen oder aber auch der multimedialen Systeme oder Assistenzsysteme, werden in der Regel nicht nach einheitlichen und offenliegenden Protokollen und Standards ausgeführt. Bei vielen Fahrzeugen wurden herstellerspezifische Überwachungen und Services bereits von der OBD/OBD II in das Fahrzeug integriert. Insbesondere bei aktuellen Fahrzeugen sind Diagnosetiefe und Diagnosemöglichkeiten in Verbindung mit einem Diagnosewerkzeug deutlich ausgeprägter. Diagnosesysteme mit entsprechendem Funktionsumfang werden in Kapitel 2 beschrieben. Die Diagnoseschnittstelle stellt das Bindeglied dar (siehe Kapitel 2.1.1). Die bei aktuellen Systemen überwiegend physikalische Verbindung zwischen Diagnosewerkzeug und Fahrzeug dient zur Übertragung der digitalen Informationen. Die hierfür gängigen Bussysteme und Protokolle werden in Kapitel 2.1.2 vorgestellt. Bei der Entwicklung und im Hinblick auf die Lebenszeit des Fahrzeugs im Feld sind das Auslesen, das Rücksetzen von Serviceintervallanzeigen, die Identifikation, das Plausibilisieren, die geführte Fehlersuche oder das Flashen (Parametrieren, Codieren) gängige Szenarien. [13]

Themen rund um die Diagnose haben beim KFZ vor diesem Hintergrund einen hohen Stellenwert eingenommen. Die Anzahl und der Umfang der Systeme und Steuergeräte im

Fahrzeug, deren Komplexität und die Möglichkeit einer höheren Prüftiefe nehmen stetig weiter zu. Bezogen auf den Fahrzeugpreis in den Jahren 1990 und 2010 ist der Anteil der Kosten für die Elektronik von 16 auf über 40 Prozent angestiegen [14]. Während bei einem Porsche Typ 928 die Anzahl der diagnostizierbaren Steuergeräte bei sechs lag, sind es beim Porsche Cayenne, hergestellt um das Bau-/Modelljahr 2010, bereits 58 Steuergeräte [15]. Bei einer S-Klasse (Typ 221, Baujahr 2005 bis 2013) der Daimler AG sind von circa 100 Millionen Zeilen Quellcode etwa 33 Prozent der Diagnose zugeteilt [15].

2.1.1 Zugang zu Fahrzeugsystemen

Die Gremien der ISO und der SAE haben die Beschreibung der Kommunikationsschnittstelle in der ISO 15031 - Teil 3 beziehungsweise der SAE J 1962 definiert. Hierbei werden der Aufbau, die Einbauposition sowie die Belegung der Pins beschrieben. Bild 2.2 zeigt exemplarisch einen werkzeugseitigen Schnittstellenstecker (z. B. [17]). In der Praxis wird auch die Bezeichnung DLC, die für Data Link Connector steht, verwendet. Die Norm ISO 15031 [16] beschreibt mittels technischer Zeichnungen detailliert, wie die Schnittstelle ausgeführt werden muss. Ein Auszug aus der Norm ist zur Veranschaulichung in Anhang - Visualisierungen (Bild A.5) dargestellt. Bei den dargestellten Steckern nach Typ A handelt es sich um die Ausführung für Personenkraftwagen. Beim Nutzfahrzeug ist der Steg in der Mitte durch eine Aussparung unterbrochen. Dies ist vor dem Hintergrund des Komponentenschutzes derart ausgeführt, da beim PKW die Bordnetzspannung 12 Volt beträgt, beim NFZ 24 Volt.



Bild 2.2: Ausführung werkzeugseitige Schnittstelle nach ISO 15031-3

Neben den konstruktiven Vorgaben wird die Position zum Verbau der Schnittstelle im Fahrzeug beschrieben. Hierbei werden drei bevorzugte Positionen auf der Fahrerseite im Bereich unter dem Lenkrad vorgegeben. Weiterhin stehen eingegrenzte Bereiche zur Verfügung, die beispielsweise maximal 300 Millimeter von der Mittelachse des Fahrzeugs in Richtung Beifahrerraum reichen dürfen.

Für die Betrachtung der Übertragung von Informationen ist grundlegend die Belegung relevant. Diese ist nach der in Tabelle 2.1 dargestellten Aufschlüsselung definiert. Bei den

meisten Herstellern wird bei aktuellen Fahrzeugtypen der CAN-Bus auf den nach Norm zugewiesenen Pins der Fahrzeugschnittstelle (Pin 6 und Pin 14) zur Verfügung gestellt. Je nach Architektur des Fahrzeugs ist ein Gateway-Steuergerät verbaut, das dem im Fahrzeug relevanten Steuergerät eine Anfrage (Request) weiterleitet. Die nach Norm frei zur Verfügung stehenden Pins werden von den Herstellern spezifisch genutzt. Bei einem Opel Vectra (Baujahr 2005, Typ Z-C/SW, Variante BN11) liegt auf Pin 1 beispielsweise der CAN SW⁵ mit fahrzeuginternen Informationen. Die Erklärung dieses Bussystems erfolgt in Kapitel 2.1.2. Es bedarf der spezifischen Analyse eines jeden Fahrzeugtyps, um eine verbindliche Aussage zur tatsächlichen Belegung tätigen zu können.

Tabelle 2.1: Diagnoseschnittstelle im Fahrzeug nach ISO 15031 [16]

Pin	Belegung	Zugehörige Normierung
01	Herstellerspezifisch	-
02	J1850 plus (PWM/VPW)	SAE J1850
03	Herstellerspezifisch	-
04	Masse	-
05	Signal-Masse	-
06	CAN High Speed High	ISO 15765-4
07	K-Line	ISO 9141-2, ISO 14230-4
08	Herstellerspezifisch	-
09	Herstellerspezifisch	-
10	J1850 minus (PWM)	SAE J1850
11	Herstellerspezifisch	-
12	Herstellerspezifisch	-
13	Herstellerspezifisch	-
14	CAN High Speed Low	ISO 15765-4
15	L-Line	ISO 9141-2, ISO 14230-4
16	Versorgungsspannung	-

Aufbauend auf der physikalischen Beschreibung der Schnittstelle in Verbindung mit den zur Verfügung stehenden Bussystemen kann mittels der entsprechenden Protokolle eine Kommunikation zwischen Fahrzeug und externem Test-/Prüfgerät stattfinden. Neben den Herstellern und Werkstätten mit Fachpersonal haben somit auch Tuner oder private Personen

⁵ CAN SW (SW - Single Wire): Ausführung des CAN mit einem Draht, Übertragungsraten von 33 kbit/s oder 83 kbit/s und einem Signalhub von 5 Volt, definiert in der SAE J2411. [12]

wie Fahrzeughalter die Möglichkeit, auf Dienste und Funktionen des Fahrzeugs zuzugreifen. Die zuvor beschriebene OBD- beziehungsweise CARB-Schnittstelle ist als Zugang bereits seit 1998 bei vielen europäischen Fahrzeugen verbaut [18,19].

2.1.2 Bussysteme und Protokolle

Bussysteme werden vielfältig eingesetzt. Das Ziel hierbei ist, im Kraftfahrzeug den digitalen Signalaustausch zwischen Mikrocontrollern, Mikrorechnern, Sensoren und Aktoren nahezu echtzeitfähig zu ermöglichen [20]. Jedes Bussystem besitzt spezifische Eigenschaften. Die vorliegende wissenschaftliche Abhandlung greift für die Betrachtung der genormten, herstellerübergreifenden Diagnoseinhalte auf die in Tabelle 2.2 dargestellten Bussysteme zurück. Bei herstellerspezifischen Diagnosethemen kommen weitere Bussysteme, wie zum Beispiel der CAN SW, hinzu.

Feldbussysteme, wie der PROFIBUS⁶, werden nicht betrachtet. Auch neuere Bussysteme, wie der FlexRay⁷, und multimedial orientierte Systeme, wie der MOST⁸, werden nicht vorgestellt. Ansätze, die Nutzdatenlänge und die Datenübertragungsrate des CANs zu erhöhen, wie mit dem von der Robert Bosch GmbH vorgestellten Ansatz CAN FD [21], werden ebenfalls nicht betrachtet. Dies vor dem Hintergrund, dass diese in aktuellen Fahrzeugen noch keine Anwendung im Rahmen der Fahrzeug-Diagnoseschnittstelle finden. [21,22] Hier bestehen thematisch keine Schnittstellen, wenn auch die Systematik und Methoden dieser Arbeit zu Teilen übertragen werden können. Der physikalische Aufbau und die Signalübertragung sind genauso wie die Implementierung der Übertragungsprotokolle nicht zentrales Element der Untersuchung. Hierzu gibt es einschlägige Literatur, wie zum Beispiel „Controller-Area-Network - Grundlagen, Protokolle, Bausteine, Anwendungen“ von Prof. Dr.-Ing. Konrad Etischberger [23]. Sowohl das Bussystem als auch das Protokoll sind in dieser Arbeit das Mittel zum Zweck. Unabhängig davon werden bei der Analyse oder bei einer Fehlersuche rudimentäre Kenngrößen (z. B. Signal vorhanden, Signal geschwächt) lediglich zur Abschätzung betrachtet.

⁶ PROFIBUS: Definierter Standard für die Kommunikation in der Automatisierungstechnik.

⁷ FlexRay: Seriell, deterministisches und zugleich fehlertolerantes Feldbussystem. Der Fokus liegt auf einer höheren Datenrate, einer höheren Echtzeitfähigkeit (Stichwort Zeitmultiplexverfahren) sowie einer höheren Ausfallsicherheit. [12]

⁸ MOST: Media Oriented Systems Transport: Definiert ein Netzwerk zur Übertragung von multimedialen Inhalten und Telematikinhalten mit hoher Datenrate. Die Übertragung erfolgt optisch mittels Lichtwellenleiter, in der Regel in Form einer Ringstruktur. [12]

Die gesetzlichen Diagnoseinhalte lassen sich mittels verschiedener Bussysteme auslesen. Europäische Fahrzeuge mit einer Erstzulassung vor dem Jahr 2000 sind in der Regel mit der sogenannten K-/L-Line⁹ ausgestattet, die auf der Norm ISO 9141, Teil 2 (CARB) [24] basiert. In den USA wurde die Schnittstelle nach SAE J1850 [25] mit PWM oder VPW favorisiert. Somit waren zwei Schnittstellen zeitgleich in den USA akzeptiert.

In Verbindung mit den Neuregelungen und dem Streben nach härteren Abgas- und Emissionsgesetzen (CARB¹⁰, EPA¹¹) übernahm die EU mit geringfügigen Anpassungen und Modifikationen im nächsten Schritt Inhalte für die europäischen OBD-Standards. Das Protokoll KWP-2000¹² definiert in diesem Zusammenhang die Schnittstelle und Ausbreitung auf höhere Protokollebenen. Diese wurden auf der Basis der Normierung ISO 15765 [26] von K-Line auf CAN übertragen. Das KWP ist das am weitesten verbreitete Protokoll in europäischen Fahrzeugen (siehe auch Kapitel 2.2.1). Nutzfahrzeuge sind durch den internationalen Standard SAE J1939 [27] standardisiert. Die Kommunikation nach SAE J1939 sieht den CAN-Bus als Übertragungsmedium vor. Die in Kapitel 2.6.1 vorgestellte WWH-OBD nach ISO 27145 [28] beschreibt die weltweiten Bestrebungen zur Harmonisierung der Diagnose. [19,12]

Die Integration von mehreren Bussystemen und zugehörigen Protokollen ist für die Fahrzeughersteller teuer und birgt darüber hinaus Fehlerquellen. Fahrzeuge für den US-Markt müssen seit dem Jahr 2010 zur erfolgreichen Zertifizierung über CAN verfügen. Auch vor diesem Hintergrund ist die Kommunikation zwischen Fahrzeug und Diagnosewerkzeug bei aktuellen Fahrzeugen mit Erstzulassung (EZ) nach dem Jahr 2010 überwiegend mittels CAN realisiert. Unabhängig davon verwendet jeder Hersteller eigene Transportprotokolle für die herstellerspezifische Diagnosekommunikation und variiert diese teilweise innerhalb der eigenen Modelle bei der Implementierung des Transportprotokolls. Das folgende Beispiel zeigt dies auf: Identifier werden teils dynamisch ausgehandelt, teils sind sie fest vergeben. Bei einem Touran (Baujahr 2006) der Volkswagen AG fragt das Diagnosewerkzeug mit der ersten Nachricht einen Identifier (ID) zur weiteren Kommunikation an. Darauf antwortet das Fahrzeug mit einem ID-Vorschlag (meist \$300). Darauf aufbauend folgen die weiteren protokoll-

⁹ Die K-Line ist ein bidirektionales Bussystem mit einem Leiter. Durch die Verwendung der L-Line, die zur Reizung dient, kann das Bussystem auch unidirektional betrieben werden. Die zugrundeliegende Normung nach der ISO 9141 beschreibt hauptsächlich die elektr. Eigenschaften, die Art der Bitübertragung und den Aufbau der Kommunikation (Fast- und Slow-Init). [12]

¹⁰ California Air Resources Board: US-Regierungskommission aus Kalifornien zur Luftreinhaltung.

¹¹ United States Environment Protection Agency: US-Bundesbehörde zum Umweltschutz.

¹² Key-Word-Protokoll 2000, genormt nach ISO 14230. Beschreibt neben dem Physical Layer (Teil 1), dem Data Link Layer (Teil 2) und dem Application Layer (Teil 3) auch Einschränkungen (Teil 4) bei den ersten beiden Layern in Bezug auf die OBD. [115]

spezifischen Rahmen- und Randbedingungen wie der Handshake, Idle¹³ und dergleichen mehr. [29]

Bei der genormten Diagnosekommunikation nach ISO 15031 sind die IDs für das Diagnosewerkzeug und für beteiligte Motor- und Getriebesteuergeräte im Fahrzeug festgelegt. Das Werkzeug verwendet nach Vorgaben der ISO 15031 [16] beispielsweise immer die \$7DF, das erste Motorsteuergerät immer die \$7E8. In Kapitel 4 werden bei der Analyse und in Kapitel 5 beim Test fallspezifisch Eigenschaften und Besonderheiten der jeweiligen Bussysteme im Zusammenhang vorgestellt.

Tabelle 2.2: Zulässige Bussysteme und Protokolle nach ISO 15031 [16]

Bussystem	Protokoll	Übertragungsrate
SAE J1850	VPW	10,4 kbps
	PWM	42,6 kbps
K/(L)-Line	„CARB“	10,4 kbps
	KWP2000	10,4 kbps (fast init)
CAN	ISO-TP (KWPonCAN)	500 kbps
	SAE J1939	250 - 500 kbps

2.1.3 Vernetzung, Systeme und Komponenten

Jeder Fahrzeughersteller entwickelt für seine Modelle und Typen eine individuelle Vernetzungsarchitektur. Diese ist unter anderem abhängig von den verbauten Sensoren, Aktoren und Steuergeräten. Auch die Anbindung der diversen HMIs¹⁴, Begrenzungen durch zur Verfügung stehenden Bauraum und weitere Größen fließen mit ein.

Die Mehrzahl der Fahrzeughersteller verbaut nach der Diagnoseschnittstelle im Fahrzeug ein sogenanntes Gatewaysteuergerät. Da die Off-Board-Diagnose immer auf dem Request-Response-Prinzip aufbaut, routet das Gatewaysteuergerät – neben seinen weiteren Aufgaben wie der Regelung von Zugriffsrechten und Zugangsschutz – die entsprechenden Anfragen im Fahrzeug an das relevante Steuergerät oder System. Hierbei kann die Anfrage und die darauf folgende Information auch über mehrere Bussysteme im Fahrzeug transferiert werden, bevor sie mittels Gatewaysteuergerät an das externe Werkzeug zurückgegeben wird. Bei aktuellen

¹³ Eine Nachricht bei Bussystemen, die die Verbindung zwischen zwei Partnern aufrecht erhält. In der Informationstechnik auch als der Umstand beschrieben, bei dem ein Prozess untätig ist.

¹⁴ HMI: Human Machine Interface, Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine, um Systemgrößen zu visualisieren und Werte eingeben zu können.

Fahrzeugen werden aufgrund der höheren Rechnerleistung der Steuergeräte und des hohen Kostendrucks Funktionen teilweise mehreren Steuergeräten zugeordnet. Dies erhöht die Komplexität des Gesamtsystems, siehe auch [30,31,134]. Bild 2.3 zeigt exemplarisch den Aufbau der Architektur mit zugehöriger Vernetzung eines Oberklassefahrzeugs (BJ um 2005) der BMW AG.

Bei der fahrzeugspezifischen Betrachtung zur Analyse oder Bewertung bestehender Testumfänge ist das Grundverständnis für das Gesamtsystem notwendig. Eine Möglichkeit zur Gliederung und Darstellung in Bezug auf die Prüfumfänge der Hauptuntersuchung auf der Basis der erfolgten Analyse aus Kapitel 4 ist in Kapitel 5.4 dargestellt.

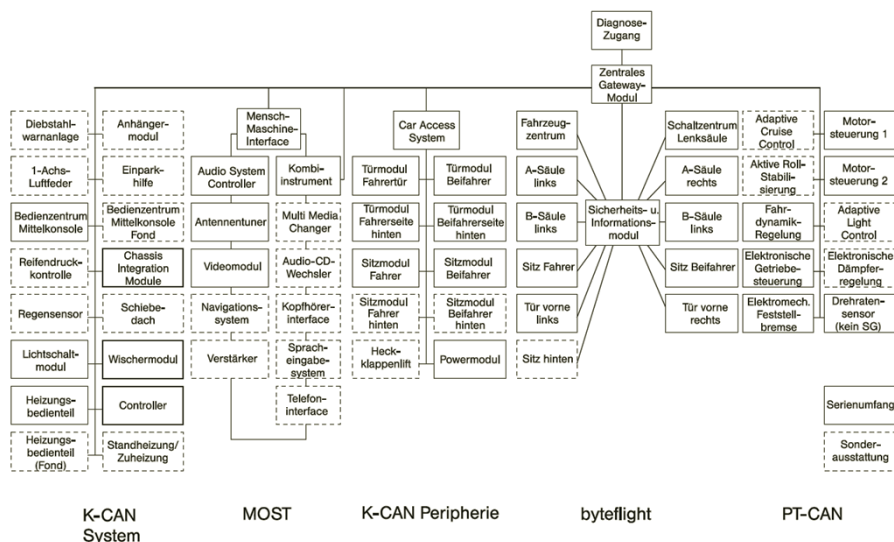


Bild 2.3: Steuergerätearchitektur eines Oberklassefahrzeugs, aus [32]

2.2 Diagnosevorgaben aus Normen und Regelwerken

Bei der Diagnose im Kraftfahrzeug gibt es aufgrund der diversen Bussysteme und Übertragungsprotokolle eine Vielzahl an möglichen Varianten und Ausführungen im Feld. Die Tendenz neuerer Protokolle und Beschreibungsformen im Vergleich zu den diagnostischen Anfängen geht in Richtung Harmonisierung. Während früher beispielsweise in der EU und den USA jeweils verschiedene Bussysteme forciert wurden, wird bei aktuellen Fahrzeugen, wie bereits ausgeführt, überwiegend der CAN HS verbaut. Dies auch aufgrund der geringeren Kosten für Controller und Transceiver in Verbindung mit den daraus folgend höheren Stück-

zahlen und der weiten Verbreitung. Bei der Normierung sind folgende Gremien maßgebend relevant:

- ISO - International Organization for Standardization
- SAE - Society of Automotive Engineers

Ein Auszug relevanter Normen mit Stichworten zum Inhalt ist in Tabelle 2.3 aufgelistet. In den folgenden beiden Kapiteln werden die ISO und die SAE vorgestellt. Die Protokolle bauen teilweise aufeinander auf. Untere Protokollschichten des ISO/OSI-Referenzmodells werden von den Bussystemen (z. B. CAN) abgedeckt. Die Transportprotokolle (u. a. ISO-TP) decken die mittleren Protokollschichten ab. Die obere Protokollschicht wird durch das Diagnoseprotokoll (z. B. ISO 15031, Bild 2.4) abgedeckt.

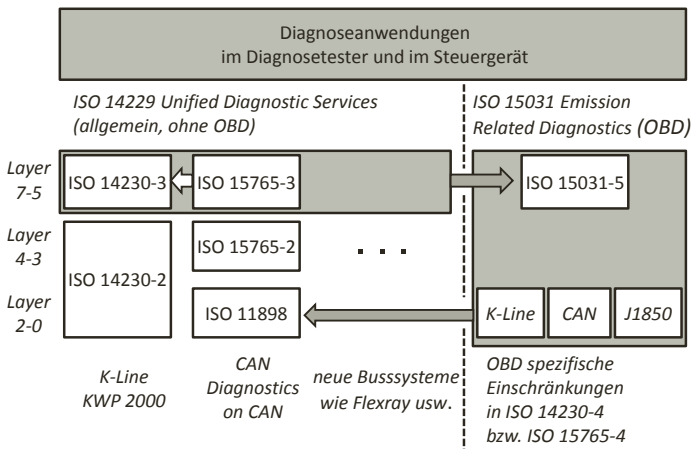


Bild 2.4: Protokollfamilie für Diagnoseschnittstellen aus [12]

Hierbei kommt es zwischen den Schichten, wie dargestellt, teilweise zu Überschneidungen. Das ISO/OSI-Schichtenmodell aus der Kommunikationstechnik, welches zu den sogenannten Referenzmodellen zählt, wird in Kapitel 4.1 vorgestellt.

Tabelle 2.3: Auszug relevanter ISO-Normen für die KFZ-Diagnose [33]

Norm	Transport-/Diagnoseprotokoll - Inhalt
ISO 9141	Straßenfahrzeuge – Diagnosesysteme, Anforderungen für den Austausch digitaler Informationen; bestehend aus 3 Teilen: Anforderungen für den Austausch digitaler Informationen (Teil 1), Teil 2 (1994) definiert das „CARB-Protokoll“ (5-Baud-Initialisierung). Der 3. Teil (1998) beschreibt die Verifikation der Kommunikation zwischen Fahrzeug und OBD II Werkzeug.

Verfahren zur Analyse und zum Test von
Fahrzeugdiagnosesystemen im Feld

Krützfeldt, M.S.

2015, XXIV, 128 S. 60 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-658-08862-0