

**On Board-Diagnose (OBD):  
Recherchen zu diversen OBD  
Themen inklusive  
Testanwendungen**

**Fachveröffentlichung der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

**bast**

# **On Board-Diagnose (OBD): Recherchen zu diversen OBD Themen inklusive Testanwendungen**

## **Projektnummer**

FE 84.0537/2021

Frank Schneider

Richard Goebelt

TÜV-Verband e. V., Berlin

Harald Hahn

ASA-Verband, Vaterstetten

Helge Schmidt

Dirk Kitscha

TÜV NORD Mobilität GmbH & Co. KG, Essen

Thomas Ost

Michael Wenzel

DEKRA SE, Stuttgart

Ronny Reinke

Fred Blüthner

FSD Fahrzeugsystemdaten GmbH, Dresden

## **Fachbetreuung**

Sigrid Limbeck

## **Herausgeber**

Bundesanstalt für Straßenwesen

Brüderstraße 53, 51427 Bergisch Gladbach

August 2023

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Kommunikation.

## **Kurzfassung / Abstract**

### **On Board-Diagnose (OBD): Recherchen zu div. OBD Themen inkl. Testanwendungen**

Ausgangspunkt des in vier Arbeitspakete gegliederten Forschungsprojektes ist eine Analyse des OBD-relevanten Vorschriften- und Regelwerkes. Im Ergebnis dieser Zusammenstellung muss festgehalten werden, dass es nicht nur eine Vielzahl von internationalen, europäischen und nationalen Vorschriften und Normen mit OBD-Relevanz gibt, sondern diese auch durch eine hohe Komplexität gekennzeichnet sind. Der aktuelle Bestand an Regulierung und Standardisierung ist sehr umfangreich. Allerdings hat die Analyse zum Vorschein gebracht, dass es an verschiedenen Stellen der Harmonisierung und Vereinfachung des Regelwerkes bedarf, vor allem um den Spielraum für Interpretationen und unterschiedliche Auslegungen zu minimieren. Dies gilt insbesondere für die Pflege und Aufrechterhaltung von Vorschriftenständen für Fahrzeuge älterer Baujahre.

Bei der Betrachtung der unterschiedlichen Auslesemöglichkeiten der OBD-Schnittstelle im zweiten Arbeitspaket durch die Herstellerdiagnose, die Mehrmarkendiagnose und die Standardisierte Diagnose EOBD zeigte sich, dass bei der Mehrmarkendiagnose nicht immer die volle Funktionalität der Herstellerdiagnose abgebildet wird, jedoch die täglichen Arbeiten der Werkstätten vollumfänglich möglich sind.

Die verfügbaren OBD-Standards definieren bereits heute sehr viele Datensätze. Diese werden jedoch erst dann durch den Fahrzeughersteller bedatet, wenn es eine eindeutige Gesetzgebung dafür gibt und diese dort festgelegt sind. Zum Beispiel bedarf es hinsichtlich einer zukünftigen Bewertung der NOx-Emissionen im Rahmen der Abgasuntersuchung einer entsprechenden Regulierung, um entsprechende Daten der NOx-Sensoren oder Temperaturen im Abgasstrang prüfen zu können.

Eine weitere Herausforderung stellen die neuen UNECE-Regulierungen zu Cybersecurity-Management-Systemen und Softwareupdates dar. Diese schränken aus Sicherheitsgründen u.a die Zugriffsmöglichkeiten auf das OBD-System ein. Notwendig erscheinen zeitnah klare Regeln, um auch in Zukunft den gesetzlichen Auftrag der Hauptuntersuchung durch einen diskriminierungsfreien Zugang über das OBD-System sicher zu stellen.

Die durchgeführten Vergleichsmessungen (Hersteller vs. Mehrmarkendiagnose) an verschiedenen Fahrzeugen unterschiedlicher Hersteller zeigten, dass sich die Untersuchungsergebnisse zwar grundsätzlich miteinander vergleichen lassen, jedoch nicht zwangsläufig die Funktionalität des Fahrzeugs bzw. des Diagnosegeräts widerspiegeln. Diese Tatsache ist besonders dann nicht hilfreich, wenn ein Großteil der Diagnoseinformationen nicht im Diagnosegerät implementiert bzw. nicht für den Werkstattbetrieb freigeschaltet sind.

Durch die Betrachtung der emissionsrelevanten „meldepflichtigen“ Software-Updates im Rahmen der Typprüfung sollten im dritten Arbeitspaket die Auswirkungen dieser Updates auf das OBD-System analysiert werden. Dabei sollte betrachtet werden, wie häufig „meldepflichtige“ Software-Updates durchgeführt wurden und in welchem Umfang sie die OBD-Daten betreffen.

Die mit Unterstützung des Kraftfahrt-Bundesamtes durchgeführte Untersuchung ergab, dass eine Zuordnung der Software-Änderungen zu Abgas- oder OBD-relevanz mit Hilfe der KBA-Quartalslisten aufgrund nicht ausreichender Datenlage nicht möglich ist. Hieraus kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass der sichere Umgang mit Software-Updates, die typpengenehmigungsrelevant sind und Auswirkungen auf das Umweltverhalten des Kraftfahrzeugs haben, einer europäisch harmonisierten Regulierung bedürfen. Ein wichtiges Hilfsmittel zur Nachverfolgbarkeit von Software-Updates könnte dabei die Einrichtung eines digitalen Fahrzeugregisters sein, welches sowohl alle genehmigungsrelevanten Fahrzeugveränderungen als auch Software-Updates zusammenführt und somit den genehmigten Softwarestand über den kompletten Lebenszyklus überprüfbar macht.

Im letzten Arbeitspaket des Forschungsprojektes wurden auf Basis des Standes von Wissenschaft und Forschung die aktuell vier bekannten und diskutierten Modelle mit den jeweiligen Lösungsansätzen der sicheren Over the Air Datenübertragung vorgestellt. Die Aspekte, welche Daten übertragen werden, Datenumfang, Authentifizierung, Rückkopplung, Empfangsbestätigung, Typpengenehmigungsrelevanz wurden betrachtet. Ein weiteres Ergebnis der Studie ist, dass die Verwendung der Daten für die PTI einen unabhängigen, vertrauenswürdigen und diskriminierungsfreien Fernzugriff auf Fahrzeugdaten, -funktionen und -ressourcen nach gleichen Grundsätzen und Funktionen für alle Beteiligten erfordert.

## **On-Board Diagnostic (OBD): Research on various OBD topics including test applications**

The starting point of the research project with its four work packages has been an analysis of the OBD-relevant set of rules and regulations. As a result of this assessment, a large number of international, European and national regulations and standards with a high degree of complexity and relevance concerning On-Board-Diagnostic issues have been identified. However, the analysis has shown an urgent need for harmonization and streamlining of the regulatory framework at various points, especially in order to minimize the scope for interpretation and differing understandings. Specifically, this applies to the updating process and managing of regulation statuses for vehicles of older model years.

Considering the different readout options of the OBD interface (manufacturer diagnostics, multi-brand diagnostics, standardized diagnostics EOBD), the multi-brand diagnostics did not fully map the functionality of manufacturer diagnostics. However, a "daily business" work of a workshop is completely feasible.

The available OBD standards already define a large number of data sets. However, these data sets will not be fully implemented by the vehicle manufacturer until a clear legislation and legal definition of these data sets is in force. With regard to a future NOx measurement as part of the exhaust emission test, for example, a corresponding regulation is required in order to be able to check relevant data from the NOx sensors or temperatures in the exhaust tract.

Another challenge is posed by the UNECE regulations on cybersecurity management systems and software updates. Due to security reasons, these regulations restrict access to the OBD system, among other things. Clear rules seem to be necessary in the near future to ensure the legal mandate of the roadworthiness test (PTI) by a non-discriminatory access via the OBD system.

The comparative measurements carried out (manufacturer vs. multi-brand diagnostics) on various vehicles from different manufacturers showed that test results are principally comparable but do not necessarily reflect the functionality of the vehicle or the diagnostic device. This finding is particularly evident when a large proportion of the diagnostic information is not implemented in the diagnostic device or is not enabled for workshop use.

With a view on the emissions-relevant "reportable" software updates as part of the type test, the effects of these updates on the OBD system should be analyzed. In the process, attention should be paid to the frequency of "reportable" software updates carried out and to what extent these updates affect the OBD data.

An investigation conducted with the support of the German Federal Motor Transport Authority (Kraftfahrt-Bundesamt) revealed that it is not possible to assign software changes to exhaust or OBD relevance using the KBA quarterly lists. The research project concludes that the safe handling of software updates that are relevant to type approval and have an impact on the safety and environmental behavior of the motor vehicle requires harmonized European regulation. Appropriate legal requirements have to be established accordingly. Establishing a digital vehicle register that brings together all approval-relevant vehicle modifications as well as software updates can be an important tool in this regard. Similarly, the approved software status of the vehicle can be made verifiable over its entire life cycle.

In the last work package of the research project, the four currently known and discussed models and their approaches to secure over-the-air data transmission were presented on the basis of the current state of science and research. The aspects of which data is transmitted, data scope, authentication, feedback, confirmation of receipt, type approval relevance were considered. Furthermore, the study showed that the use of data for PTI requires an independent, trustworthy and non-discriminatory remote access to vehicle data, functions and resources according to the same principles and functions for all stakeholders.

# Summary

## 1 Scope of work

The introduction of stricter European emissions legislation has had a far-reaching impact on the vehicle industry. Compliance with ever stricter limits and the inclusion of additional pollutant components has resulted in the advanced development of engines and, above all, exhaust gas aftertreatment systems. Particularly exhaust gas aftertreatment is increasingly in the focus of vehicle manufacturers. More complex systems with various aftertreatment systems and filters must function in all driving situations and comply with the specified limits. Among other things, these include the nitrogen oxide aftertreatment systems in diesel vehicles and also direct injection systems in gasoline vehicles. The testing and control of combustion and exhaust aftertreatment systems is increasingly performed with sensors and plausibility analyses, which are initiated and validated via on-board diagnostics (OBD). As such, OBD is becoming increasingly important for recording emissions and transmitting data. Binding OBD requirements regarding emission-related information are specified for both passenger cars and commercial vehicles in numerous international, European and national regulations, laws, standards and norms.

In a first step, the research project provides an overview of the status quo in the area of current directives, regulations and the practical implementation in vehicles on the market. In addition, the various digital transmission options and the related potential for periodic technical inspections (PTI) will be highlighted. The examination of the fields of action software updates and the different model approaches for transmission possibilities of vehicle data over the air (OTA) finalizes the investigation program.

As a result, the report shows the need for an adaptation and redesign of the OBD for an effective use in the future for the emission test in the course of the PTI and, in perspective, for a future event-related PTI.

## 2 Methodological approach

For the determination of the status quo of the currently applicable laws, norms and standards, the international, European and national regulations for emission-relevant OBD control systems were reviewed, examined and structured. This literature research referred to passenger cars and commercial vehicles. To ensure that the results were up-to-date and complete, it was possible to rely on the technical qualifications and many years of professional experience of the experts involved, as well as on the existing quality assurance systems and/or accreditations according to DIN ISO 17020/17025 of the project partners.

## 3 Findings

As a result of the analysis of OBD-relevant regulations and standards carried out first, it is evident that there are not only a large number of international, European and national regulations and standards with OBD relevance, but that there is also a high degree of complexity. The current regulatory and standardization framework is very extensive.

Considering the different readout options of the OBD interface (manufacturer diagnostics, multi-brand diagnostics, standardized diagnostics EOBD), the multi-brand diagnostics did not fully map the functionality of manufacturer diagnostics. However, a "daily business" work of a workshop is completely feasible.

The available OBD standards already define a large number of data sets. However, these data sets will not be fully implemented by the vehicle manufacturer until a clear legislation and legal definition of these data sets is in force.

The comparative measurements carried out (manufacturer vs. multi-brand diagnostics) on various vehicles from different manufacturers showed that test results are principally comparable but do not necessarily reflect the functionality of the vehicle or the diagnostic device. This fact is not beneficial when a large proportion of the diagnostic information is not implemented in the diagnostic device or is not enabled for workshop use.

Another work package is dedicated to the requirements of software updates and focuses on emission-relevant "reportable" software updates. With the support of the German Federal Motor Transport Authority (Kraftfahrt-Bundesamt), it was investigated how often "reportable" software updates are carried out and to what extent they affect the OBD system. This investigation revealed that it is currently not possible to classify the software changes as exhaust or OBD-relevant using the KBA quarterly lists due to insufficient data.

In the last section of the research project, the currently known and discussed models for secure over-the-air data transmission were analyzed on the basis of the current state of science and research. The four models are the currently already operating dongle solution for transmission at short intervals, the Secure On-Board Telematics Platform, ADAXO and Trust Center for data transmission in the sense of OTA. The aspects of which data is transmitted, data scope, authentication, feedback, confirmation of receipt, and type approval relevance were considered in this case. As a result, we can conclude that the use of data for PTI requires independent, trustworthy and non-discriminatory remote access to vehicle data, functions and resources according to the same principles and functions for all parties involved.

## **4 Conclusions for practice**

As a result of the analysis of the regulations and the regulatory framework, it became clear that there is a need for harmonization and simplification of the regulatory framework at various points, especially in order to minimize the room for interpretation and different views. Specifically, this applies to the updating and preserving of regulation statuses for vehicles of older model years.

With regard to a future assessment of NOx emissions as part of the exhaust emission test, there is a need for appropriate regulation in order to be able to check the required data from the NOx sensors or temperatures in the exhaust tract. For this purpose, internationally harmonized and unambiguous regulations of the OBD standard are ideally required. In these regulations, the data of the aforementioned sensors can become mandatory for vehicle manufacturers.

Another challenge is posed by the UNECE regulations on cybersecurity management systems and software updates. Due to security reasons and other things these regulations restrict access to the OBD system. Clear rules seem to be necessary in the near future to ensure the legal mandate of the roadworthiness test (PTI) by access via the OBD system.

In order to enable safe handling of type approval-relevant software updates in the future, harmonized European regulation should be encouraged. Establishing a digital vehicle register that brings together all approval-relevant vehicle modifications as well as software updates can be an important tool in this regard. Similarly, the approved software status of the vehicle can be made verifiable over its entire life cycle.

The implementation of the requirements described for access to the emission-relevant OBD data for the PTI would ensure that the challenges of independent vehicle inspection can continue to be met successfully in the future. In order to ensure the sovereign tasks in the field of vehicle inspection, the corresponding legal basis for OTA in Europe and Germany would need to be harmonized.

## Inhalt

<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>9</b>
<b>1 Ausgangssituation</b>	<b>13</b>
1.1 Hintergrund und Zielsetzung des Projektes	13
1.2 Vorgehensweise	14
<b>2 Ermittlung und Darstellung der aktuellen Gesetzeslage sowie Rechercheansatz zu Diagnosejobs</b>	<b>14</b>
2.1 Personenkraftwagen (PKW) und leichte Nutzfahrzeuge (NFZ)	14
2.1.1 Grundsätzliche Anforderungen	14
2.1.2 Spezifische Anforderungen an OBD-Systeme nach Verordnung (EG) Nr. 692/2008	15
2.1.3 Spezifische Anforderungen an OBD nach UN-Regelung Nr. 83 Anhang 11	17
2.2 Kraftfahrzeuge und Motoren schwerer Nutzfahrzeuge	17
2.2.1 Grundsätzliche Anforderungen	17
2.2.2 Spezifische Anforderungen an OBD-Systeme nach VO (EU) Nr. 582/2011	18
2.2.3 Spezifische Anforderungen an OBD-Systeme nach UN-Regelung Nr. 49 Anh. 9 A / B / C	20
2.3 Überblick der Anforderungen an OBD-Systeme	23
2.4 Anforderungen an das Cyber-Security-Management-System und Over The Air-Updates	25
2.5 Überblick zu vorschriftenentwickelnden Gremien	26
2.5.1 Europäische Union – EU	26
2.5.2 United Nations Economic Commission for Europe – UNECE	28
2.6 OBD Normen	30
2.6.1 ISO Normen	30
2.6.2 SAE-Normen	31
2.7 Analyse der Herstellerdaten im Rahmen der VO (EG) 715/2007	31
2.8 Emissionsrelevante Informationen aus der OBD	31
2.9 Nutzer sowie Zwecke der Nutzung von Sensorsignalen	34
2.10 Zusammenfassung der Vorschriften und Normen zu OBD	34
<b>3 Beschreibung der On Board-Diagnose und Durchführungskonzept der Messungen mit den ausgewählten Diagnosegeräten</b>	<b>35</b>
3.1 On Board-Diagnose (OBD)	35
3.1.1 Entwicklung der On Board-Diagnose	35
3.1.2 Diagnosefunktionen	36
3.1.3 Definition OBD	37
3.1.4 Herstellerdiagnose	38
3.1.5 Mehrmarkendiagnose	40
3.1.6 Pass Thru Technologie und ihre Anwendungen	40
3.1.7 Diagnosedaten von Mehrmarkentoolherstellern	41
3.1.8 Die Unterschiede zwischen den Hersteller- und Mehrmarkendiagnosetools	41
3.1.9 Standardisierte Diagnose - EOBD	42
3.1.10 Herstellerspezifische Unterschiede bei der Bedatung	44
3.1.11 Uneinheitlichkeit der EOBD-Datenstände bei den Mehrmarken-Toolherstellern	44
3.1.12 Die Zukunft der Diagnose unter dem Aspekt Cybersecurity – Einschränkungen des Zuganges	44
3.1.13 Recherche Mehrmarkendiagnosegeräte am deutschen Markt	45
3.1.14 Dokumentation des Umfangs der Sensorinformationen	46
3.2 Auswahl der Versuchsträger und Messmittel	46
3.2.1 Fahrzeugauswahl	46
3.2.2 Auswahl der Diagnosegeräte	48
3.3 Durchführung der praktischen Untersuchungen	50
3.3.1 Auslesen aller Sensorinformationen aus dem Motorsteuergerät	50
3.3.2 Auslesen der OBFCM-Informationen/Daten	61

3.4	Untersuchungsergebnisse	63
3.4.1	Quantitative Auswertung der auslesbaren Sensorinformationen	63
3.4.2	Auswertung von neun definierten Sensorgrößen	67
3.4.3	Analyse aller verfügbaren Messwerte eines Versuchsfahrzeugs	70
3.4.4	Auswertung der ausgelesenen OBFCM-Daten	77
3.5	Vergleich der Untersuchungsergebnisse mit der Vorschriftenlage	81
3.6	Interpretation der Untersuchungsergebnisse	82
<b>4</b>	<b>Software-Updates</b>	<b>83</b>
4.1	Aktueller Stand der gesetzlichen Regulierung	83
4.2	Emissionsrelevante „meldepflichtigen“ Software-Updates	85
4.3	Behandlung von „meldepflichtigen“ Software-Updates im Rahmen der PTI	87
4.4	Herausforderungen für Software-Updates	87
<b>5</b>	<b>OBD-Datenübertragung Over the Air</b>	<b>88</b>
5.1	Aktueller Stand zur gesetzlichen Regulierung	88
5.2	Konzepte zur Datenübertragung OTA	88
5.2.1	Dongle-Lösung	89
5.2.2	Extended Vehicle/ADAXO	89
5.2.3	Sichere On-Board Telematik-Plattform (S-OTP)	90
5.2.4	Trust Center Modell	90
5.3	Anforderungsprofil für den OTA-Zugang für hoheitliche Anwendungsfälle	90
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Fazit</b>	<b>92</b>
	<b>Literatur</b>	<b>94</b>
	<b>Bilder</b>	<b>95</b>
	<b>Tabellen</b>	<b>96</b>
	<b>Anhang</b>	<b>97</b>

## Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
Abs.	Absatz
AES / BES	Auxiliary Emission Strategy / Base Emission Strategy
AGR	Abgasrückführung
AGVES	Advisory Group on Vehicle Emission Standards
Anh.	Anhang
AP	Arbeitspaket
Art.	Artikel
AU	Abgasuntersuchung
auml.	aufladbar
B	Benzin
BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen
BMDV	Bundesministerium für Digitales & Verkehr
BMW	Bayerische Motoren Werke
ca.	circa
CAL ID	Calibration Identification
CAN-Bus	Controller Area Network-Bus
CARB	California Air Resources Board
CO	Kohlenmonoxid
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
COP	Conformity of Production
CSMS	Cyber-Security-Management-System
CVN	Calibration Verification Number
D	Diesel
DG	Generaldirektion
d.h.	das heißt
DPF	Dieselpartikelfilter
dez	dezimal
E	Elektro
ECA	Wirtschaftskommission für Afrika
eCall	emergency Call
ECLAC	Wirtschaftskommission für Lateinamerika und die Karibik
ETI	Equipment and Tool Institute (USA)
EOBD	Europäische On Board-Diagnose

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
EG	Europäische Gemeinschaft
ePTI	electronic Periodical Technical Inspection
Erg.	Ergänzung
ESCAP	Wirtschafts- und Sozialkommission für Asien und den Pazifik
ESCWA	Wirtschafts- und Sozialkommission für Westasien
EU	Europäische Union
EUA	Europäische Umweltagentur
EXCOM	Executive Committee der UNECE
ext.	extern
FIN/VIN	Fahrzeugidentifizierungsnummer/ Vehicle Identification Number
FSD	Fahrzeugsystemdaten
Gem.	Gemäß
GFS	Geführte Fehlersuche
GTR	Globale Technische Regelung
hex	hexadezimal
HU	Hauptuntersuchung
Hybr.	Hybrid
ID	Info Type identifier
i.d.R.	in der Regel
ISO	International Organization for Standardization
ISC	In-service Conformity
ITC	Inland Transport Committee
IVD	Integrity Validation Number
i.V.m.	In Verbindung mit
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
kg	Kilogramm
km	Kilometer
kWh	Kilowattstunde
MB	Mercedes-Benz
M1, M2, N1, N2	EG-Fahrzeugklassen
MCWG	Motorcycles Working Group
MVWG	Motor Vehicle Working Group
NFZ	Nutzfahrzeug
NOx	Stickstoffoxid
Nr.	Nummer

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
OBD	On Board-Diagnose
OBFCM	On Board Fuel and/or Energy Consumption Monitoring (Fahrzeuginterne Überwachung für den Kraftstoff- und/oder Stromverbrauch)
ODX	Open Diagnostic Data eXchange
OEM	Original equipment manufacturer (Originalausrüstungshersteller)
OVC-HEV	Off-vehicle charging hybrid electric vehicle (Extern aufladbares Hybridelektrofahrzeug)
OSI	Open Systems Interconnection
OTA	Over The Air
OTX	Open Test sequence eXchange
PDF	Portable Document Format (portables Dokumentformat)
Pass Thru	Mechanismus zum Durchleiten von Software oder Funktionen vom Herstellerportal in das Steuergerät des Fahrzeugs
Pkt.	Punkt
ppm	Parts per Million
QDC	Qualified Deteriorated Component
PID	Parameter Identifier
PKW	Personenkraftwagen
PTI	Periodical Technical Inspection
RDE	Real Driving Emissions
RMI	Repair and Maintenance Information
Rili	Richtlinie
RxSWIN	RX Software Identification Number
SAE	Society of Automotive Engineers
SFD	Schutz der Fahrzeugdiagnose
SG	Steuergerät
sog.	sogenannte
SUMS	Software Update Management System
t	Tonne
TCP/IP-Bus	Transmission Control Protocol / IndustryPack-Bus
USB	Universal Serial Bus (Universelle Schnittstelle auf Basis eines seriellen Bussystems)
UI	User Interface (Bedienoberfläche)
UN	United Nations

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
VCI	Vehicle communication interface (Fahrzeugschnittstellenadapter)
VO	Verordnung
WLAN	Wireless Local Area Network (drahtloses lokales Netzwerk)
VW	Volkswagen
Wh	Wattstunde
WP.29	World Forum for Harmonization of Vehicles Regulations
WWH	World-Wide-Harmonized
zGm	Zulässige Gesamtmasse
ZB	Zulassungsbescheinigung
z. B.	zum Beispiel

# 1 Ausgangssituation

## 1.1 Hintergrund und Zielsetzung des Projektes

Die Verschärfung der europäischen Emissionsgesetzgebung hat weitreichende Auswirkungen auf die Fahrzeugindustrie gehabt. Die Einhaltung immer strengerer Grenzwerte und die Einbeziehung weiterer Schadstoffkomponenten hatte die Weiterentwicklung der Motoren aber vor allem der Abgasnachbehandlungssysteme zur Folge. Gerade die Abgasnachbehandlung steht immer mehr im Fokus der Fahrzeugbauer. Immer komplexere Systeme mit verschiedenen Nachbehandlungssystemen und Filtern müssen in allen Fahrsituationen funktionieren und die vorgegebenen Grenzwerte einhalten. Hierzu zählen u.a. die Stickoxidnachbehandlungssysteme bei Dieselfahrzeugen und auch die Direkteinspritzungs-Systeme bei Benzinfahrzeugen. Die Prüfung und Steuerung der Verbrennung und der Abgasnachbehandlungssysteme erfolgt zunehmend mit Sensoren und Plausibilitätsanalysen, welche u.a. über entsprechende Fahrzeugdiagnosen, die über die On Board-Diagnose (OBD) eingeleitet und validiert werden. Die OBD gewinnt damit zunehmend für die Erfassung der Emissionen und Übertragung der Daten an Bedeutung.

Die Kommunikation mit den Steuergeräten des Fahrzeuges ist heute etabliert und Stand der Technik. Diese Technik wurde im Laufe der Jahre immer weiter verfeinert und vertieft. Heute ist bei fast jedem Werkstattaufenthalt eine Kommunikation mit dem Fahrzeug und dem dafür zuständigen Steuergerät notwendig. Die schnelle Entwicklung dieser Technologie unterschiedlichster Fahrzeughersteller machte zunehmend Standards erforderlich, die sowohl die physikalische Verbindung in Form des OBD-Steckers als auch die Kommunikationsprotokolle betrafen.

Mit dieser Weiterentwicklung der Fahrzeugtechnologie entstanden natürlich auch Fragen nach der Prüfbarkeit dieser Fahrzeuge und Nutzung bestimmter Komponenten bei der periodischen Fahrzeugüberwachung. Dies führte soweit, dass im Lauf der 2000er und 2010er Jahre die Abgasuntersuchung neuer Fahrzeugmodelle durch Auslesen bestimmter Informationen aus dem Motorsteuergerät ersetzt wurde. Internationale Studien und Untersuchungen<sup>1</sup> zeigten jedoch, dass so zunehmend Fahrzeuge mit nachträglichen Manipulationen und Defekten an Abgasreinigungsanlagen im Betrieb waren. Der Verordnungsgeber entschied 2018 die Rückkehr zur obligatorischen Endrohrmessung im Rahmen der Abgasuntersuchung ergänzend zum elektronischen Auslesen der OBD Daten. Die On Board-Diagnose liefert wichtige und weitreichende Erkenntnisse und Daten, die sinnvoll genutzt im Zusammenhang mit anderen Techniken eingesetzt werden können und auch sollen.

Aufgrund des rapide zunehmenden technischen Fortschritts gilt es die Messverfahren ebenfalls kontinuierlich an den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik anzupassen. Gleichzeitig müssen diese Messverfahren einen signifikanten Mehrwert für den Umweltschutz und die Sicherheit im Straßenverkehr leisten. Bereits die EU-Richtlinie 2014/45/EU hatte in ihren Erwägungsgründen auf die Notwendigkeit der periodischen Überwachung der NO<sub>x</sub>-Emission von Diesel-Kraftfahrzeugen hingewiesen. Eine praxistaugliche und kosteneffiziente periodische Fahrzeugüberwachung (HU/AU) kann somit einen wesentlichen Beitrag dazu leisten, die Luftqualität in unseren Städten zu verbessern und gesundheitliche Risiken zu verringern. Grundstein einer solchen Prüfung bilden dabei die Auslesbarkeit der On-Board-Diagnosesysteme, um die Funktion- und die Wirkung der verbauten Abgasnachbehandlungssysteme überprüfen zu können.

Eine Fortschreibung des OBD-Standards und die Nutzung bei der periodischen Überwachung (Stichwort elektronische sicherheitsrelevante Komponenten, Übermittlung der Daten Over The Air (OTA)) sind Themen, die zukünftig vor dem Hintergrund der zunehmenden Digitalisierung im Fahrzeugbau und in der Mobilität sinnvoll genutzt werden können. Entsprechende Vorschläge sollen laut Aussage der EU-Kommission

---

<sup>1</sup> CITA International Motor Vehicle Inspection Committee. (2017). CITA SET II Project – Sustainable Emissions Testing;

„Fortentwicklung der Abgasuntersuchung“, UFO-Plan des Umweltbundesamtes, Forschungskennzahl 37 17 57 1010, 2019

Untersuchung der NO<sub>x</sub>- und Partikelanzahl-Emissionen von verbrennungsmotorisch betriebenen Kraftfahrzeugen bei der periodisch technischen Überwachung, Projektgemeinschaft Emission, TÜV-Verband e.V. 2022;

bei der Revision der europäischen HU-Richtlinie (2014/45/EU) bereits Berücksichtigung finden. Perspektiven und Möglichkeiten der Weiterentwicklung des OBD-Systems sollen in vorliegender Studie dem Verordnungsgeber Hinweise auf mögliche Handlungsfelder geben.

## **1.2 Vorgehensweise**

Die Studie ist in insgesamt vier Teile aufgliedert. Im ersten Schritt wird ein Überblick über alle OBD-relevanten Gesetze, Verordnungen und Normen gegeben. Diese Basiserhebung dient zur Übersicht und kann im Bedarfsfall die Grundlage bilden, um in den übrigen Arbeitspaketen evtl. identifizierte Lücken und/oder Bedarfe für Fortschreibungen/Anpassungen zu adressieren.

Der zweite Teil der Studie beinhaltet neben einer Marktübersicht der OBD-Diagnosegeräte auch praktische Messungen an ausgewählten Fahrzeugen unterschiedlicher Hersteller, um die Anwendbarkeit dieser Systeme zu testen und zum anderen den Abgleich zwischen den Soll- und Ist Vorgaben zu ermöglichen.

Das dritte Arbeitspaket widmet sich den Anforderungen von Software-Updates und legt hier den Fokus auf die emissionsrelevanten „meldepflichtigen“ Software-Updates. In Zusammenarbeit mit dem Kraftfahrt-Bundesamt soll hier aus der national geregelten Besonderheit die Umfänge und Inhalte der OBD-relevanten Softwareanpassungen ermittelt werden.

Das Arbeitspaket 4 soll die Möglichkeiten umfassend betrachten, emissionsrelevante OBD-Daten von Personenkraftwagen, sowie von leichten und schweren Nutzfahrzeugen „Over The Air“ (OTA) zu übermitteln. Hierbei werden die gewonnenen Erkenntnisse vorgenannter Arbeitspakete berücksichtigt. Dies beinhaltet darüber hinaus zusammenfassend die Erarbeitung von entsprechenden Erwägungsgründen für straßenverkehrsrechtliche Rechtsnormen und deren fachlicher Begründung bzw. Rechtfertigung zur Einführung neuer Prüfverfahren für die Hauptuntersuchung. Die für dieses Arbeitspaket relevantesten Anwendungen für die OTA-Übertragung von Daten sind Fahrzeugdiagnose, Telematik und eCall.

## **2 Ermittlung und Darstellung der aktuellen Gesetzeslage sowie Rechercheansatz zu Diagnosejobs**

Um die Ausgangslage als Basis für die Bearbeitung der nachfolgenden Arbeitspakete festzustellen, werden im Arbeitspaket 1 die aktuellen Anforderungen an die On Board-Diagnose in der nationalen, aber vor allem internationalen Gesetzgebung recherchiert und analysiert. Die Analyse erfolgt umfänglich über alle nationalen, EU- sowie UN-Regulierungen und Gesetzgebungshierarchien. Darin beinhaltet sind auch die jeweiligen Gremien, die die Vorschriften entwickeln. Die Darstellung erfolgt in Textform, sowie als Überblick in grafischer Form.

Im Zuge des Arbeitspaketes wird der aktuelle Stand der Gesetzgebung hinsichtlich der On Board-Diagnose ermittelt.

Aufgrund zum Großteil unterschiedlicher rechtlicher Grundlagen wird zwischen Personenkraftwagen/leichte Nutzfahrzeuge und schweren Nutzfahrzeugen unterschieden.

### **2.1 Personenkraftwagen (PKW) und leichte Nutzfahrzeuge (NFZ)**

#### **2.1.1 Grundsätzliche Anforderungen**

Basis für die Anforderungen bezüglich des Emissionsverhaltens und damit auch des OBD-Systems für diese Fahrzeugklasse ist die Verordnung (EG) Nr. 715/2007 des Europäischen Parlaments und Rates über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6). Da es sich um eine Verordnung handelt, gelten die Anforderungen verbindlich und unmittelbar für alle EU-Mitgliedsstaaten.

Der Geltungsbereich dieser Verordnung bezieht sich auf Fahrzeuge der Klassen M1, M2, N1 und N2 mit einer Bezugsmasse bis 2.610 kg, auf Antrag des Herstellers auch bis 2.840 kg. Die Bezugsmasse ist definiert als „Masse des fahrbereiten Fahrzeugs abzüglich der Pauschalmasse des Fahrers von 75 kg und zuzüglich einer Pauschalmasse von 100 kg“ (d. h. Leergewicht + 25 kg).

Nach den Begriffsbestimmungen der VO (EG) 715/2007 (Artikel 1, Nr. 9) dieser Verordnung ist ein OBD-System definiert als „... ein System für die Emissionsüberwachung, das in der Lage ist, mithilfe rechnergespeicherter Fehlercodes den Bereich von Fehlfunktionen anzuzeigen“. Im Sinne dieser EU-Verordnung dient ein OBD-System somit ausschließlich der Emissionsüberwachung. Andere Systeme z. B. sicherheitsrelevante Systeme sind nicht abgedeckt.

Das Kapitel II (= Artikel 4 und 5) der VO (EG) Nr. 715/2007 beschreibt grundsätzlich die Art der Pflichten des Herstellers für die Typgenehmigung.

Der Hersteller muss nachweisen, dass alle von ihm verkauften, zugelassenen oder in der EU in Betrieb genommenen Neufahrzeuge über eine Typgenehmigung gemäß dieser Verordnung verfügen. Austauschteile für neue emissionsmindernden Einrichtungen sind ebenfalls betroffen. Dies schließt ein, dass die in Artikel 5 genannten Durchführungsmaßnahmen und in Anhang I festgelegten Grenzwerte für Euro 5, Euro 6 und die Verdunstungsemissionen eingehalten werden.

Des Weiteren muss der Hersteller sicherstellen, dass die Typgenehmigungsverfahren zur Überprüfung der Übereinstimmung der Produktion (sog. COP), der Dauerhaltbarkeit der emissionsmindernden Einrichtungen und der Übereinstimmung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge (sog. ISC) beachtet werden.

Die von dem Hersteller ergriffenen technischen Maßnahmen müssen außerdem sicherstellen, dass die Auspuff- und Verdunstungsemissionen während der gesamten normalen Lebensdauer eines Fahrzeuges bei normalen Nutzungsbedingungen wirkungsvoll begrenzt werden. Die Übereinstimmung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge ist über einen Zeitraum von bis zu 5 Jahren oder 100 000 km zu kontrollieren (es gilt der Wert, der zuerst erreicht wird). Die Dauerhaltbarkeit emissionsmindernder Einrichtungen ist über eine Laufleistung von 160 000 km zu prüfen.

Die VO (EG) 715/2007 legt in Artikel 5 – Absatz (3) fest, dass die besonderen Verfahren, die Anforderungen und die Prüfungen für:

- die Auspuffemissionen (einschließlich Prüfzyklen),
- die Verdunstungs- und Kurbelgehäuseemissionen,
- OBD-Systeme und Leistung emissionsmindernder Einrichtungen im Betrieb,
- die Dauerhaltbarkeit emissionsmindernder Einrichtungen, die Übereinstimmung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge, die Übereinstimmung der Produktion und die technische Überwachung von Fahrzeugen,
- und weiteres

nach bestimmten Regelungsverfahren (Artikel 15 – Absatz (3)) mit Kontrollen festgelegt werden.

### **2.1.2 Spezifische Anforderungen an OBD-Systeme nach Verordnung (EG) Nr. 692/2008**

Die spezifischen Anforderungen an OBD-Systeme sind in Verordnung (EG) Nr. 692/2008 der Kommission zur Durchführung und Änderung der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6) und über den Zugang zu Reparatur- und Wartungsinformationen für Fahrzeuge definiert.

Diese Verordnung (VO (EG) 692/2008) wurde mit Wirkung zum 1. Januar 2022 durch die Verordnung (EU) 2017/1151 aufgehoben.

VO (EG) 2017/1151 zur Ergänzung der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6) und über den Zugang zu Fahrzeugreparatur- und -wartungsinformationen, ... und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 der Kommission.

Aufgrund des Inkrafttretens der Verordnung zum 01.01.2022 beziehen sich praktisch alle aktuell vorhandenen Typzulassungen von Fahrzeugen auf die alte VO (EG) 692/2008. Daher wird hier im Wesentlichen auf diese VO eingegangen. In der neuen VO (EU) 2017/1151 ergeben sich bezüglich der Anforderungen an OBD-Systeme keine Änderungen.

In der Durchführungsverordnung 692/2008 werden die Begriffsbestimmungen (Artikel 2) im Zusammenhang mit OBD-Systemen wesentlich erweitert und spezifiziert. U.a. werden hier die Begrifflichkeiten: Fehlfunktion, Fehlfunktionsanzeige (MI), OBD-Informationen, Fahrzyklus (in Bezug auf OBD-System) und Mangel definiert.

Die für OBD-Systeme relevanten Inhalte

- Artikel 4 beschreibt die grundsätzlichen OBD-Vorschriften für die Typgenehmigung → Hier wird im Wesentlichen auf den Anhang XI verwiesen
- Artikel 13 definiert den Zugang zu Informationen über OBD-Systeme sowie Reparatur- und Wartungsinformationen von Fahrzeugen → Hier wird im Wesentlichen auf den Anhang XIV verwiesen
- Artikel 14 beschreibt die Überprüfung der Einhaltung der Vorschriften aus Artikel 13 und eventuelle Sanktionen

#### **a) Anhang XI (On-Board-Diagnosesysteme für Kraftfahrzeuge)**

Dieser Anhang ist in zwei Anlagen aufgeteilt:

- Anlage 1 Funktionelle Aspekte von On-Board-Diagnosesystemen
- Anlage 2 Wesentliche Merkmale der Fahrzeugfamilie

Bei den Vorschriften und Prüfungen für OBD-Systeme wird auf den Anhang 11 – Absatz 3 der UN/ECE-Regelung Nr. 83 verwiesen. Lediglich die Ausnahmen, Klarstellungen sowie zusätzlich geltende Vorschriften werden hier aufgeführt.

Die Änderungen gegenüber der UN-Regelung Nr. 83 sind u.a. folgende:

- Definition von OBD-Grenzwerten für Euro 5 und Euro 6
- Zusätzliche Angaben zur zulässigen Deaktivierung des OBD-Systems
- Zusätzlich Überwachung der Partikelmasse bei Ottomotoren mit DI
- Zusätzlich Überwachung Abgasrückführung AGR
- Zusätzlich Überwachung von NOx-Nachbehandlungen mit und ohne Reagenzmittel (AdBlue)
- Überwachung Totalausfall oder Ausbau von Dieselpartikelfilter (ab September 2011), NOx-Nachbehandlungssystemen und Diesel-Oxi-Kat.

Beim Zugang zu OBD-Informationen wird wiederum auf UN-Regelung Nr. 83 verwiesen. Hier auf Anhang 11 – Absatz 5. Auch hier werden nur Ausnahmen, Klarstellungen sowie zusätzlich geltende Vorschriften aufgeführt.

#### **b) Anhang XIV**

Dieser Anhang beschreibt den „Zugang zu Informationen über OBD-Systeme sowie Reparatur und Wartung von Fahrzeugen“. Die Vorgaben beziehen sich hier im Wesentlichen auf den Zugriff und die Bereitstellung von notwendigen Informationen zur Reparatur und Wartung. Zugriff auf Web-Sides, Datenbanken, Ersatzteil-Identifikationen usw. Die Informationen und Zugriffe müssen über Zertifikate gesichert sein.

Die Informationen sowie die notwendigen Zertifikate dürfen nicht nur vertragsgebundenen Kfz-Werkstätten zur Verfügung gestellt werden, sondern auch sog. unabhängigen Marktteilnehmern.

Die Gebühren für die Zugriffe müssen angemessen und verhältnismäßig sein.

Mit der vorgenannten VO (EG) 2017/1151, welche die VO (EG) 692/2008 zum 01.01.2022 ersetzt, ergeben sich bezüglich der Anforderungen an OBD-Systeme keine inhaltlichen Änderungen. Die in der nicht mehr aktuellen Verordnung für OBD-Systeme relevanten Artikel 4, 13 und 14 (siehe vor) bleiben vollständig und ohne Änderungen bestehen. Dies betrifft ebenso die Begriffsbestimmungen und vor allem die relevanten Anhänge XI und XIV.

### c) Europäische Typgenehmigungsverordnung VO (EG 2018/858

VO (EG) 2018/858 über die Genehmigung und die Marktüberwachung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern sowie von Systemen, Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten für diese Fahrzeuge, zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 715/2007 und (EG) Nr. 595/2009 und zur Aufhebung der Richtlinie 2007/46/EG.

Diese Verordnung definiert analog zu Anhang XIV der Verordnungen (EG) 692/2008 bzw. (EG) 2017/1151 den Zugang zu Informationen über OBD-Systeme sowie Reparatur und Wartung von Fahrzeugen. Spezifiziert diese jedoch noch weiter. Auch diese VO zielt sehr stark auf den Zugriff auf Web-Sides, Datenbanken, Ersatzteil-Identifikationen usw. für Reparatur und Wartung ab.

#### 2.1.3 Spezifische Anforderungen an OBD nach UN-Regelung Nr. 83 Anhang 11

Die UN-Regelung Nr. 83 ist nur in Englischer, Französischer oder Russischer Sprache verfügbar. Der Titel kann wie folgt übersetzt werden: Einheitliche Vorschriften für die Zulassung von Fahrzeugen hinsichtlich der Emission von Schadstoffen entsprechen der Anforderungen aus dem Kraftstoff.

Die Regelung legt technische Anforderungen für die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen fest. Darüber hinaus enthält diese Verordnung Vorschriften für die Übereinstimmung der Umweltschutzeinrichtungen im Betrieb (in-service Conformity), die Dauerhaltbarkeit von Umweltschutzeinrichtungen und On-Board-Diagnose (OBD) Systeme. Analog zur EU-Verordnung (EG) Nr. 715/2007 gilt sie für Fahrzeuge der Klassen M1, M2, N1 und N2 mit einer Bezugsmasse nicht über 2.610 kg.

Die allgemeinen Anforderungen sind in Nummer 4.10 (Anforderungen für die Prüfung von OBD-Systemen) beschrieben. Hier wird vorgegeben, dass der Hersteller sicherzustellen hat, dass:

- alle Fahrzeuge mit einem OBD-System ausgestattet sind
- das System so konstruiert und eingebaut ist, dass Verschlechterungen oder Fehlfunktionen über die Lebensdauer des Fahrzeugs erkannt werden
- es unter normalen Gebrauchsbedingungen funktioniert
- bei Prüfung mit einem defekten Bauteil (gemäß Anlage 1 zu Anhang 11), die OBD-Systemstörungsanzeige (MI) aktiviert sein muss.

Nummer 9 der UN-Regelung Nr. 83 beschreibt die In-service Conformity (Übereinstimmung im Betrieb). Hier ist das OBD-System mit eingebunden. In Anhang 3 werden die hierfür erforderlichen Tests für die Typprüfung definiert.

In Anhang 6 dieser Regulierung sind Anforderungen an Systeme definiert, die ein Reagenzmittel verwenden (SCR-Systeme). Auch hier gibt es Anforderungen an OBD-Systeme.

Die wesentlichen Anforderungen an OBD-Systeme sind in Anhang 11 – Anlage 1 beschrieben (Funktionale Aspekte an OBD-Systeme). Anlage 2 dieses Anhangs definiert die OBD-Familienbildung.

## 2.2 Kraftfahrzeuge und Motoren schwerer Nutzfahrzeuge

### 2.2.1 Grundsätzliche Anforderungen

Basis für die Anforderungen bezüglich des Emissionsverhaltens und damit auch des OBD-Systems ist die Verordnung (EG) Nr. 595/2009 (zuletzt geändert durch VO (EU) 2019/1242 vom 25.7.2019), des Europäischen Parlaments und Rates über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen und Motoren hinsichtlich der Emissionen von schweren Nutzfahrzeugen (Euro VI) zur Änderung der (EG) 715/2007 und der Richtlinie 2007/46/EG sowie zur Aufhebung der Richtlinien 80/1269/EWG, 2005/55/EG und 2005/78/EG. Die Verordnung legt gemeinsame technische Vorschriften für die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen, Motoren und Ersatzteilen hinsichtlich ihrer Emissionen fest und enthält insbesondere auch Bestimmungen für Systeme für Fahrzeug-On-Board-Diagnose (OBD) (Art. 1).

Der Geltungsbereich umfasst gem. Art. 2 Fahrzeuge der Klassen M1, M2, N1 und N2 mit einer Bezugsmasse von mehr als 2.610 kg, sowie alle Kraftfahrzeuge der Klassen M3 und N3 im Sinne des Anhangs II

der Richtlinie 2007/46/EG. Die Bezugsmasse ist definiert als „Masse des fahrbereiten Fahrzeugs abzüglich der Pauschalmasse des Fahrers von 75 kg und zuzüglich einer Pauschalmasse von 100 kg“.

Gem. den Begriffsbestimmungen der VO (EG) 595/2009 (Artikel 3, Nr. 7) ist ein System für On-Board-Diagnose (OBD) „ein System in einem Fahrzeug oder angeschlossen an einen Motor, das in der Lage ist, Funktionsstörungen festzustellen und diese gegebenenfalls durch ein Warnsystem anzuzeigen, mithilfe rechnergespeicherter Informationen den wahrscheinlichen Ort von Funktionsstörungen anzuzeigen sowie diese Informationen nach außen zu übermitteln;“. Die Kommission behält sich gem. der Art. 3 vor, die Begriffsbestimmung von OBD-Systemen (Nr. 7) anzupassen, um den technischen Fortschritt Rechnung zu tragen.

Artikel 4 der Verordnung enthält Pflichten der Hersteller. Dieser muss nachweisen, dass alle von ihm verkauften, zugelassenen oder in der EU in Betrieb genommenen Neufahrzeuge, alle von ihnen verkauften oder in Betrieb genommenen neuen Motoren sowie emissionsmindernde Einrichtungen gem. Art. 8 und 9 der Verordnung und ihren Durchführungsmaßnahmen typgenehmigungspflichtig und entsprechend typgenehmigt sind. Des Weiteren muss der Hersteller sicherstellen, dass die Typgenehmigungsverfahren zur Überprüfung der Übereinstimmung der Produktion (sog. COP), der Dauerhaltbarkeit der emissionsmindernden Einrichtungen und der Übereinstimmung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge (sog. ISC) beachtet werden. Die ergriffenen technischen Maßnahmen müssen Auspuffemissionen während der gesamten normalen Lebensdauer eines Fahrzeuges bei normalen Nutzungsbedingungen wirkungsvoll begrenzen. Folgende Anforderungen gelten für in Betrieb befindliche Fahrzeuge:

- Nach 160 000 km oder fünf Jahren (was zuerst eintritt) bei in M1, N1 und M2 eingebauten Motoren
- Nach 300 000 km oder sechs Jahren (was zuerst eintritt) bei N2 und N3 mit zGm  $\leq$  16 t sowie M3 Klasse I, II und Klasse A sowie Klasse B mit zGm  $\leq$  7,5 t
- Nach 700 000 km oder sieben Jahren (was zuerst eintritt) bei N3 mit zGm  $>$  16 t und M3 Klasse III und Klasse B  $>$  7,5 t

Die Kommission trifft gem. Art. 5 (4) c) Durchführungsmaßnahmen zu „Anforderungen und Prüfungen“, die unter anderem die OBD-Systeme und die Leistung emissionsmindernder Einrichtungen im Betrieb betreffen. Die Durchführung der Maßnahmen der VO (EG) Nr. 595/2009 wird in der in VO (EU) Nr. 582/2011 konkretisiert. Wie bereits bei der Fahrzeugklasse M erläutert, muss also die Verordnung der Durchführungsmaßnahmen analysiert werden. Die dort aufgeführten Artikel und Anhänge beschreiben die geltenden Vorschriften.

Nach Art. 5a (2) gelten besondere Anforderungen an Hersteller hinsichtlich der Umweltleistung von Fahrzeugen der Klasse M2, M3, N2, N3. Demnach müssen die Fahrzeuge mit einer Einrichtung ausgerüstet sein, die die Überwachung und Aufzeichnung von Kraftstoff- und/oder Energieverbrauch, Nutzlast und Kilometerstand entsprechend den Anforderungen gem. Art. 5 c) b) ermöglicht. Die Kommission ist daher verpflichtet Durchführungsrechtsakte bis zum 31.12.2021 bzgl. der o. g. Vorgaben zu erlassen.

Die Vorgaben aus Art. 6 für Hersteller zum uneingeschränkten und standardisierten Zugang zu Fahrzeug-OBD-Informationen, Diagnose – und anderen Geräten und Instrumenten einschließlich Software und zur Fahrzeugreparatur- und wartungsinformationen, wurden mit Inkrafttreten der VO (EU) 2018/858 aus der VO (EG) 595/2009 gestrichen.

Gem. Art. 11 müssen Mitgliedsstaaten Vorschriften über Sanktionen für Verstöße gegen diese Verordnung und ihre Durchführungsmaßnahmen sowie die zur Anwendung erforderlichen Maßnahmen festlegen.

Die Kommission überprüft i.S.d. Art. 12 (3) die Verfahren, Prüfungen und Anforderungen nach Art. 5 Abs. 4 und nimmt, falls diese nicht mehr geeignet sind oder den tatsächlichen Gegebenheiten nicht mehr entsprechen, Anpassungen vor.

### **2.2.2 Spezifische Anforderungen an OBD-Systeme nach VO (EU) Nr. 582/2011**

Die spezifischen Anforderungen an OBD-Systeme sind in VO (EU) Nr. 582/2011 zur Durchführung und Änderung der VO (EG) Nr. 595/2009 hinsichtlich der Emissionen von schweren Nutzfahrzeugen (Euro VI) und zur Änderung der Anhänge I und III der 2007/46/EG geregelt. Die Verordnung legt somit Maßnahmen zur Durchführung der Artikel 4, 5, 6 und 12 der VO (EG) Nr. 595/2009 fest. Außerdem werden mit dieser Verordnung die VO (EG) 595/2009 und die Richtlinie 2007/46/EG geändert.

Gemäß Artikel 2 (8) der Verordnung ist ein „On-Board-Diagnosesystem (OBD-System)“ definiert als „ein in ein Fahrzeug oder an einen Motor ein- bzw. ausgebautes System, das in der Lage ist:

- Fehlfunktionen festzustellen, die das Emissionsverhalten des Motorsystems beeinflussen, und
- dieses gegebenenfalls durch Warnsystem anzuzeigen,
- mithilfe rechnergespeicherter Informationen den wahrscheinlichen Ort von Fehlfunktionen anzuzeigen sowie diese Informationen nach außen zu vermitteln.“

Die spezifischen Anforderungen an On-Board-Diagnosesysteme (OBD-System) ergeben sich aus Art. 4. Demnach müssen die Hersteller gewährleisten, dass alle Motorsysteme und Fahrzeuge mit einem OBD-System ausgestattet sind (Art. 4 (1)). Das OBD-System muss gemäß Anhang X so ausgelegt, gebaut und im Fahrzeug eingebaut sein, dass es in der Lage ist, während der gesamten Lebensdauer des Fahrzeugs Arten von Verschlechterungen oder Fehlfunktionen zu erkennen, aufzuzeichnen und zu übermitteln. Zudem muss der Hersteller die Erfüllung der Anforderung aus Anhang X sowie die Anforderungen an die Leistung des OBD-Systems im Betrieb unter allen normalen und nach vernünftigem Ermessen vorhersehbaren Betriebsbedingungen gewährleisten (Art. 4 (3)). Die OBD-Leistung, die Aktivierung des OBD-Systems und die Fehlfunktionsanzeige gem. Anhang X kann mit einem qualifizierten verschlechterten Bauteil geprüft werden. Gem. Art. 2 (9) ist ein „qualifiziertes verschlechtertes Bauteil oder System“ (QDC – Qualified Deteriorated Component) durch künstliches Altern, absichtlich verschlechtert oder kontrolliert verändertes Bauteil oder System (Genehmigung durch Behörde nach den Bestimmungen von Anhang 9B UN ECE R 49 erforderlich). Auch durch eine Unterschreitung der OBD-Schwellenwerte gem. Anh. X muss eine Aktivierung der Fehlfunktionsanzeige erfolgen (Art. 4 (4)).

Motorensysteme, bei denen emissionsrelevante Fehlfunktionen nach den gleichen Methoden erkannt und diagnostiziert werden, können vom Hersteller in einer OBD-Motorenfamilie zusammengefasst werden (Art. 2 (22)). Für diese gewährleistet der Hersteller ebenso gem. Art. 4 (5) die Einhaltung der Vorschriften aus Anh. X. Die Daten zur Leistung des OBD-Systems sind ohne Verschlüsselung durch das Standard-Datenübertragungsprotokoll des OBD-Systems gem. Anhang X zu speichern und zugänglich zu machen (Art. 4 (6)). Zur Kommunikation gemäß den Anforderungen dieser Verordnung dient ein externes Prüfgerät, welches als Lesegerät bezeichnet wird (Art. 2 (23)).

Auf Antrag können Hersteller bis zum 31. Dezember 2015 für neue Fahrzeug- oder Motortypen bzw. bis zum 31. Dezember 2016 für alle verkauften, zugelassenen oder in Betrieb genommenen Neufahrzeuge Alternativvorschriften für die DPF-Überwachung nach Anhang X Abschnitt 2.3.3.3 anwenden (Art. 4 (8)). Bzgl. des OBD-Systems kann der Hersteller nach Art. 4 (7) während eines Zeitraums von 3 Jahren nach den in Art. 4 (8) festgelegten Daten Alternativvorschriften nach Anh. X anwenden.

Der Übergangszeitraum endete somit am 31.12.2018 bzw. 31.12.2019. Folglich können die Alternativvorschriften mit Bezug zu Art. 4 (7) i.V.m. Art. 4 (8) nicht mehr angewendet werden.

Bei der Beantragung der EU-Typgenehmigung sind bzgl. der OBD-Systeme nachfolgende Nachweise und Informationen durch die Hersteller bereitzustellen:

EU-Typgenehmigung für Motorsysteme/ Motorenfamilie als selbständige technische Einheit hinsichtlich der Emissionen (Artikel 5):

- Beschreibung der OBD-Bauteile im Fahrzeug gem. den Anforderungen von Anhang X Nr. 5
- Erklärung über die Übereinstimmung der Leistung des OBD-Systems im Betrieb mit den in Anhang X Anl. 6 aufgeführten Anforderungen (Art. 5 (4) c) und f)).

EU-Typgenehmigung für Fahrzeuge mit einem genehmigten Motorsystem hinsichtlich der Emissionen (Artikel 7):

- Gem. Art. 7 (4) b) eine Beschreibung der OBD-Bauteile im Fahrzeug gem. den Anforderungen aus Anhang X Nr. 5

EU-Typgenehmigung für Typ einer emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch als selbständige technische Einheit (Art. 16):

- Hersteller muss dem Technischen Dienst ein zusätzliches Muster des Typs der emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch bereitstellen, falls eine emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch bzw. den Einbau in ein Fahrzeug mit OBD-System vorgesehen ist (Art. 16 (4) c).

**a) Anhang X:**

Der Anhang X enthält Vorschriften über die funktionellen Aspekte von On-Board-Diagnosesystemen zur Emissionsminderung bei Motorsystemen, die unter die vorliegende Verordnung fallen.

Die allgemeinen Anforderungen werden in Abs. 2 beschrieben. Diese entsprechen grundsätzlich denjenigen, die in Anhang 9A Abs. 2 der UN-Regelung Nr. 49 angegeben sind. Hierzu erfolgt unter Abs. 2.1.1. eine Erläuterung wie Abs. 2.3.2.1 und Abs. 2.3.2.2 von Anhang 9A der UN-Regelung Nr. 49 zu verstehen sind.

Nach Abs. 2.4.1 sind auf Antrag eines Herstellers, für die genannten Fahrzeugklassen, die Einhaltung der Anforderung aus Anhang XI der VO (EG) Nr. 692/2008 als gleichwertig anzusehen. Hierbei sind jedoch die in Anh. X Abs. 2.4.1.1 – 2.4.1.4 genannten Äquivalenten zu berücksichtigen.

Das OBD-System unterliegt bzgl. der Übereinstimmung der Produktion den Anforderungen der Richtlinie 2007/47/EG (VO (EU) 2018/858) (Abs. 2.5). Eine Überprüfung des OBD-Systems auf Übereinstimmung der Produktion erfolgt auf Verlangen der Genehmigungsbehörde gem. den in Anhang I dieser Verordnung angegebenen Anforderungen.

**b) Anhang XI**

Anhang XI enthält ergänzende Anforderungen für die Typgenehmigung von emissionsmindernden Einrichtungen für den Austausch als selbstständige technische Einheit.

Jeder emissionsmindernden Original-Einrichtung oder Einrichtung für den Austausch müssen gegebenenfalls Informationen beiliegen, in wie fern die Einrichtungen für den Einbau in ein mit OBD-System ausgestattetes Fahrzeug geeignet ist (Anh. XI Nr. 2.2.1 c), Nr. 2.2.2 d)).

In Abs. 4.5 werden zudem die Anforderungen an die OBD-Kompatibilität für emissionsmindernde Einrichtungen für den Austausch aufgeführt. Die OBD-Kompatibilität ist demnach nur nachzuweisen, wenn die emissionsmindernde Einrichtung für die Erstausrüstung in der ursprünglichen Konfiguration überwacht wurde (Abs. 4.5.1). In diesem Fall ist die OBD-Kompatibilität unter Verwendung der Verfahren aus Anh. X und des Anhangs 9B der UN-Regelung Nr. 49 nachzuweisen (Abs. 4.5.2). Weitere Bestimmungen der UN-Regelung Nr. 49 für andere Bauteile finden keine Anwendung (Abs. 4.5.3). Die Vorkonditionierungs- und Prüfverfahren können denen der ursprünglichen Typgenehmigung entsprechen (Abs. 4.5.4). Voraussetzung für einen ordnungsgemäßen Einbau sowie eine ordnungsgemäße Funktion ist, dass das OBD-System vor Einbau keine Fehlfunktion meldet (Abs. 4.5.5).

**2.2.3 Spezifische Anforderungen an OBD-Systeme nach UN-Regelung Nr. 49 Anh. 9 A / B / C**

Die UN-Regelung Nr. 49 enthält einheitliche Bestimmungen hinsichtlich der Maßnahmen, die gegen die Emissionen von gas- und partikelförmigen Schadstoffen aus Selbstzündungs- und aus Fremdzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen zu treffen sind. Spezifische Anforderungen an On-Board-Diagnosesysteme (OBD) sind insbesondere in den Anhängen 9A, 9B, 9C sowie in Anhang 14 geregelt.

- Anh. 9A On-Board-Diagnosesystem (OBD)
- Anh. 9B Technische Anforderungen an OBD
- Anh. 9C Technische Anforderungen zur Bewertung der Betriebsleistung von OBD
- Anh. 14 Zugang zu OBD-Informationen von Fahrzeugen

Im Sinne der Regelung umfasst die Genehmigung eines Motortyps, die des On-Board-Diagnosesystems (Abs. 2.2) und somit auch die Prüfung und Erfüllung der Anforderungen der o. g. Anhänge und Artikel. Die Begriffsbestimmungen für OBD-Systeme gem. Abs. 2.40. ist identisch zur der in VO (EU) Nr. 582/2011 genannten Definition.

Eine Motorenfamilie hinsichtlich des OBD-Systems ist anhand grundlegender Konstruktionsmerkmale zu definieren. Die zur Familie gehörenden Motorsysteme müssen gem. Anh. 9B Abs. 6.1 übereinstimmen (Abs 7.4).

Neben den Allgemeinen Anforderungen an die Übereinstimmung der Produktion aus Abs. 8.2 sind in Abs. 8.4 spezifische Anforderungen für OBD-Systeme aufgeführt. Die spezifischen Anforderungen entsprechen denen aus Anh. I Abs. 7.3 der VO (EU) 582/2011, die auf die Prüfungen und Anforderungen aus Anh. 9B

der UN-Regelung Nr. 49 verweist. Lediglich die Prüfbedingungen für Zweistoffmotoren sind in der UN-Regelung Nr. 49 nicht aufgeführt.

Gem. Abs. 13 „Übergangsbestimmungen“ sind die Bestimmungen der ECE-Genehmigung für neue Typgenehmigungen für Motorsysteme oder ein Fahrzeug hinsichtlich des OBD-Systems zu erteilen, wenn folgende Bestimmungen erfüllt sind:

#### **a) Anhang 9A On-Board-Diagnosesysteme (OBD-Systeme)**

Anhang 9A enthält Vorschriften über die funktionellen Aspekte von On Board-Diagnosesystemen zur Emissionsminderung bei Motorsystemen, die Gegenstand der vorliegenden Verordnung sind.

Die allgemeinen Anforderungen ergeben sich aus Abs. 2 Anh. 9A und Abs. 4 Anh. 9B. Zudem werden in Abs. 2.3.1. „Fehlfunktion der Einspritzdüsen“ sowie in Abs. 2.3.2. „Überwachungsanforderungen in Bezug auf Partikelfilter“ zusätzliche Bestimmungen aufgeführt.

Die Übereinstimmung der Produktion und eine erforderliche Prüfung, sofern diese von einer Typgenehmigungsbehörde verlangt wird, hat gem Abs. 8.4 der Regelung zu erfolgen (Abs. 2.5)

Gem. Abs. 3 „Leistungsanforderungen“ entsprechen die Grenzwerte denen aus Anh. 9B Abs. 5. Die Grenzwerte in den Tabellen für Selbst- und Fremdzündungsmotoren für NO<sub>x</sub> sowie die Grenzwerte für die Partikelmasse bei Selbstzündungsmotoren sind ebenso identisch zu denen aus Anh. X VO (EU) 582/2011. Im Gegensatz zu Anh. X VO (EU) 582/2011 werden die Grenzwerte für CO bei Fremdzündungsmotoren jedoch erst zu einem späteren Zeitpunkt festgelegt.

#### **b) Anhang 9B Technische Anforderungen an On-Board-Diagnosesysteme (OBD)**

Anhang 9B enthält Vorschriften über die technischen Anforderungen an On-Board-Diagnosesysteme (OBD) zur Emissionsminderung bei Motorsystemen, die unter die vorliegenden Regelungen fallen. Dem Anhang liegt die weltweit harmonisierte Globale Technische Regelung (GTR) Nr. 5 zugrunde.

In Abs. 3 „Begriffsbestimmungen“ werden die relevanten Begriffe definiert und abschließend wichtige Abkürzungen erläutert.

Grundsätzlich muss gem. den allgemeinen Anforderungen nach Abs. 4 ein OBD-System in der Lage sein, Funktionsstörungen zu erkennen, mithilfe eines Warnsystems zu melden und ihren wahrscheinlichen Ort anhand von im Bordrechner gespeicherten Daten und/oder durch Auslesen dieser Daten in ein Gerät außerhalb des Fahrzeug, zu bestimmen. Dies muss über die gesamte Lebensdauer des Fahrzeuges sichergestellt sein. Eine gewisse Verschlechterung der Leistung und Empfindlichkeit des OBD-Systems ist erst nach Überschreitung der festgelegten Betriebsdauer zu tolerieren. Die Pflicht des Herstellers, die Konformität dauerhaft sicherzustellen, bleibt hiervon jedoch unberührt.

Vorschriften für die Speicherung von OBD-Daten und somit u.a. auch die Einstufung von Fehlercodes und Funktionsstörungen, ergeben sich aus Abs. 4.3. Der nachfolgende Abs. 4.4. macht hingegen Vorschriften für die Löschung von OBD-Informationen und legt daher die Voraussetzungen fest, in welchen Fällen eine Löschung der Informationen erfolgen darf und ermöglicht werden muss.

Funktionsstörungen gem. Abs. 4.2 sind entsprechend der Festlegungen aus Abs. 4.5 zu klassifizieren. Die Klassifizierung gilt über den gesamten Lebenszyklus des Fahrzeuges hinweg. Grundsätzlich werden dabei die Klassen A, B1, B2 und C unterschieden, die in den Abs. 4.5.1. – 4.5.4. genauer definiert werden. Die Klassifizierung erfolgt u.a. in Abhängigkeit des OBD-Schwellenwerts und in wie weit eine Beeinflussung der Emissionen anzunehmen ist.

Die Anforderungen und Vorgaben für das Warnsystem sind in Abs. 4.6 geregelt. Der Ausfall eines Bauteils des Warnsystems darf nicht den Ausfall des OBD-Systems zur Folge haben. Des Weiteren enthalten die folgenden Unterpunkte des Absatzes Vorschriften für den Störungsmelder MI, (Abs. 4.6.1.), die Bedingungen für das Aufleuchten der Fehlfunktionsanzeige (Beschreibung verschiedener Aktivierungsmodi, Abs. 4.6.2.), die MI-Aktivierung bei laufendem Motor (Abs. 4.6.3.) sowie die MI-Aktivierung bei eingeschalteter Zündung und stehendem Motor (Abs. 4.6.4.). Die Anzahl der Funktionsstörungen ist dabei gemäß den Vorgaben aus Abs. 4.6.5. zu ermitteln.

Die OBD-Informationen, die vom System aufgezeichnet werden, müssen extern abrufbar sein. Dabei werden die drei Pakete Informationen über den Zustand des Motors, Informationen über aktive emissionsrelevante Störungsmeldungen und Informationen für Reparaturzwecke unterschieden (Abs. 4.7 und Abs.

4.7.1.). Weitere Inhalte und Anforderungen an die jeweiligen Pakete, sowie an die Freeze-Frame-Daten und die Bereitschaft werden in den Absätzen 4.7.1.1. – 4.7.1.5. aufgeführt. Zudem muss das OBD-System das Auslesen aller in Anl. 5 Tabelle 1 bis 5 aufgeführten Daten in Echtzeit mithilfe eines Lesegerätes ermöglichen (Abs. 4.7.2. „Streaming Daten“). Der Zugang zu OBD-Informationen hat gem. Abs 4.7.3. ausschließlich nach den in Anlage 6 dieses Anhangs aufgeführten Normen und nach den Bestimmungen dieses Absatzes zu erfolgen. Die in Anl. 6 genannten Normenreihen lauten:

- ISO 27145 zusammen mit ISO 15765-4 (CAN-Bus);
- ISO 27145 zusammen mit ISO 13400 (TCP/IP-Bus);
- SAE J1939-73.

Fahrzeuge, die mit einer emissionsmindernden Einrichtung ausgerüstet sind, müssen gegen vom Hersteller nicht zugelassene Eingriffe geschützt sein. Der Hersteller muss jedoch Eingriffe zulassen, die für die Diagnose, Prüfung, Wartung, Nachrüstung und Reparatur des Fahrzeugs notwendig sind (Abs. 4.8 „Eingriffssicherheit“). Der Schutz muss mindestens der Wirksamkeit ISO 15031-7 (SAE J2186) oder J1939-73 entsprechen (Abs. 4.8).

Anforderungen an die Dauerhaltbarkeit sind, dass das OBD-System während der gesamten Lebensdauer des Fahrzeuges oder Motorsystems in der Lage ist, Funktionsstörungen zu erkennen. Dabei ist es nicht zulässig, dass Teile vom Gesamtsystem aufgrund dessen Alters oder Laufleistung deaktiviert oder in seiner Wirkung herabgesetzt werden (Abs. 4.9 „Dauerhaltbarkeit“).

Unter den in 5 genannten Bedingungen/Voraussetzungen kann die Behörde die vorübergehende Deaktivierung von OBD-Überwachungseinrichtungen genehmigen. Dem Antrag des Herstellers auf Typp Genehmigung muss in diesem Fall eine ausführliche Beschreibung der einzelnen Strategien für die Deaktivierung der OBD-Überwachungsfunktionen sowie Daten oder ein technisches Gutachten beigefügt werden. Eine Deaktivierung des OBD-Systems ist daher möglich, wenn die Voraussetzungen der nachfolgend genannten Fälle erfüllt sind:

- Wahrung der Betriebssicherheit des Motors/Fahrzeuges (Abs. 5.2.1.),
- Definierte Umgebungstemperaturen und Höhenlagen (Abs. 5.2.2.),
- Niedriger Kraftstoffstand (Abs. 5.2.3.),
- Zu hoher oder zu niedriger Batterie- oder Bordnetzspannung (Abs. 5.2.4.),
- Nebenantrieb aktiv (Abs. 5.2.5.),
- Erzwungene Regeneration (Abs. 5.2.6.),
- zusätzliche Emissionsstrategie (Abs. 5.2.7.),
- Nach dem Auftanken gasbetriebener Fahrzeuge (Abs. 5.2.8.)

In Abs. 6.1 werden zunächst die Grundlagen für die Zusammensetzung von OBD-Motorenfamilien hinsichtlich Emissionen aufgeführt. Hierzu gehören die Merkmale zur Bestimmung von OBD-Motorenfamilien (Abs. 6.1.1.) und die Auswahl und Abstimmung bzgl. des OBD-Stamm-Motor-Systems (Abs. 6.1.2.).

### c) **Anhang 9C Technische Anforderungen zur Bewertung der Betriebsleistung von On-Board-Diagnosesysteme (OBD)**

Anhang 9C ist in der vorliegenden Fassung nur auf Kraftfahrzeuge anwendbar, die mit Selbstzündungsmotoren ausgestattet sind. Zunächst erfolgt die Begriffsbestimmung der relevanten Begrifflichkeiten. Die Allgemeinen Anforderungen beschränken sich auf Anforderungen an die IUPR-Überwachungseinrichtungen sowie die beschränkte Nutzung der Betriebsleistungsdaten (Abs. 4). Zudem werden konkrete Anforderungen an die Berechnung von Betriebsleistungskoeffizienten gestellt (Abs. 5). Die Anforderungen an die zur Berechnung des Koeffizienten notwendigen Werte (Zähler und Nenner) werden in Abs. 5.2. (Anforderungen an die Inkrementierung des Zählers) und Abs. 5.3. (Anforderungen an die Inkrementierung des Nenners) aufgeführt. Des Weiteren enthält Abs. 5 Anforderungen an die Inkrementierung des allgemeinen Nenners (Abs. 5.4.) und des Zündzykluszählers (Abs. 5.4.). Abschließend werden die Voraussetzungen für die Abschaltung der Inkrementierung der Zähler, der Nenner und der allgemeinen Nenner angegeben (Abs. 5.6.).

#### d) Anhang 14 Zugang zu OBD-Informationen von Fahrzeugen

Der Anhang 14 regelt sowohl den Zugang zu OBD-Informationen sowie die OBD-Daten selbst.

Gem. Abs. 1.1. müssen alle Anträge auf Genehmigung einschlägige Informationen über das OBD-System des Fahrzeugs beigefügt werden. Diese müssen Hersteller von Ersatz- und Nachrüstteilen in die Lage versetzen ihre Teile dem jeweiligen Fahrzeug-OBD-System anpassen zu können. Entsprechend muss die Diagnose von Motor- und oder Fahrzeug-Emissionsminderungssystemen mit Hilfe von Prüf- und Diagnosegeräten möglich sein. Die Bereitstellung der Informationen an interessierte Hersteller von Bauteilen, Diagnose- und Prüfgeräten erfolgt zu gleichen Bedingungen durch die Typgenehmigungsbehörde (Abs. 2.1.).

In Abs. 2.1. werden die zusätzlichen Informationen, die der Hersteller des Motors oder des Fahrzeuges bereitstellen muss konkretisiert. Diese zusätzlichen Informationen enthalten Angaben zu Art und Zahl ursprünglicher Typgenehmigungen (Abs. 2.1.1.), Beschreibungen des ursprünglich verwendeten OBD-Prüfzyklus (Abs. 2.1.2.) sowie umfassende Unterlagen u.a. mit Beschreibung von Bauteilen, Strategien zur Erkennung von Fehlfunktionen und Aktivierung der Fehlfunktionsanzeige sowie Listen aller vom OBD-System verwendeter Ausgabecodes und -formate (Abs. 2.1.3.). Zur Angabe der nach diesem Absatz genannten Informationen, kann die in Abs. 2.1.4. gezeigte Tabelle verwendet werden. Demnach sind das Bauteil, der Fehlercode, die Überwachungsstrategie, die Kriterien für die Meldung von Fehlfunktionen, die Sekundärparameter, die Vorkonditionierung und die Nachweisprüfung anzugeben.

### 2.3 Überblick der Anforderungen an OBD-Systeme

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die für OBD-Systeme relevanten Verordnungen und Regulierungen

VO / UN-ECE	Titel	vom	Zuletzt geändert	
VO (EG) 715/2007	Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6)	20.06.2007	01.09.2020	
VO (EG) 692/2008	„...Durchführung und Änderung der VO (EG) Nr. 715/2007... und über den Zugang zu Reparatur- und Wartungsinformationen für Fahrzeuge“	28.07.2008	01.09.2019	Nicht mehr in Kraft, Datum des Endes der Gültigkeit: 31/12/2021; Aufgehoben durch Verordnung (EU) 2017/1151
VO (EG) 595/2009	Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen und Motoren hinsichtlich der Emissionen von schweren Nutzfahrzeugen (Euro VI) und über den Zugang zu Fahrzeugreparatur- und -wartungsinformationen, zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 715/2007	18.06.2009	01.09.2020	Keine Relevanz für OBD
VO (EU) 582/2011	„... Durchführung und Änderung der Verordnung (EG) Nr. 595/2009 ... hinsichtlich der Emissionen von schweren Nutzfahrzeugen (Euro VI) und zur Änderung der Anhänge I und III der Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates	25.05.2011	12.08.2020	
VO (EG)	„... zur Änderung der VO (EG)	08.06.2011	08.06.2011	

VO / UN-ECE	Titel	vom	Zuletzt geändert	
566/2011	Nr. 715/2007 ... und der VO (EG) Nr. 692/2008			
VO (EG) 459/2012	„...zur Änderung der VO (EG) Nr. 715/2007 ... und der VO (EG) Nr. 692/2008 hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 6)	29.05.2012	29.05.2012	
VO (EU) 2017/1151	„.. zur Ergänzung der VO (EG) Nr. 715/2007 ... und über den Zugang zu Fahrzeugreparatur- und -wartungsinformationen, ... und zur Aufhebung der VO (EG) Nr. 692/2008	01.06.2017	25.01.2020	
VO (EG) 2018/858	„...Genehmigung und die Marktüberwachung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern sowie von Systemen, Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten für diese Fahrzeuge, zur Änderung der VO (EG) Nr. 715/2007 und VO (EG) Nr. 595/2009“	30.05.2018	26.09.2021	
VO (EU) 2018/1832	zur Änderung der Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 der Kommission und der Verordnung (EU) 2017/1151 der Kommission im Hinblick auf die Verbesserung der emissionsbezogenen Typgenehmigungsprüfungen und -verfahren für leichte Personenkraftwagen und Nutzfahrzeuge, unter anderem in Bezug auf die Übereinstimmung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge und auf Emissionen im praktischen Fahrbetrieb und zur Einführung von Einrichtungen zur Überwachung des Kraftstoff- und des Stromverbrauchs	05.11.2018	27.11.2018	
UN-Regelung Nr.49	Einheitliche Bestimmungen hinsichtlich der Maßnahmen, die gegen die Emission von gas- und partikelförmigen Schadstoffen aus Selbstzündungs- und aus Fremdzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen zu treffen sind		Revision 6 / Erg. 1 15.07.2013	
UN-Regelung Nr.83	Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung der Fahrzeuge hinsichtlich der Emission von Schadstoffen aus dem Motor entsprechend den Kraftstoffanforderungen des Motors [2019/253]		Ergänzung 7 zur Änderungsserie 07 —: 29.12.2018	

VO / UN-ECE	Titel	vom	Zuletzt geändert	
UN-Regelung Nr. 155	Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von Fahrzeugen hinsichtlich der Cybersicherheit und des Cybersicherheitsmanagementsystem [2021/387]		22.01.2021	
UN-Regelung Nr. 156	Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Softwareaktualisierung und des Softwareaktualisierungsmanagementsystems [2021/388]		22.01.2021	

Tab. 2-1 Übersicht der relevanten europäischen und internationalen OBD-Regularien

## 2.4 Anforderungen an das Cyber-Security-Management-System und Over The Air-Updates

Im Zusammenhang mit den Inhalten des Kapitel 5 werden in diesem Abschnitt die Anforderungen an das Cyber-Security-Management-System (CSM) und Over The Air -Updates (OTA) analysiert und dargestellt.

### a) UN-Regelung Nr. 155 Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von Fahrzeugen hinsichtlich der Cybersicherheit und des Cybersicherheitsmanagementsystems

Die UN-ECE R155 gilt hinsichtlich Cybersicherheit für Fahrzeuge der Klassen M und N bzw. auch für Fahrzeuge der Klasse O, sofern diese mit mindestens einem elektronischen Steuergerät ausgestattet sind. Zudem gilt die Regelung für Fahrzeuge der Klassen L6 und L7, die über Funktionen des autonomen Fahrens ab Autonomiestufe 3 ausgestattet sind. (Abs. 1 „Anwendungsbereich“)

Die OBD-Schnittstelle stellt im Sinne der Regelung einen Angriffspunkt, eine Schwachstelle bzw. eine Bedrohung für die Cybersicherheit des Fahrzeuges dar. Über die externe Schnittstelle und den Diagnosezugang wird bspw. mittels Dongles die Manipulation von Fahrzeugparametern begünstigt (Anh. 5, Tabelle A1, Nr. 4.3.5, Pkt. 18.3). Als Minderungsmaßnahme für Bedrohungen im Zusammenhang mit externer Vernetzung und Verbindungen wird diesbezüglich die Notwendigkeit von Sicherheitsmaßnahmen an externen Schnittstellen erwähnt (Anh. 5, Tabelle B4, Pkt. 18.3, M22).

### b) UN-Regelung Nr. 156 Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Softwareaktualisierung und des Softwareaktualisierungsmanagementsystems

Die UN-ECE R156 gilt für Fahrzeuge der Klassen M, N, O, R, S und T, bei denen Softwareaktualisierungen möglich sind.

Hinsichtlich OBD erfolgt innerhalb der Regelung lediglich die Vorgabe, dass jede RX-Software-Identifikationsnummer über eine elektronische Kommunikationsschnittstelle, zumindest über die Standardschnittstelle (OBD-Port), in standardisierter Form leicht lesbar sein muss. Dies gilt ebenso für den Fall, dass diese nicht am Fahrzeug vorhanden sind und der Hersteller eine Erklärung bei der betreffenden Typgenehmigungsbehörde inkl. Angabe von Softwareversion i.V.m. Typgenehmigung darlegen muss. (Abs. 7.2.1.2.2.)

Eine „RX-Software-Identifikationsnummer bezeichnet eine vom Fahrzeughersteller festgelegte spezielle Identifikationsnummer, die Informationen über die für die Typgenehmigung relevante Software des elektronischen Steuersystems enthält und zu einem für die Typgenehmigung nach Regelung Nr. „x“ maßgeblichen Merkmal des Fahrzeuges gehört“ (Abs. 2, Nr. 2.2.).

## 2.5 Überblick zu vorschriftenentwickelnden Gremien

### 2.5.1 Europäische Union – EU

Sämtliches Handeln der EU stützt sich auf verbindliche Verträge zwischen den EU-Mitgliedsländern. Diese einheitlichen Verträge sind die Grundlage für das EU-Recht und werden als Primärrecht bezeichnet. Die auf den Grundsätzen und Zielen der Verträge aufbauenden Rechtsvorschriften werden als Sekundärrecht bezeichnet und umfassen Verordnungen, Richtlinien, Beschlüsse und Stellungnahmen.

Die legislativen Organe der EU sind:

- EU-Parlament (direkt gewählt durch Bürger der EU)
- Rat der EU (Minister/Ministerpräsidenten der 27 EU-Länder)
- EU-Kommission (durch EU-Parlament gewählt)

Bei der Vorschriftenentwicklung kommt der EU-Kommission eine besondere, sehr zentrale Rolle zu. Sie besitzt das alleinige Initiativrecht und kann formale Vorschläge für EU-Rechtsakte machen und diese dem Rat und dem Parlament unterbreiten. Weiterhin kann die Kommission vom Rat oder Parlament beauftragt werden sog. Rechtsakte zu bestimmten Themen zu erlassen (siehe unten, delegierte Rechtsakte).

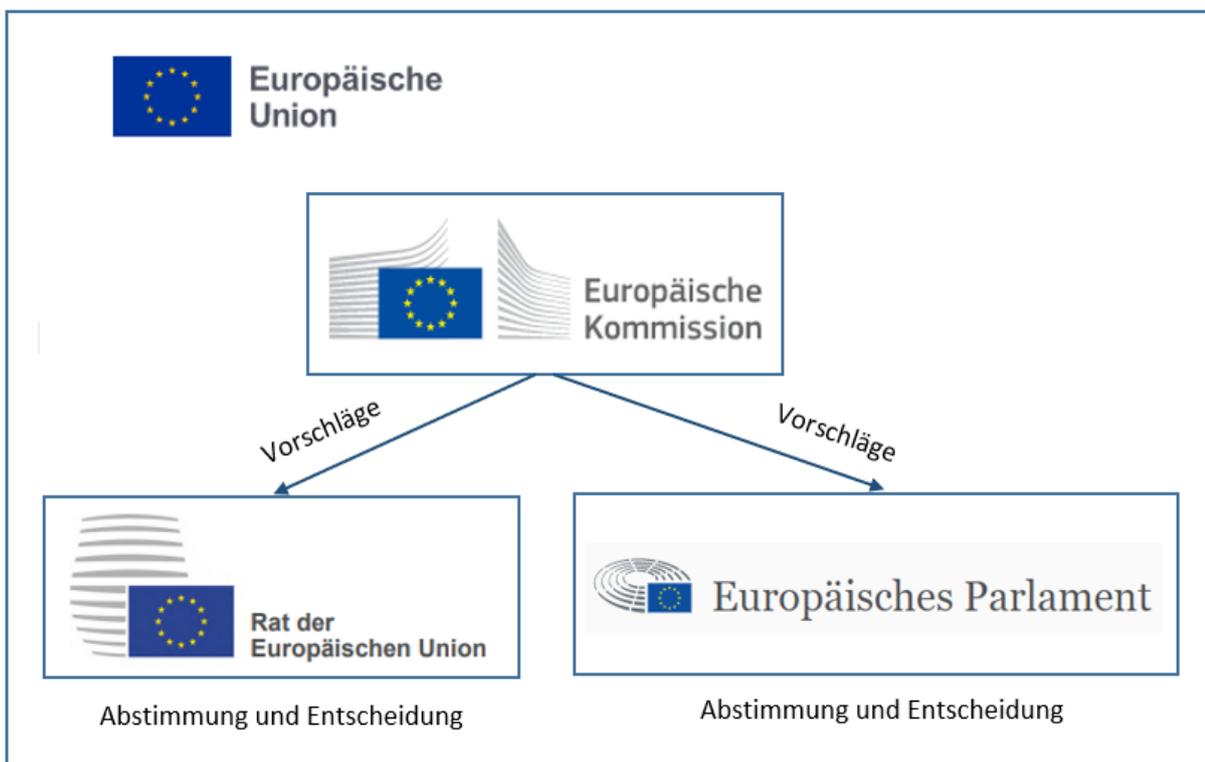


Bild 2-1 Übersicht der Handlungsebenen der Europäischen Union: Quelle: Eigene Darstellung

Die meisten EU-Rechtsvorschriften werden im Rahmen des ordentlichen Gesetzgebungsverfahrens verabschiedet. Bei dem durch die Kommission vorgelegten Legislativvorschläge haben Parlament und Rat jeweils dasselbe Mitspracherecht. Daneben gibt es besondere Gesetzgebungsverfahren, bei denen der Rat der EU oder das EU-Parlament alleine Rechtsvorschriften erlassen. Dieses Verfahren wird sehr selten angewandt.

Die nationalen Parlamente der EU-Länder werden zu allen Kommissionsvorschlägen konsultiert. Änderungen der EU-Verträge (siehe vor: Primärrecht) erfordern die Billigung jedes einzelnen EU-Landes.

Die wesentlichen Arten von Rechtsakte sind:

#### a) **Verordnungen**

Verordnungen (englisch: Regulation) sind Rechtsakte, die bei Inkrafttreten automatisch und in einheitlicher Weise in allen EU-Ländern gelten, ohne dass sie in einzelstaatliches Recht umgesetzt werden müssen. Sie sind in allen ihren Teilen verbindlich und gelten unmittelbar in allen Mitgliedsländern. Beispiel: die Rechtsakte für die Typprüfung von Fahrzeugen sind Verordnungen

#### b) **Richtlinien**

Richtlinien (engl. Directives) geben den EU-Ländern ein bestimmtes Ziel vor, stellen ihnen jedoch frei, wie sie dieses verwirklichen. Die Länder müssen die zum Erreichen der Zielvorgabe erforderlichen gesetzlichen Maßnahmen treffen (d. h. die Richtlinie in nationales Recht umsetzen). Die Behörden der Mitgliedsländer müssen diese Maßnahmen der Europäischen Kommission mitteilen. Beispiele: die Rechtsakte für die periodische technische Überwachung (PTI) von Fahrzeugen ist eine Richtlinie/Directive.

Die Umsetzung in nationales Recht muss innerhalb der Frist erfolgen, die bei der Verabschiedung der Richtlinie festgelegt wurde (i.d.R. zwei Jahre). Wenn ein Land eine Richtlinie nicht umsetzt, kann die Kommission Vertragsverletzungsverfahren einleiten.

#### c) **Delegierte Rechtsakte**

Delegierte Rechtsakte (engl. Delegated acts) sind rechtsverbindlich und ermöglichen der Kommission, nicht wesentliche Elemente von EU-Rechtsakten zu ergänzen oder zu ändern, um spezifische Maßnahmen festzulegen. Die EU-Kommission verabschiedet den delegierten Rechtsakt. Wenn Parlament und Rat keine Einwände haben, tritt er in Kraft.

#### d) **Durchführungsrechtsakte**

Durchführungsrechtsakte (engl.: Implementing acts) sind rechtsverbindlich und ermöglichen der Kommission, unter der Aufsicht von Ausschüssen mit Vertretern der EU-Länder Bedingungen für die einheitliche Umsetzung von EU-Rechtsvorschriften zu schaffen.

Aufbau der EU-Kommission:

Die Kommission besteht aus 27 Mitgliedern, den sog. Kommissaren. Einer der Kommissionsmitglieder nimmt als Präsident die Leitungs- und Sprecherfunktion ein. Jedem Kommissar wird ein bestimmtes politisches Ressort zugeordnet.

Der Kommission unterstehen verschiedene Generaldirektionen (GD, englisch auch DG). Diese werden von Generaldirektoren geleitet. Die Ressorts der DG decken sich nicht genau mit den Ressorts der Kommissare, sodass teilweise einem Kommissar mehrere DG zugeordnet sein können. Aufgabe der Generaldirektionen ist es, Strategien, Rechtsvorschriften und Förderprogramme der EU zu entwickeln, umzusetzen und zu verwalten. Funktional sind sie in etwa mit Ministerien auf nationaler Ebene vergleichbar

Die für den Straßentransport und für die Typprüfung von Straßenfahrzeugen zuständige bzw. beeinflussenden Generaldirektionen sind

- Mobilität und Verkehr (DG MOVE)
- Binnenmarkt, Industrie, Unternehmertum sowie kleine und mittlere Unternehmen KMU (DG GROW)
- Klima (DG Climate Action)

Expertengruppen:

Innerhalb der Generaldirektionen (DG) gibt es Expertengruppen – z.T. Working Groups genannt - die sich um bestimmte Themen kümmern, diese bearbeiten und unterstützen.

Für Straßenfahrzeuge innerhalb der DG MOVE sind folgende Expertengruppen relevant:

- Expert Group on Roadworthiness and Vehicle Registration Documents (RWEG)...u.A. 2014/45/EU

Für Straßenfahrzeuge innerhalb der DG GROW sind folgende Expertengruppen relevant:

- Working Group on Motor Vehicles (MWVG)
- Working Group on Motorcycles (MCWG)

Für Straßenfahrzeuge innerhalb der DG Climate Action sind folgende Expertengruppen relevant:

- Commission Expert group for policy development and implementation of CO<sub>2</sub> from road vehicles (CO<sub>2</sub> from road vehicles)

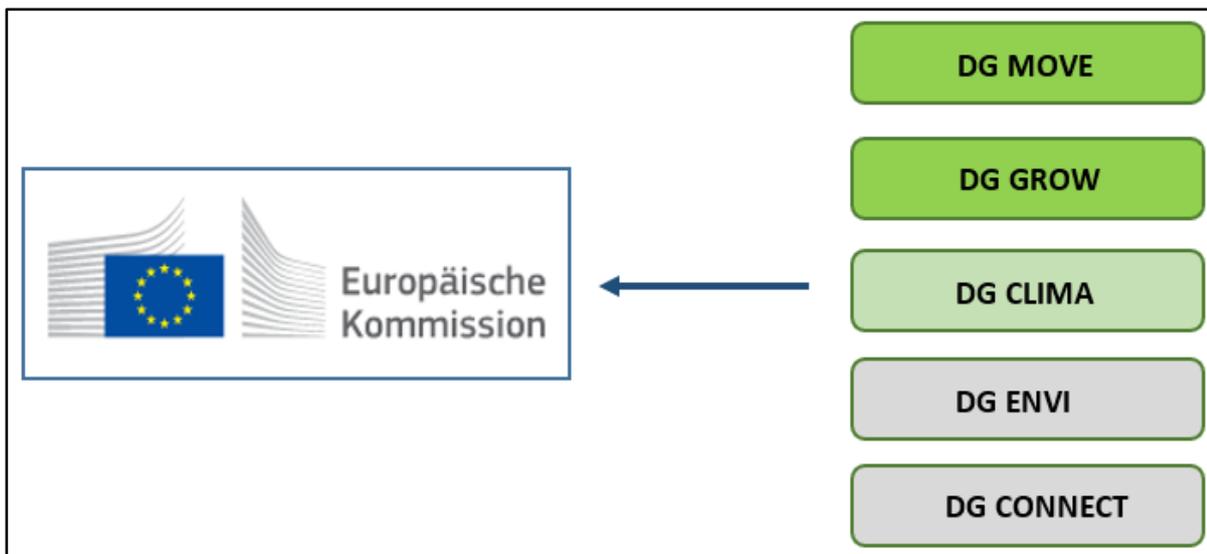


Bild 2-2 Übersicht der EU Generaldirektionen Quelle: Eigene Darstellung

Aktuell beschäftigt sich die EU-Kommission mit der Ausgestaltung der Abgasnorm Euro 7/VII. Hier müssten weitere Anforderungen an OBD formuliert werden. Als Teil der Vorbereitungsarbeiten stützt sich die EU-Kommission auf

- wissenschaftliche Studien und Expertengruppen
- sowie Erkenntnisse der gemeinsamen Forschungsstelle der Kommission (JRC = Joint Research Center)

An den Vorbereitungen ist auch die Beratergruppe für Fahrzeugemissionsnormen (Advisory Group on Vehicle Emission Standards, AGVES) beteiligt, in welcher Sachverständige aus der Industrie, Nichtregierungsorganisationen, Hochschulen und Mitgliedstaaten zusammenkommen.

Ergänzt werden die Studien und Vorarbeiten durch die Beiträge aus der öffentlichen Konsultation, die am 9. November 2020 abgeschlossen wurde

Details zum Rechtsetzungsprozess der EU:

[https://ec.europa.eu/info/law/law-making-process/types-eu-law\\_de](https://ec.europa.eu/info/law/law-making-process/types-eu-law_de)

Liste der Generaldirektionen der EU-Kommission:

[https://ec.europa.eu/info/departments\\_de](https://ec.europa.eu/info/departments_de)

## 2.5.2 United Nations Economic Commission for Europe – UNECE

Die Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen (UNECE) ist eine von fünf Regionalkommissionen des Wirtschafts- und Sozialrates (ECOSOC) der United Nations (UN). Die anderen sind die:

- Wirtschaftskommission für Afrika (ECA)
- Wirtschafts- und Sozialkommission für Asien und den Pazifik (ESCAP)
- Wirtschaftskommission für Lateinamerika und die Karibik (ECLAC)
- Wirtschafts- und Sozialkommission für Westasien (ESCWA)

Wobei Nord-Amerika, Russland, sowie einige asiatische Länder ebenfalls von UNECE abgedeckt werden.

Das Hauptziel der UNECE ist die Förderung der gesamteuropäischen wirtschaftlichen Integration.

Organisiert ist UNECE durch ein Executive Committee (EXCOM) sowie 8 Fach-Committees zu verschiedenen politischen Themenbereichen. Darüber hinaus gibt es noch weitere Organe wie z. B. folgende ständige zuarbeitende Arbeitsgruppen:

#### a) Inland Transport Committee (ITC)

Das für Straßenfahrzeuge und deren Emissionen relevanten Committee ist das Inland Transport Committee (ITC). Die EU-Kommission hat eine ständige Einladung, um an allen Sitzungen als Beobachter teilzunehmen.

Das ITC wiederum besteht aus Arbeitsgruppen, englisch: Working Parties (WPs) und Steering Committees (SC) zu den verschiedenen Themenbereichen wie z. B. WP.1 Road Traffic Safety, WP.15-Transport of Dangerous Goods, SC.1-Road Transport, SC.2 Rail Transport, SC.e-Inland Water Transport, usw.

#### b) Working Party (WP)

Den WP bzw. SC wiederum sind eine oder mehrere „Group of Experts“ oder Arbeitsgruppen innerhalb der Arbeitsgruppen (Working Party within a Working Party) zugeordnet.

Für die Vorschriften zur Typprüfung von Fahrzeugen ist die WP.29 – World Forum for Harmonization of Vehicles Regulations zuständig. Für die Emissionen (inkl. OBD) ist die Unterarbeitsgruppe GRPE – Pollution and Energy zuständig.

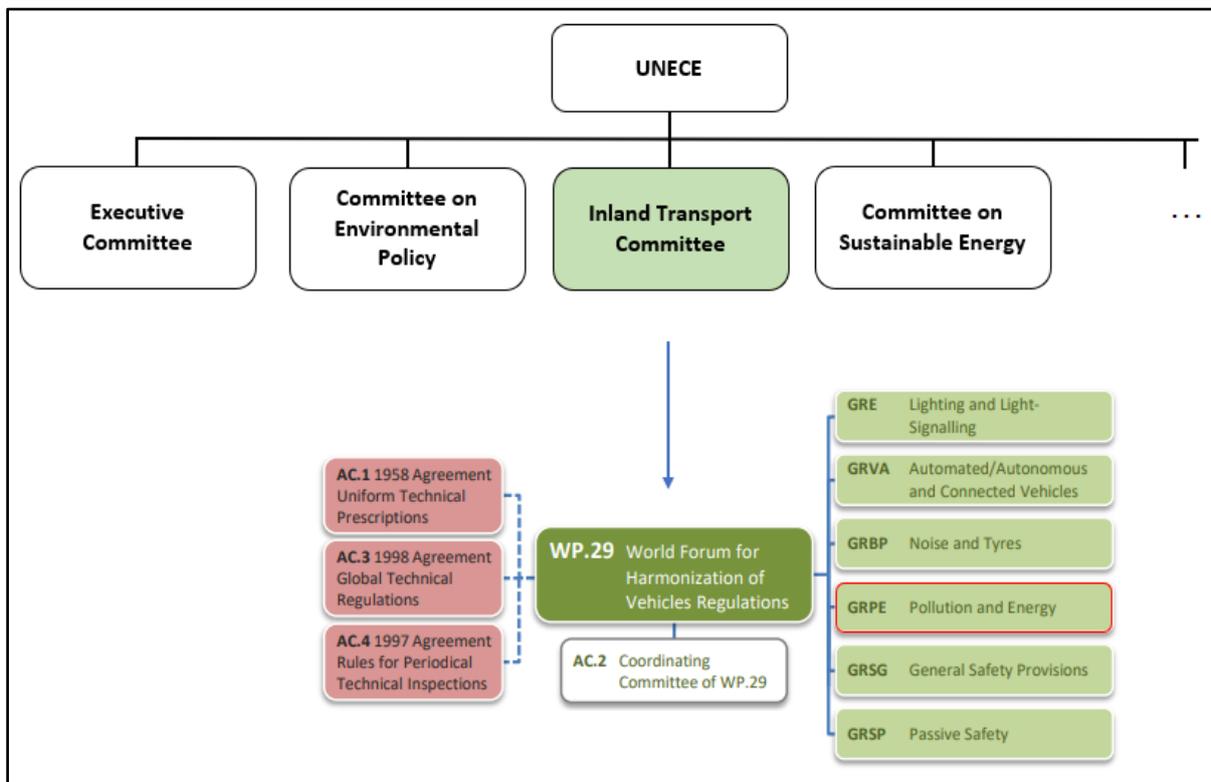


Bild 2-3 Organisationsschema der UNECE (Auszug), Quelle: Webpage der UNECE

Auch diesen Unterarbeitsgruppen können weitere Unterarbeitsgruppen zugeordnet sein, welche als Informal Working Groups (IWG) bezeichnet werden. Die aus diesen Gruppen entstehenden international harmonisierten Vorschriften werden UN-Regelungen genannt. Diese werden fortlaufend durchnummeriert.

Wichtig und relevant für die jeweiligen Länder sind die jeweiligen vertraglichen Bindungen. In der Abbildung 2-3 als Agreement bezeichnet. Hier kann jedes Land individuell entscheiden, ob es teilnimmt – die Regulierungen also anerkennt – oder nicht<sup>2</sup>.

Wichtige Links zur UNECE:

- <https://unece.org/mission>
- <https://unece.org/governance-and-organizational-structure>
- <https://unece.org/intergovernmental-structure-2021>
- <https://unece.org/transport-7>

## 2.6 OBD Normen

Im Folgenden wird eine Übersicht über alle relevanten OBD Normen gegeben. Hierbei werden ISO als auch SAE Normen aufgeführt.

### 2.6.1 ISO Normen

- ISO 15031-1:2010 Road vehicles — Communication between vehicle and external equipment for emission-related diagnostics — Part 1: General information and use case definition
- ISO 15031-2:2010 Road vehicles — Communication between vehicle and external equipment for emission-related diagnostics — Part 2: Guidance on terms, definitions, abbreviations and acronyms
- ISO 15031-3:2016 Road vehicles — Communication between vehicle and external equipment for emission-related diagnostics — Part 3: Diagnostic connector and related electrical circuits: Specification and use
- ISO 15031-4:2014 Road vehicles — Communication between vehicle and external equipment for emission-related diagnostics — Part 4: External test equipment
- ISO 15031-5:2015 Road vehicles — Communication between vehicle and external equipment for emission-related diagnostics — Part 5: Emissions-related diagnostic services
- ISO 15031-6:2015 Road vehicles — Communication between vehicle and external equipment for emission-related diagnostics — Part 6: Diagnostic trouble code definitions
- ISO 15031-7:2013 Road vehicles — Communication between vehicle and external equipment for emission-related diagnostics — Part 7: Data link security
- ISO 9141 - 2: 1994 (amended 1996) "Road Vehicles – Diagnostic Systems – Part 2: CARB requirements for interchange of digital information"
- ISO 14230 – Part 4 "Road Vehicles – Keyword protocol 2000 for diagnostic systems – Part 4: Requirements for emission-relate systems"
- ISO DIS 15765-4 "Road vehicles – Diagnostics on Controller Area Network (CAN) – Part 4: Requirements for emissions-related systems", dated 1 November 2001
- ISO 27145-1 Road vehicles — Implementation of WWH-OBD communication requirements — Part 1 — General Information and use case definitions
- ISO 27145-2 Road vehicles — Implementation of WWH-OBD communication requirements — Part 2 — Common emissions-related data dictionary
- ISO 27145-3 Road vehicles — Implementation of WWH-OBD communication requirements — Part 3 — Common message dictionary

---

<sup>2</sup> Die aktuelle Übersicht welche Länder aus dem UNECE-Raum bei welchem Agreement teilnehmen findet man unter: [https://unece.org/DAM/trans/conventn/agree\\_e.pdf](https://unece.org/DAM/trans/conventn/agree_e.pdf)

- ISO 27145-4 Road vehicles — Implementation of WWH-OBD communication requirements — Part 4 — Connection between vehicle and test equipment
- FDIS 13400-1: 2011 Road vehicles — Diagnostic communication over Internet Protocol (DoIP) — Part 1: General information and use case definition
- FDIS 13400-3: 2011 Road vehicles — Diagnostic communication over Internet Protocol (DoIP) — Part 2: Network and transport layer requirements and services
- FDIS 13400-3: 2011 Road vehicles — Diagnostic communication over Internet Protocol (DoIP) — Part 3: IEEE 802.3 based wired vehicle interface
- [noch nicht finalisiert] 13400-4: 2011 Road vehicles — Diagnostic communication over Internet Protocol (DoIP) — Part 4: Ethernet-based high-speed data link connector.

### 2.6.2 SAE-Normen

- SAE J1850: March 1998 Class B Data Communication Network Interface
- SAE J1939-13 Off-Board Diagnostic Connector
- SAE J1939-73 Application Layer – Diagnostics
- SAE J1979 E/E Diagnostic Test Modes
- SAE J1979 DA - Digital Annex of E/E Diagnostic Test Modes – emissions-related data definitions
- SAE J1930 DA - Digital Annex of – emissions-related acronym definitions
- SAE J2012 DA - Digital Annex of Diagnostic Trouble Code Definitions and Failure Type Byte Definitions

## 2.7 Analyse der Herstellerdaten im Rahmen der VO (EG) 715/2007

Die Europäische Union legte im Jahr 2007 mit der Verordnung (EG) 715/2007 den Grundstein für die Bereitstellung von Diagnosedaten an unabhängige Marktteilnehmer. Die Verordnung schreibt vor, dass u.a. Reparatur- und Wartungsinformationen über einen standardisierten Zugang zur Verfügung gestellt werden müssen.

Folgende Informationen müssen beispielsweise enthalten sein:

- Servicehandbücher
- Informationen über Bauteile und Diagnose
- Schaltpläne
- Fehlercodes des Diagnosesystems

Für ein Beispielfahrzeug wurde die Diagnoseinformationen des Herstellers (proprietäre Diagnose) bezüglich einer Motorvarianten gesichtet. Hierbei waren ca. 100 Steuergeräteinformationen (Diagnosejobs) enthalten. In einem später durchgeführten Vergleich mit dem herstellereigenen Diagnosegerät stellte sich heraus, dass dieses nur ca. 30 Informationen von den ungefähr 100 Diagnosejobs der Lieferung zur Verfügung gestellt hatte. Das Diagnosegerät selbst jedoch konnte ca. 60 weitere Informationen auslesen, die wiederum nicht Bestandteil der Datenbereitstellung des Herstellers waren. Da der Inhalt dieser Diagnosedaten nicht ausreichend spezifiziert scheint, kann es dabei zu Unterschieden im Umfang der Daten zwischen den Herstellern kommen.

## 2.8 Emissionsrelevante Informationen aus der OBD

Die Abbildung 2-4 stellt – in Bezug auf emissionsrelevante OBD-Daten - das sog. 7-Schichten Model (Layer) nach OSI dar, entsprechend ISO 7498-1 und ISO 10731. OSI steht hierbei für Open Systems Interconnection (OSI) Basic Reference Model und ist in vorgenannten Normen definiert.

In der Tabelle wird differenziert zwischen der herkömmlichen OBD und der WWH-OBD. Die World-Wide-Harmonized OBD nach ISO 27145 ist nach VO (EU) Nr. 582/2011 bzw. UN-Regelung Nr. 49 ab der Euro-Stufe VI für die nach diesen Regulierungen typgeprüften Fahrzeuge (Nutzfahrzeuge) vorgeschrieben.

Applicability	OSI 7 layers	Emissions-related OBD communication requirements				Emissions-related WWH-OBD communication requirements			
Seven layer according to ISO/IEC 7498-1 and ISO/IEC 10731	Application (layer 7)	ISO 15031-5/SAE J1979				ISO 27145-3			
	Presentation (layer 6)	ISO 15031-2, ISO 15031-5, ISO 15031-6				ISO 27145-2			
		SAE J1930-DA, SAE J1979-DA, SAE J2012-DA				SAE J1930-DA, SAE J1979-DA, SAE J2012-DA			
	Session (layer 5)	Not Applicable		ISO 14229-2					
	Transport (layer 4)	ISO 15031-5		ISO 14230-4	ISO 15765-2	ISO 15765-2		ISO 13400-2	
	Network (layer 3)	ISO 15031-5		ISO 14230-4	ISO 15765-2	ISO 15765-2		ISO 13400-2	
	Data link (layer 2)	SAE J1850	ISO 9141-2	ISO 14230-2	ISO 11898-1, -2	ISO 15765-4	ISO 11898-1, -2	ISO 15765-4	ISO 13400-3
Physical (layer 1)	ISO 14230-1								

Bild 2-4: OSI 7 Schichten Model aus SAE J1979

Nach der obersten Schicht (Layer 7), welche für Anwendungen, bzw. den Anwender gedacht ist, wird ein OBD-System in 9 bzw. 10 Diagnose-Services oder auch Modi unterteilt:

- Service \$01 - Request Current Powertrain Diagnostic Data. Zugriff auf aktuelle emissionsbezogene Datenwerte und Systemstatusinformationen. Parameter Identifikationen (PID) Spezifikationen, Skalierungsinformationen und Anzeigeformate sind in Anhang B in SAE J1979 DA definiert.
- Service \$02 - Request Powertrain Freeze Frame Data.- Zugriff auf emissionsbezogene Datenwerte als „Standbild“ (Freeze Frame) zum Zeitpunkt des Erkennens einer Fehlfunktion.
- Service \$03 - Request Emission-Related Diagnostic Trouble Codes.- Zugriff auf bestätigte emissionsrelevante Fehlercodes (DTC)
- Service \$04 - Clear/Reset Emission-Related Diagnostic Information.- Löschen aller emissionsbezogener Diagnosefunktionen, wie z. B. Service \$03 (Fehlercodes), Service \$02 (Freeze Frame Data),
- Service \$05 - Request Oxygen Sensor Monitoring Test Results. Nicht unterstützt für ISO 15765-4 (CAN-Kommunikationsprotokoll)
- Service \$06 - Request On-Board Monitoring Test Results for Specific Monitored Systems Zugriff auf die Ergebnisse für On-Board-Diagnoseüberwachungstests bestimmter Komponenten/Systeme, die kontinuierlich überwacht werden (z. B. Fehlzündungsüberwachung bei Benzinfahrzeugen) und nicht kontinuierlich überwacht werden (z. B. Katalysatorsystem).
- Service \$07 - Request Emission-Related Diagnostic Trouble Codes Detected During Current or Last Completed Driving Cycle, Zugriff externer Testgeräte auf „ausstehende“ (pending) Diagnosefehlercodes, die während des aktuellen oder letzten abgeschlossenen Fahrzyklus für emissionsrelevante Komponenten/Systeme erkannt wurden. Service \$07 ist unabhängig von Service \$03. Die beabsichtigte Verwendung dieser Daten besteht darin, den Servicetechniker nach einer Fahrzeugreparatur und nach dem Löschen von Diagnoseinformationen zu unterstützen, indem Testergebnisse nach einem einzelnen Fahrzyklus gemeldet werden.
- Service \$08 - Request Control of On-Board System, Test or Component. Ermöglichen von externer Testausrüstung, den Betrieb eines On-Bordsystems, Tests oder einer Komponente zu steuern. Die Datenbytes werden bei Bedarf für jede Test-ID in Anhang F in SAE J1979 DA angegeben.
- Service \$09 - Request Vehicle Information. Zugriff externer Testgeräte zu fahrzeugspezifischen Fahrzeuginformationen wie Fahrzeugidentifikationsnummer (VIN) und Kalibrierungs-IDs. Die Infotypes für diesen Service sind in Anhang G in SAE J1979 DA definiert.
- Service \$0A - Request Emission-Related Diagnostic Trouble Codes with Permanent Status

In SAE J1979-DA, Annex B sind sämtliche Parameter IDs (PIDs) für Service \$01 (siehe vor) beschrieben. Die Liste ist strukturiert nach

- hexadezimale Adressen – in Abhängigkeit vom Kommunikationsprotokoll
- einer kurzen Beschreibung
- Datenbytes und Datenbits innerhalb der jeweiligen Adresse
- dem jeweiligen Minimal- und Maximal-Wert
- die Skalierung zwischen diesem Min.- und Max.-Wert, bzw. was bedeutet „0“ und „1“ (bit)
- weitere Kommentare/Beschreibungen
- Reset-bar über Fehlerspeicher Löschen (Service \$04)
- ab welchem Stand der SAE-Norm verfügbar
- ab welchem Stand der Euro-Stufe verfügbar (Euro 5, Euro 6)

Im Folgenden sind beispielhaft die PIDs für mögliche NOx-Sensoren dargestellt:

SAE J1979/ ISO 15031-5 PID	ISO 27145-2 PID	Description	Data Byte	Min. Value	Max. Value	Scaling/bit	Comment
0x83	0xF483	NOx Sensor Concentration Bank 1 Sensor 1	B,C	0 ppm	65535 ppm	1 part per million/bit	NOX11 shall display NOx concentration for Bank 1 Sensor 1.
0x83	0xF483	NOx Sensor Concentration Bank 1 Sensor 2	D,E	0 ppm	65535 ppm	1 part per million/bit	NOX12 shall display NOx concentration for Bank 1 Sensor 2.
0x83	0xF483	NOx Sensor Concentration Bank 2 Sensor 1	F,G	0 ppm	65535 ppm	1 part per million/bit	NOX21 shall display NOx concentration for Bank 2 Sensor 1.
0x83	0xF483	NOx Sensor Concentration Bank 2 Sensor 2	H,I	0 ppm	65535 ppm	1 part per million/bit	NOX22 shall display NOx concentration for Bank 2 Sensor 2.

Tab. 2-2: Auszug aus SAE J1979 DA – Annex B (Parameter IDs)

Diese Liste ist eine Maximal-Liste. Derzeit (Stand 2021) sind mehr als 1.500 Einträge (PIDs) in der Liste vorhanden. Sie soll alle denkbaren Systeme und Sensoren sowie Varianten davon abdecken. Eine sehr hohe Anzahl der verfügbaren PID betrifft jedoch Stati, wie z. B. Readynesscodes, Fuel-Trim-Werte, oder allgemeine Zustände der Systeme. Natürlich ist die Liste allgemeingültig und enthält sowohl Parameter für Ottomotoren als auch für Dieselmotoren.

In der Praxis zeigt sich, dass nur ein Bruchteil der theoretisch denkbaren Parameter entsprechend der Liste tatsächlich an den Fahrzeugen zur Verfügung stehen. Natürlich müssen die jeweiligen PID nur dann bedatet sein, wenn die jeweiligen Systeme auch tatsächlich verbaut sind. Am Beispiel der o. g. NOx-Sensoren stehen diese erst dann über die Kommunikationsschnittstelle zur Verfügung, wenn bestimmte Bedingungen hinsichtlich Abgastemperaturen und anderer Parameter gegeben sind.

## 2.9 Nutzer sowie Zwecke der Nutzung von Sensorsignalen

Die EU standardisiert durch Regulierungen die Struktur, die Inhalte und die Formate der OBD sowie den physischen und logischen Zugang zu dieser. Der primäre Zweck hierfür ist, dass dem Bediener/Fahrer ggf. Fehlfunktionen angezeigt werden, die spätere Reparatur erleichtert wird und diese auch nicht-herstellereigenen Werkstätten ermöglicht wird. Mittlerweile wird die OBD, bzw. die Parameter und Sensorsignale daraus neben Kfz-Werkstätten von verschiedenen weiteren Anwendern genutzt.

Die folgende Tabelle stellt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, soll jedoch einen Überblick über die möglichen Nutzer und deren Zwecke geben.

Zweck	Nutzer	Standardisierte OBD	Proprietäre OBD / Herstellerdiagnose
Hauptuntersuchung nach EU Rill 2014/45 / StVZO	Prüforganisationen	X	X
Regelmäßige Abgasuntersuchung (AU) nach StVZO	Fahrzeugüberwacher, Technische Prüfstellen (TP), berechnete Kfz-Werkstätten	X	
Reparatur	Kfz-Werkstätten	X	X
Unfallauswertungen	Polizei, bzw. beauftragte Kfz-Sachverständige	X	X
Fahrzeugbewertungen (Zustand, Preis)	Begutachter	X	(X)
Abstimmung von Leistungsoptimierungen / Applikationen des Herstellers	Umrüster / Hersteller	X	X
Interesse	Fahrer / Halter des Fahrzeugs (privat)	X	
Auslesung OBFCM	(noch nicht festgelegt)	X	

Tab. 2-3: Nutzer OBD-Daten

## 2.10 Zusammenfassung der Vorschriften und Normen zu OBD

Durch zahlreiche Anpassungen und Ergänzungen in den vergangenen Jahren, haben die Verordnungen und Regularien - sowohl auf EU-Ebene als auch auf UNECE-Ebene – ein äußerst hohes Maß an Komplexität gewonnen und erscheinen wenig strukturiert.

Im Grunde gilt dies auch für die technischen Normen, bei denen es zwischen ISO- und SAE-Normen teilweise Doppelungen gibt. In manchen Fällen ist es nur schwer nachzuvollziehen, welche Norm oder Normteile aktuell relevant ist. Erschwert wird dies sicher dadurch, dass ältere Normen erhalten bleiben müssen, da die Fahrzeuge, für welche diese älteren Normen einschlägig sind noch am Markt vorhanden sind, bzw. zugelassen sind.

Insgesamt sind dadurch die Regularien und technischen Normen nicht nur schwer durchschaubar, sondern lassen auch viel Spielraum für Interpretationen und unterschiedliche Auslegungen.

Eine deutliche „Reform“ der Vorschriften mit entsprechenden Verschrankungen und Vereinfachungen kann hier Abhilfe schaffen.

Bezüglich der verfügbaren OBD-Daten ist bereits heute sehr viel definiert und steht damit theoretisch auch zur Verfügung. In der Praxis ist die Liste jedoch meist deutlich kleiner und an vielen Stellen fehlen trotz allem noch wichtige Parameter, wie z.B. eine klare Aussage zur Harnstoff-Einspritzung bei SCR-Systemen.

Einige Sensordaten, wie z.B. NOx-Sensoren, stehen erst nach Einhaltung bestimmter Mindest-Bedingungen (Temperatur, Zeit) zur Verfügung. Dieser Zustand erschwert die Nutzung dieser Daten. Gerade für die Zwecke der PTI sollten die relevanten Daten verlässlich vorhanden sein. Es muss daher klar und eindeutig definiert sein, welche Daten und Parameter mindestens zur Verfügung stehen müssen. Weiterhin sollten diese Daten unter allen Bedingungen zur Verfügung stehen und angezeigt werden.

### **3 Beschreibung der On Board-Diagnose und Durchführungskonzept der Messungen mit den ausgewählten Diagnosegeräten**

#### **3.1 On Board-Diagnose (OBD)**

##### **3.1.1 Entwicklung der On Board-Diagnose**

Die seit Einführung der Emissionsvorgaben (Euro 1 bis Euro 6) für Kraftfahrzeuge erforderlichen Maßnahmen zur Reduzierung des Schadstoffausstoßes waren nur umsetzbar mit einem massiven Einsatz von chemischen Umwandlungsprozessen, die durch elektronische Sensoren und Steuerungen überwacht und kontrolliert werden. Dadurch stieg die Komplexität der Fahrzeuge rasant an und erforderte auch neue Ansätze in der Diagnose, Reparatur und Wartung von Kraftfahrzeugen. Eigendiagnose ist hier das Stichwort und Stand der Technik, die Ende der 80er Jahre aus den USA kommend (CARB) auch in Europa eingeführt wurde (OBD Benziner, OBD Diesel, WWH-OBD). Dabei werden Komponenten und Systeme durch die in den Steuergeräten eingebauten Mikrocomputer permanent überwacht und bei nicht plausiblen Signalzuständen, Signalunterbrechungen oder Kurzschlüssen in einem internen Speicher als Fehlercodes abgelegt, die über eine Signallampe im Armaturenbrett dem Fahrer einen Fehlerzustand anzeigen. In der Werkstatt kann dieser Fehlercode mit entsprechenden Geräten (Anfänge Blinkcode, später dann über eine bidirektionale Daten-Schnittstelle) ausgelesen und mit der Kenntnis der Bedeutung (Interpretation) des Fehlercodes dieser im Klartext dargestellt werden. Anfänglich benutzte jeder Fahrzeughersteller seine eigenen Fehlercodetabellen, die auch noch von Modell zu Modell unterschiedlich waren (abhängig von der OBD-Strategie des Zulieferers). Mittlerweile wurden zunehmend sowohl die Kommunikationsprotokolle zum Fahrzeug, als auch die Fehlercodes standardisiert. Dies gilt insbesondere für die Informationen, die über die standardisierte OBD-Diagnose im Bereich Abgas ausgelesen werden können.

Die Standardisierung im Bereich der Diagnose führte sehr früh dazu (1984), dass man das aus der Netzwerktechnik bekannte und etablierte OSI-Schichtenmodell mit 7 Layern auch auf die Diagnosetechnik übertrug. Zweck des OSI-Modells ist es, die Kommunikation über unterschiedliche technische Systeme hinweg zu beschreiben und die Weiterentwicklung zu begünstigen. Dazu definiert dieses Modell sieben aufeinanderfolgende Schichten (engl. layers) mit jeweils eng begrenzten Aufgaben (siehe auch Abbildung 2-4). In der gleichen Schicht definierte Netzwerkprotokolle sind aufgrund der klaren Schnittstellen einfach untereinander austauschbar. Auf diesem Schichtenmodell aufbauend entstanden im Laufe der Jahre viele neue Standards, diese sind auch die Basis für die weltweiten Diagnosestandards (SAE, ISO).

Da, wie schon erwähnt, der Ursprung der Diagnose in den USA lag, haben viele Standardisierungen noch ihren Ursprung in der Organisation SAE (Society of Automotive Engineers). Diese Standards werden dann meist eins zu eins in ISO-Standards überführt.

Abbildung 2-4 zeigt anhand des für die Diagnose wichtigen Standards SAE J 1979 das ISO Schichtenmodell mit den unterschiedlichen Layern (Layer 7 Application = Anwendung z. B. Fehlercode lesen, Messwerte, etc; Layer 1 unterschiedliche physikalische Kommunikation zum Fahrzeug z. B. CAN, K/L-Line, etc.).

Die Standardisierung schreitet durch die zunehmende Komplexität der Fahrzeuge nicht nur im Bereich Abgas weiter voran. Die Verwendung der Diagnosedaten bereits in der Entwicklung und Produktion (Flashen der SW am Bandende, Kunden spezifische Codierungen von bestellten Funktionen, Variantencodierung, Softwareänderungen noch während der Produktion) erfordern auch hier neue Lösungen, die zu weiteren Standardisierungen wie ODX (Open Diagnostic Data eXchange – ISO 22901) und OTX (Open Test sequence eXchange – ISO 13209) geführt haben.

Auch die Kommunikation mit dem Fahrzeug über die nach SAE J1962 genormte OBD-Diagnoseschnittstelle hat sich im Laufe der Jahre rasant weiterentwickelt und wurde dem steigenden Datenvolumen angepasst (langsame Datenübertragung KWP 1281 bis hin zu CAN ISO 15765 oder DoIP ISO 13400).

- KWP1281 (Key-Word-Protokoll 1281 - Baudraten bis 10.400 Baud, wurde bei VW bei der Einführung der seriellen Diagnose verwendet)
- ISO 9141-2 (bidirektionale Datenübertragung über die sog. K-Line, Reizung über L-Line, 10.400 Baud)
- ISO 14230-4 (Keyword-Protokoll 2000) 5-Baud Reizung
- ISO 14230-4 (Keyword-Protokoll 2000) Fast Reizung
- ISO 15765-4 (CAN-Protokoll) (Baudraten: 250 kBit/s und 500 kBit/s)
- ISO 27145 (WWH-OBd – World Wide Harmonised – OBd, das im NKW-Bereich genutzt wird)
- SAE J1979-2 (E/E Diagnostic Test Modes: OBDonUDS)
- SAE J1939 (Protokoll das überwiegend im NKW-Bereich und dort Nordamerika benutzt wurde/wird)
- ISO 11519-4 (SAE J1850) PWM (Protokolle, die in USA genutzt werden)
- ISO 11519-4 (SAE J1850) VPW (Protokolle, die in USA genutzt werden)
- ISO 13400 (DoIP – Diagnostic over IP, sehr schnelles Datenprotokoll für hohe Datenvolumen)

### 3.1.2 Diagnosefunktionen

Durch die zunehmende Komplexität der Fahrzeuge wurden neben dem klassischen Fehlercode weitere hilfreiche Diagnosefunktionen in das Fahrzeug implementiert. Moderne Fahrzeuge und damit auch Diagnosetools decken nicht nur klassische Funktionen, wie Fehlercode lesen und Fehlercode löschen ab, sondern liefern darüber hinaus vielfältige Funktionen zur Diagnose, Reparatur und zunehmend auch für Wartungstätigkeiten. Diese Diagnosefunktionen müssen natürlich durch den Fahrzeughersteller im jeweiligen Steuergerät implementiert worden sein, damit diese über das Diagnosetool von außen aktiviert bzw. aufgerufen werden können. Der Umfang dieser Diagnosefunktionen variiert natürlich von Fahrzeugmodell zu Fahrzeugmodell und auch von Fahrzeughersteller zu Fahrzeughersteller.

Diagnosefunktionen der Diagnosetools:

- Fehlercode lesen/löschen inkl. Freeze Frame (Abspeichern der Bedingungen unter denen der Fehler aufgetreten ist)
- Messwerte lesen mit Sollwerten (lesen von Werten von Sensoren oder Statusmeldungen von Aktuatoren)
- Stellglieddiagnose (Ansteuern von Aktuatoren)
- Service-Rückstellung bzw. Kilometer abhängiger Service
- Spezialfunktionen z. B. Bremse entlüften, Kalibriervorgänge
- Anlernen von Komponenten und Bauteilen beim Tausch wie z. B. Batterie, Injektoren, Scheinwerfer
- Codierungen z. B. Anhängerkupplung, Ländervarianten, SW-Funktionen
- Flashen von Steuergeräten (Laden von SW-Updates)

Beispiel für einen EOBD Fehlercode:

- P0035 Ladedruck-Regelventil – Signal zu hoch

Beispiel für einen EOBD Hersteller-Fehlercode:

- P1117 Stromkreis des Motorkühlmitteltemperatursensors intermittierend

Beispiel für einen Hersteller-Fehlercode bei der Herstellerdiagnose (z. B. XENTRY):

- Fehlercode 252 Kraftstoffvorratssensor – Stromkreis fehlerhaft

Beispiel für einen Messwert EOBD:

- 01/83 NOx Sensor

- NOx Sensor Konzentration B1 S1 0x7E8 NOx 11 139 ppm
- NOx Sensor Konzentration B1 S2 0x7E8 NOx 12 65.535 ppm

Dabei bedeutet:

- 01/83: Mode 1 PID 83
- B1: Bank 1
- S1: Sensor 1
- 0x7E8 ist die Adresse des Steuergerätes
- NOx 11 ist die Bezeichnung des Sensors im SAE J1979 Standard
- 139 ppm/65535 ppm sind die eigentlichen Messwerte mit physikalischer Einheit.

Der Wert 65535 bedeutet, dass der Sensor zwar unterstützt wird, aber noch nicht aktiv ist, als Wert wird dann der höchste digital vorkommende Wert eingesetzt oder Null.

### 3.1.3 Definition OBD

Der Begriff On Board-Diagnose wird in der Regel benutzt, wenn man von Diagnose spricht, obwohl es verschiedene Sichtweisen auf die Diagnose gibt. Bevor auf die einzelnen Diagnoseformen und deren Merkmale tiefer eingegangen wird, sollen in einem Überblick die unterschiedlichen Diagnoseformen aufgelistet und die wesentlichen Unterschiede dargestellt werden:

#### a) Herstellerdiagnose / OEM-Diagnose

Herstellerdiagnose (OEM-Diagnose) im Sinne dieses Projektes ist die Diagnose, welche die Vertragswerkstatt für die Diagnose, Reparatur und Wartung nutzt und einsetzt. Alle anderen Funktionen, die in diesen Testern implementiert sein können, wie z. B. Funktionen für Testfahrten, Funktionen, die von Entwicklern in der Produktion oder von Gutachtern bei verunfallten Fahrzeugen zur Rekonstruktion von Unfallursachen genutzt werden, können ebenfalls abhängig vom Fahrzeughersteller auf dem Tester integriert und teilweise auch zugänglich sein. Diese Funktionen sind in der Regel jedoch nicht immer öffentlich zugänglich, sondern nur mit einem speziellen Code für bestimmte Zielgruppen für ganz bestimmte Zwecke.

#### b) Mehrmarkendiagnose

Die Mehrmarkendiagnose versucht, die Herstellerdiagnose gesamtheitlich oder in Teilen davon, aber über alle Hersteller in einem einzigen Gerät (Software), abzubilden. Aufgrund der Komplexität kommt es jedoch auch vor, dass die Mehrmarkendiagnose nicht zwangsweise die komplette Funktionalität aller Hersteller abdeckt. Bei der Umsetzung der Mehrmarkendiagnose konzentriert man sich meist auf die für die Zielgruppe am häufigsten genutzten oder notwendigen Diagnosefunktionen. Weniger wichtige Funktionen implementiert man meist zeitlich später oder auch überhaupt nicht, da die Nutzung sehr eingeschränkt ist.

#### c) Diagnose via Pass Thru

Aufgrund gesetzlicher Vorgaben zur Nutzung von RMI (Repair and Maintenance Information) und Diagnosedaten für berechnete Dritte werden über die einschlägigen Herstellerportale neben der RMI Information von Fahrzeugherstellern oft auch Funktionen für die Diagnose angeboten. Dies ist insbesondere für den Abschluss einer Reparatur beim Tausch einer Komponente eine unabdingbare Voraussetzung, da man häufig vom Herstellerportal Informationen abholen muss und in das Steuergerät schreiben muss, um den Prozessschritt Komponententausch abzuschließen. Gesetzlich geregelt ist der Ablauf der Diagnose via Pass Thru prinzipiell nicht. Gesetzlich geregelt ist lediglich die Pass Thru Technologie für den Download von SW-Updates in Steuergeräte. Dieser Vorgang wird auch „Flashen“ genannt.

#### d) EOBD-Diagnose

Unter EOBD-Diagnose versteht man den in den einschlägigen Gesetzen festgelegten Teil der Diagnose (z. B. OBD in der Type Approval Legislation, OBD in der Type Approval Legislation, OBFCM Legislation,...), der sich ausschließlich auf den in der

Gesetzgebung festgelegten Teil bezieht (z. B. emissionsrelevante Teile, verbrauchsrelevante Teile). Andere Funktionen, die nicht vom Gesetzgeber festgelegt sind, fallen nicht unter diese Diagnosefunktion. Die Standardisierung ist hier weit fortgeschritten und die Grundlage dafür, dass alle Diagnosegeräte in der Lage sind diese Informationen einheitlich auszulesen und darzustellen. Meist werden diese Funktionen im Rahmen der PTI genutzt (Abgas, Sicherheit, Verbrauch). Die EOBD Diagnose ist bedingt durch die Standardisierung ein klassisches Feld sogenannter „Hand Held Tester“, also kleiner Diagnosetools mit einfachem Display, einfacher Bedienung und ohne eine PC-Struktur im Hintergrund.

#### **3.1.4 Herstellerdiagnose**

Für die Diagnose, Reparatur und Wartung seiner Fahrzeuge im Feld liefert der Fahrzeughersteller insbesondere für seine Vertragswerkstätten entsprechende Diagnosetools, die nur auf seine Modellpalette abgestimmt sind und auch Funktionen liefern, die neben der klassischen Diagnose auch Spezialcodierungen, Flashen von Steuergeräten und Anlernen von Komponenten oder Bauteilen enthalten. Dabei wird nicht nur die Motorsteuerung abgedeckt, sondern alle Steuergeräte, die im Fahrzeug verbaut sind. Der Hersteller hat hierzu alle Daten vorliegen und kann diese mühelos in das Tool integrieren und bei Änderungen, neuen Erkenntnissen oder Feedback vom Markt entsprechende Erweiterungen von Funktionen sowie Updates liefern, um somit im Feld befindliche Probleme zu lösen oder erforderliche Servicetätigkeiten durchführen zu können.

Fasst man dies zusammen, dann stellt man fest, dass Diagnose ein dreidimensionales Gebilde mit den Achsen „Anzahl Fahrzeugmodelle“, „Diagnosefunktionen“ und „im jeweiligen Fahrzeugmodell verbauten Steuergeräte“ ist.

An dem Beispiel in der Abbildung 3-1 werden die Diagnosefunktionen den Steuergerätetypen gegenübergestellt. Die Zahlen an den Kreuzungspunkten stellen die Anzahl der Funktionen dar. Die Zahl 550 bedeutet dabei, dass 550 verschiedene Fehlercodes bei der Motorsteuerung vorhanden sind. Berücksichtigt man, dass die Anzahl der Steuergeräte von Fahrzeugmodell zu Fahrzeugmodell sehr unterschiedlich sein kann und bereits in der Mittelklasse bis zu 25 Steuergeräte implementiert sein können, so kann man bereits an einem Modell die Komplexität der Diagnose erkennen. Die unterschiedlichen Motortypen wie Benzin, Diesel, sowie die unterschiedlichen Hubräume tragen weiter zur Komplexität bereits bei einem Fahrzeugmodell bei.

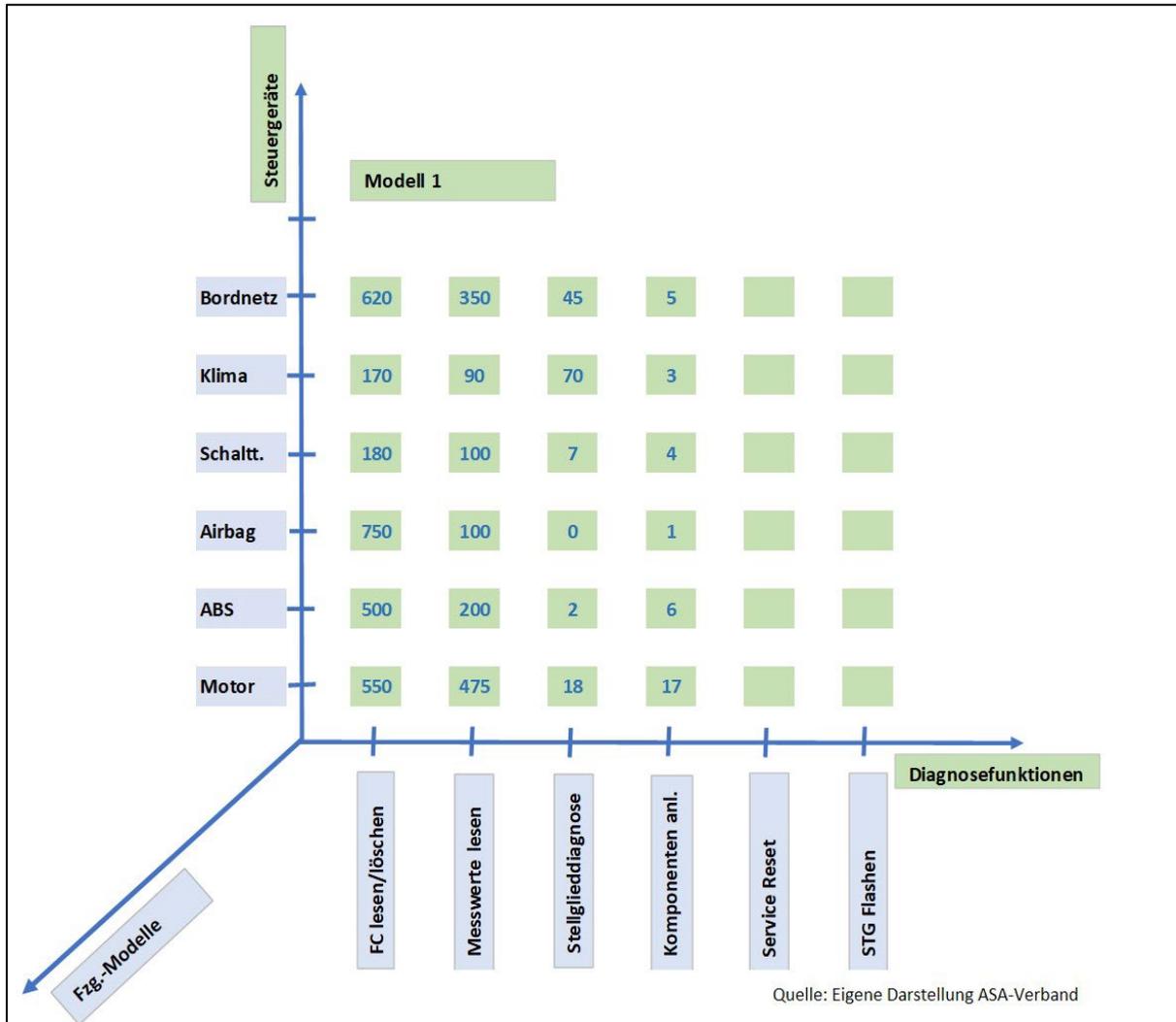


Bild 3-1: Darstellung der Diagnosefunktionen als 3-D Modell für Fahrzeughersteller mit mehreren Fahrzeugtypen

Die Komplexität dieses Verfahrens wird in Abbildung 3-1 deutlich, wenn man mehrere Fahrzeugmodelle eines Fahrzeugherstellers betrachtet. In der Regel beträgt die Modellvielfalt 10 und mehr Modelle. Berücksichtigt man noch, dass sich die Diagnose nicht nur mit den aktuellen Modellen auseinandersetzen muss, sondern mit allen Modellen im Zeitraum der letzten 10 Jahre, so kann man sehr deutlich bereits bezogen auf nur einen Fahrzeughersteller die Komplexität erkennen. Bei der Mehrmarkendiagnose kommt nochmals die Anzahl der Fahrzeughersteller mit mindestens ebenfalls 35 Herstellern hinzu, so dass sich 35 solcher 3-D Darstellungen nebeneinander aufreihen würden

Zunehmend integrieren die Fahrzeughersteller die Diagnosefunktionen in die sog. „Geführte Fehlersuche“, auch GFS genannt. Diese liefert dann neben der Diagnose auch technische Information bzw. eine schrittweise Hinführung vom Symptom zum Fehler mit Hilfe der Diagnose und anderen Messmitteln wie Multimeter oder Scope.

Wichtig ist hier auch noch zu erwähnen, dass sowohl die Bezeichnung von Bauteilen, die Bezeichnung der Steuergeräte, sowie die Funktionen innerhalb der Steuergeräte von Fahrzeughersteller zu Fahrzeughersteller extrem unterschiedlich sein können. Dies gilt insbesondere auch oder gerade für die Bedienung, jeder Fahrzeughersteller hat hier sein eigenes User Interface (UI).

### 3.1.5 Mehrmarkendiagnose

Wie der Name schon erkennen lässt, deckt die Mehrmarkendiagnose nicht nur einen einzigen Fahrzeughersteller ab wie das Herstellertool, sondern bietet im Idealfall Diagnose für alle am Markt etablierten Fahrzeughersteller, für alle Modelle, mit allen Diagnosefunktionen und für alle Steuergeräte. Die bereits beim Fahrzeughersteller dreidimensionale Matrix wird bei der Mehrmarkendiagnose um eine weitere Dimension „Anzahl der Fahrzeughersteller“ erweitert und somit vierdimensional. Aus dieser hohen Komplexität heraus kann man unschwer erkennen, dass ein Mehrmarkentool oft nicht die Summe des Funktionsumfanges aller Herstellerdiagnosetools abdecken kann. Man analysiert in der Regel ganz genau den Markt, auf dem man sich bewegt und konzentriert sich auf Volumenmodelle und auch auf die Diagnosefunktionen und Funktionen, die für die betrachtete Zielgruppe wichtig und notwendig sind, um möglichst vollständig die täglichen Arbeiten ausführen zu können. Dies gilt in gleicher Weise auch für die verbauten Steuergeräte, auch hier wird man sich auf die wichtigsten Steuergeräte beschränken (z. B. Motor, ABS, Airbag, Klima, Komfortsteuergeräte etc.). Manche Mehrmarkentools haben auch Schwerpunkte bei unterschiedlichen Marken, sodass heute eine Freie Werkstatt in der Regel mehr als nur ein Mehrmarkentool besitzt, um möglichst gute Fahrzeug-Abdeckung zu bekommen. Mehrmarkentoolhersteller haben über die Marken gesehen in der Regel eine einheitliche Bedienphilosophie und auch Nomenklatur der Komponenten, so dass der Bediener sich nicht ständig an andere UI's und Begriffe gewöhnen muss.

Wenn ein Toolhersteller sich ernsthaft mit Mehrmarkendiagnose auseinandersetzt, dann ist dieser ständig mit den Neuerungen und neuen Modellpaletten der Fahrzeughersteller konfrontiert. Diese Informationen erhält er nicht freiwillig vom Fahrzeughersteller, sondern muss intensiv recherchieren und diese neuen Modelle und Funktionen implementieren oder vom Fahrzeughersteller Diagnosedaten kaufen (siehe dazu auch Kapitel 3.1.6).

### 3.1.6 Pass Thru Technologie und ihre Anwendungen

#### a) Laden der Software

Soll eine neue Software in ein Steuergerät geladen werden, dann benutzt man dafür ganz bestimmte Technologien, um verschlüsselt, technisch zuverlässig und sicher Daten von einem Ort (z. B. Fahrzeughersteller-Portal) abzuholen und über das Diagnosetool in das jeweilige Steuergerät zu laden. Umgangssprachlich wird dieser Vorgang auch „Flashen“ genannt. Geschieht dies über das Herstellertool, dann werden von jedem Fahrzeughersteller eigene (proprietäre) Mechanismen bereitgestellt, um diese sichere und zuverlässige Übertragung zu gewährleisten. Auch die Integrität der Person, die diesen Vorgang ausführt, ist durch die an Marken gebundene Werkstatt durch Authentifizierungen sichergestellt. In der Freien Werkstatt war diese Technologie in der Vergangenheit mit einem Mehrmarkentool durchzuführen nicht möglich, da es hierfür keine standardisierte Vorgehensweise und keine gesetzliche Basis gab. Mit Einführung der Euro 5-Richtlinie EU 715/2007 wurden auch hier für Mehrmarkentools Wege definiert, wie man standardisiert vom Fahrzeughersteller Daten abholen kann, im Diagnose-Tool temporär zwischenspeichert und dann paketweise in das Steuergerät lädt. Die üblichen Standards hierzu sind:

- SAE J2534
- ISO 22900
- TMC RP1210B (NKW)

Zu beachten ist, dass es beim Vorgang des Flashens aufgrund der Komplexität und der technischen Herausforderung, zu keiner Unterbrechung oder Abbruch des Ladevorgangs kommen darf. Die Fahrzeugbatterie muss ständig gestützt werden. Kommt es zu einem Abbruch, muss das Fahrzeug in der Regel abgeschleppt und in eine geeignete Fachwerkstatt gebracht werden.

#### b) Durchführung der Online (Hersteller)-Diagnose

Alternativ kann der Software Download über die einschlägigen Pass Thru Standards, auch über die (Hersteller)-Diagnose online veranlasst werden. Diesen zusätzlichen Service bieten mittlerweile fast alle Fahrzeughersteller an. Die Nachteile dieser Diagnose sind:

- Ständige Online-Verbindung erforderlich mit allen Facetten wie Ausfall der Verbindung, Latenzzeiten

- Jeder Fahrzeughersteller hat hier seinen eigenen Zugang – Querempfindlichkeiten bei Installation mehrerer unterschiedlicher Fahrzeugherstellerapplikationen, PC Einstellungen sind herstellerabhängig
- Jeder Zugriff kostet Geld – relativ teure Technologie
- Reaktionszeiten Diagnose sehr langsam – dies macht sich z. B. bei den Messwerten bemerkbar

### c) Anlernen von Bauteilen

Bei der Reparatur bzw. nach Tausch eines Bauteiles muss dieses meist angelernt werden. Dies bedeutet, dass das Bauteil dem zuständigen Steuergerät „mitgeteilt“ oder angelernt werden muss. Dazu sind mit dem Hersteller-Portal Informationen auszutauschen, die dann mittels dem Pass Thru Mechanismus in das Steuergerät übertragen werden.

### 3.1.7 Diagnosedaten von Mehrmarkentoolherstellern

Mit Einführung der Euro 5 Verordnung (EU) 715/2007 wurde vom Verordnungsgeber erstmals festgelegt, dass Fahrzeughersteller berechtigten Dritten, wie z. B. Toolherstellern oder Lieferanten von technischen Informationen, zu nichtdiskriminierenden Kosten Diagnosedaten liefern müssen. Davor war es praktisch unmöglich offiziell Diagnosedaten zu erwerben. Die Mehrmarkenhersteller entwickelten diese Daten in einem sog. Reverse Engineering Prozess selbst. Dies ist übrigens auch heute noch Stand der Technik, wobei zunehmend Daten gekauft werden. Andere Märkte, wie USA waren hier schon immer offener, bzw. verpflichteten die Fahrzeughersteller durch Gesetze, Daten an unabhängige Dritte zu liefern. Die Organisation ETI bekommt diese Daten von den Fahrzeugherstellern und stellt diese seinen Mitgliedern zur Verfügung. Restriktionen beim Datenkauf gibt es teilweise in der Nutzung außerhalb der EU, da die entsprechenden Richtlinien nur für Europa gelten, Mehrmarkentools aber auch außerhalb der EU verkauft werden, sodass der Kauf der Daten damit unattraktiv gemacht wird.

Mit dem Kauf der Daten könnte man hinlänglich meinen ist alles geregelt und Mehrmarkentools weisen alle Funktionen der Herstellerdiagnose auf. Leider ist es keineswegs so, dass man die Daten in einem Format bekommt, um diese automatisiert einzulesen. Man muss sich teilweise sehr aufwändig aus den Daten die notwendigen Informationen zusammensammeln und nach dem Implementierungsprozess an Fahrzeugen verifizieren. Der zeitliche und monetäre Einsparaufwand gegenüber Reverse Engineering liegt bei ca. 30 bis 50 %. Die Datenlieferungen reichen von PDF-Dokumenten, EXCEL-Dateien, Steuergerätebeschreibungs-Dateien (SGB) oder ODX-Dateien und somit auch nicht elektronisch weiter zu verarbeitenden Formaten.

Die Datenstände decken sich auch nicht immer mit den Datenständen, die auf dem Werkstatttester zu finden sind, Zulieferer von Komponenten verfügen meist noch über einen tiefer gehenden Datensatz. Ganz grundsätzlich kann man konstatieren, dass für den Werkstattgebrauch, egal ob beim Fahrzeughersteller oder beim Mehrmarkendiagnoseanbieter nur ein Auszug der Daten zur Verfügung gestellt wird. Sowohl für die Entwicklung, als auch für die Produktion eines Fahrzeuges werden noch andere bzw. weitergehende Daten genutzt, die auch nur bestimmten Personenkreisen (z. B. Rekonstruktion eines Unfalls) zur Verfügung stehen bzw. auslesbar sind. Auch länderspezifische Informationen, die ggf. Auswirkungen auf Garantieleistungen haben, fehlen mitunter (z. B. kürzere Wartungsintervalle in Ländern mit besonders niedrigen Temperaturen wie Finnland etc.)

### 3.1.8 Die Unterschiede zwischen den Hersteller- und Mehrmarkendiagnosetools

Wie im Abschnitt 3.1.4 Mehrmarkendiagnose schon ausgeführt, wird ein Mehrmarkentool aufgrund der Komplexität Hersteller versus Modellpalette versus Diagnosefunktionen versus Anzahl der Steuergeräte mit hoher Wahrscheinlichkeit Einschränkungen gegenüber dem Herstellertool haben. Die Gründe hierfür wurden unter dem Kapitel Mehrmarkendiagnose ausführlich beschrieben. Ein großer Vorteil von Mehrmarkentools ist die über alle Hersteller einheitliche Benutzerführung (User-Interface) und die sehr günstigen Betreiberkosten, insbesondere für Updates (<1.000 € jährlich). Bei Verwendung von Herstellertools muss eine Werkstatt für jeden Hersteller die dafür vorgeschriebene Hardware kaufen und hat somit im Gegensatz zu einer einzigen Mehrmarken-Hardware eine Vielzahl an unterschiedlichen Diagnose-Hard-

ware vorzuhalten. Noch gravierender sind die jährlichen Updatekosten von ca. 1.000 Euro/Jahr bei Mehrmarkentools und 2.000 bis 4.000 Euro pro Fahrzeughersteller (bei 6 Marken zwischen 10.000 und 15.000 EUR jährlich.).

### 3.1.9 Standardisierte Diagnose - EOBD

Mit der Einführung immer strengerer Abgasvorschriften getrieben durch den nordamerikanischen Markt (CARB) wurde auch der Verordnungsgeber auf den Plan gerufen, diese Abgasvorschriften im Feld zu überwachen (OBD I, OBD II). In Europa hat man dann mit Einführung und Verschärfung der Abgasvorschriften (Euro 1 bis Euro 6) diese Standardisierung übernommen (EOBD). Seitens des Verordnungsgebers wurde zunehmend festgelegt, bestimmte Daten bei einer PTI oder anderen Fahrzeuguntersuchungen, wie z. B. bei der periodischen Abgasuntersuchung (AU), auszulesen. Um dies über alle Fahrzeughersteller gleich und mit einem einzigen Tool auslesen zu können, war eine Standardisierung sowohl des einheitlichen physikalischen Zugriffs zum Fahrzeug (OBD Stecker nach SAE J1962) als auch für die Kommunikation (physikalische Kommunikation) notwendig. Auch die transportierten Inhalte wurden mit Einführung der OBD an Benzin und später Dieselfahrzeugen vereinheitlicht. Standardisierte Fehlercodes (P-Codes) findet man z. B. in der SAE J2012, Messwerte von verbauten Sensoren z. B. in der SAE J 1979. Damit ist gewährleistet, dass über alle Fahrzeughersteller hinweg auch international gleiche Werkzeuge mit gleicher Interpretation der Daten benutzt werden können, was für einen Binnenmarkt wie Europa extrem wichtig ist. Dies gilt wohlgerne nur für all jene Funktionen, die vom Verordnungsgeber national bzw. international in Richtlinien/Verordnungen festgelegt sind wie z. B. Abgas oder zukünftig ePTI. Alle anderen Funktionen im Fahrzeug werden wie bisher individuell behandelt und variieren von Fahrzeughersteller zu Fahrzeughersteller extrem stark.

Die aktuelle Version der SAE 1979 (Version 2019DA) definiert ca. 176 PID's (Parameter Identifier) mit ca. 1.100 Dateninhalten und über 4.500 Fehlercodes, die in die Klassen P0, P2, P3 (Powertrain), C0 (Chassis), B0 (Body) und U0 (Communication) eingeteilt sind. Daneben gibt es noch die sog. P1 Codes (Herstellerfehlercodes). Abgerundet wird diese Standardisierung über zahlreiche sog. Info Type ID's (ca. 450). Unter diesen sog. Info Type ID's fallen z. B. die OBD-CM Daten, die CAL-ID und CVN, sowie die VIN.

Als Beispiele für die Anwendung und Nutzung dieser Daten bei der periodischen Abgasuntersuchung seien genannt:

- Anzahl der gespeicherten Fehlercodes
- Informationen über den Status der MIL (malfunction indication lamp)
- VIN (Vehicle Identification Number)
- Kühlmitteltemperatur
- Motordrehzahl
- Readinesscodes (Codes, die anzeigen, dass das Überwachungssystem bereits aktiv ist (Warm-up, Fahrprofil, etc.))
- Informationen zu den Lambda-Sonden (Regelkreisprüfung)

## Ergebnis des OBD Prüfablaufs

Messprogramm: OB			
<b>Fahrzeugdaten</b>			
Kennzeichen:	Hersteller:		
Kilometerstand:	Fahrzeugtyp:		
Fahrzeug-Ident-Nummer:			
Zulassungsdatum:			
OB Data			
	ECU Adresse	J1979_DA	Istdaten
<b>01 / 01 MIL-Status</b>			
Unterstützt	0x7E8	SUP	1110 1110 1011
Durchgeführt	0x7E8	RDY	0000 0000 0000
<b>01 / 05 Kühlmitteltemperatur</b>			
Kühlmitteltemperatur	0x7E8	ECT	47 °C
<b>01 / 0C Motordrehzahl</b>			
Motordrehzahl	0x7E8	RPM	0 1/min
<b>01 / 0D Fahrzeuggeschwindigkeit</b>			
Fahrzeuggeschwindigkeit	0x7E8	VSS	0 km/h
<b>01 / 69 EGR</b>			
Commanded EGR A Duty Cycle/Position	0x7E8	COMMANDA	0 %
Actual EGR A Duty Cycle/Position	0x7E8	ACTUALA	2 %
EGR A Error	0x7E8	ERRORA	99 %
Commanded EGR B Duty Cycle/Position	0x7E8	COMMANDB	0 %
Actual EGR B Duty Cycle/Position	0x7E8	ACTUALB	0 %
EGR B Error	0x7E8	ERRORB	0 %
<b>01 / 78 Temperatur Auspuffgas Bank 1</b>			
Temperatur Auspuffgas B1 S1	0x7E8	EGT11	52.5 °C
Temperatur Auspuffgas B1 S2	0x7E8	EGT12	51.9 °C
Temperatur Auspuffgas B1 S3	0x7E8	EGT13	52.4 °C
Temperatur Auspuffgas B1 S4	0x7E8	EGT14	43.9 °C
<b>01 / 83 NOx Sensor</b>			
NOx Sensor Konzentration B1 S1	0x7E8	NOX11	65535 ppm
NOx Sensor Konzentration B1 S2	0x7E8	NOX12	65535 ppm
<b>01 / 85 NOx Kontrollsystem</b>			
Durchschnittlicher Verbrauch Reagent	0x7E8	REAG_RATE	0.000 l/h
Angeforderter Verbrauch Reagent	0x7E8	REAG_DEMD	0.000 l/h
Reagent Tankfüllstand M1P85_REAG_LVL	0x7E8	REAG_LVL	44.7 %
<b>01 / 88 SCR Anreizsystem</b>			
SCR Anreizsystem	0x7E8	ACTIVE	False
SCR Anreizsystem	0x7E8	SCR_INDUCE_S YSTEM	OK
SCR Anreizsystem	0x7E8	SCR_INDUCE_S YSTEM_HIST1	OK
SCR Anreizsystem	0x7E8	SCR_INDUCE_S YSTEM_HIST1	OK
SCR Anreizsystem	0x7E8	SCR_INDUCE_S YSTEM_HIST3	OK
SCR Anreizsystem	0x7E8	SCR_INDUCE_S YSTEM_HIST4	OK
SCR Anreizsystem	0x7E8	SCR_IND_DIST_ 1N	0 km
SCR Anreizsystem	0x7E8	SCR_IND_DIST_ 1D	7883 km
SCR Anreizsystem	0x7E8	SCR_IND_DIST_ 2N	0 km
SCR Anreizsystem	0x7E8	SCR_IND_DIST_ 3N	0 km
SCR Anreizsystem	0x7E8	SCR_IND_DIST_ 4N	0 km
<b>01 / 8B Nachbehandlungsstatus</b>			
Nachbehandlungsstatus	0x7E8	PF_REGEN_STA T	NO
Nachbehandlungsstatus	0x7E8	PF_REGEN_TYP E	PASSIVE

#) Handeingabe

1(2)

### 3.1.10 Herstellerspezifische Unterschiede bei der Bedatung

Der Standard SAE J1979 definiert nur Datensätze, die Fahrzeughersteller benutzen können. Eine Verpflichtung zur Bedatung besteht nur, wenn der Ordnungsgeber dies in den einschlägigen Gesetzen, wie z. B. der Type Approval Legislation ((EU) 2007/715; (EU) 2018/858) vorgibt. Dies sieht man an einem Beispiel, bei dem PID's zu NOx erfasst wurden, sehr deutlich. Wichtige Informationen zu Temperaturen im Abgasstrang oder zu den NOx-Sonden sind nicht verfügbar. Will man also einheitlich über alle Fahrzeughersteller diese Informationen nutzen, dann muss der Ordnungsgeber entsprechend eingreifen und Regelungen treffen.

PID	Typ Leistung Emission Code Erstzulassung	in summary coverage	PASSAT	C-Klasse 220dXC 60 D4	KODIAQ	TIGUAN	M5	318D	Master	Duster	Kuga	Golf	
			2.0 140KW 36DG 12.12.2019	2.0 143KW 36AG 17.01.2019	2.0 176KW 36DG 08.10.2019	2.0/110KW 36AG 10.10.2018	3.0/250 KW 36AP 01.09.2021	2.0/110KW 36BG 29.11.2018	2.3/100KW 36CI 11.03.2021	1.5/85KW 36AP 15.12.2020	2.0/140KW 36AP 15.06.2021	1.6/85KW 36AG 26.10.2018	
01	Readinesscode	11	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
05	Kühlmitteltemperatur	11	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
0C	Motordrehzahl	11	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
0D	Fahrgeschwindigkeit	11	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
2C	AGR Rate	3			x				x	x			
2D	AGR Fehler	3			x				x	x			
69	AGR Rate	9	x			x	x	x	x	x	x	x	
78/79	Abgastemperatur	9	x (4 Sensoren)		x (4 Sensoren)	x (4 Sensoren)	x(4)	x(3)	x(4)	x(4)	x(2)	x(4)	
7A/7B	Differenzdruck Partikelfilter	5					x	x	x	x	x		
7C	Partikelfilter Temperatur	2							x	x			
7D	NOx NTE control area status												
7E	PM NTE control area status												
83	NOx Sensor supported und Wert	8	x (2)			x (2)	x (2)		x(2)	x(2)	x(1)	x(1)	x(2)
85	NOx Kontroll System (Info zu Reagenz)	11	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
86	Partikelsensor	0											
88	SCR Inducement System (actual state)	11	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
8B	Diesel Aftertreatment System	10	x		x	x	x	x	x	x	x	x	
8F	Particulate Matter Sensor Output	3							x	x	x		

Quelle: Eigene

Bild 3-3: Beispiel für die Bedatung von ausgesuchten Messwerten bei unterschiedlichen Herstellern und Modellen

### 3.1.11 Uneinheitlichkeit der EOBD-Datenstände bei den Mehrmarken-Toolherstellern

Ein Toolhersteller, der Mehrmarkendiagnose in guter Abdeckung liefert, sieht die EOBD-Daten nur relevant in einem gesetzlichen Kontext. Er deckt in der Regel in seiner Mehrmarkendiagnose ohnehin mehr Funktionalitäten ab als EOBD im Stande zu liefern ist. EOBD nutzt man in der Regel nur an den Fahrzeugen, die in der eigenen Mehrmarkendiagnose nicht oder unzureichend abgedeckt sind, zumal EOBD sich nur auf die Motorsteuerung und auf abgasrelevante Komponenten beschränkt. Wie man im Bild 3-3 sieht, besteht für viele Daten seitens des Fahrzeugherstellers keine Verpflichtung zur Bedatung, man ist also der Freiwilligkeit des Fahrzeugherstellers ausgesetzt.

EOBD hat dann seine Bedeutung, wenn über die Gesetzgebung Dinge definiert oder vorgegeben sind, die dann in einem gesetzgeberischen Zusammenhang einheitlich und unabhängig davon ob ein Toolhersteller Mehrmarkendiagnose anbietet, einheitlich umgesetzt werden müssen (Beispiel AU, Beispiel OBFCM, Beispiel HU)

### 3.1.12 Die Zukunft der Diagnose unter dem Aspekt Cybersecurity – Einschränkungen des Zuganges

In den vergangenen Jahren ist die Anzahl der Steuergeräte in Fahrzeugen stark gestiegen. Komplexe Steuer- und Regelalgorithmen haben in die Fahrzeuge Einzug gehalten. Diese Algorithmen nutzen viele Datenquellen, auch aus anderen Steuergeräten und Sensoren, welche dann über geeignete Datenbus-Systeme bereitgestellt werden.

Moderne Assistenzsysteme und automatisierte Fahrfunktionen fügen den Fahrzeugen weitere Komplexität hinzu.

Auch moderne Kommunikationstechnik hat den Einzug in das Fahrzeug gefunden. Neben vorhandenen Schnittstellen, wie OBD, bieten moderne Fahrzeuge unter anderem auch Schnittstellen zu Notrufsystemen, Internet für Medienstreaming und Verbindung zu Herstellerbackends, GPS für Navigationssysteme, Bluetooth für Telefonie und Telematik Systeme zum Flottenmanagement.

Die Komplexität moderner Fahrzeugsoftware, die Vernetzung der Steuergeräte untereinander und die Schnittstellen nach Außen bieten aus Cybersecurity Sicht große Angriffsflächen, welchen die Hersteller mit Maßnahmen zur Cybersecurity im Rahmen der UN-Regelung Nr.155 und UN-Regelung Nr.156 in Zukunft verpflichtend entgegenwirken müssen. Die UN-Regelung Nr.155 definiert Anforderungen an ein CSMS (Cybersecurity Management System), welches die Cybersecurity relevanten Prozesse und Verantwortlichkeiten in einem Unternehmen sowie Schnittstellen zu dessen Lieferanten festlegt. Das CSMS definiert die Prozesse und Methoden eines Fahrzeugherstellers zur Identifikation, Bewertung, Klassifizierung, Behandlung und Management von Cybersecurity Risiken von Fahrzeugen.

Für die einzelnen Fahrzeugtypen werden risikobasiert Sicherheits- und Testkonzepte zur angemessenen Risikoabschwächung sowie zur Validierung der Wirksamkeit der Sicherheitsmaßnahmen entwickelt.

Zu den genannten Maßnahmen innerhalb des Sicherheitskonzeptes gehören unter anderem die angemessene Absicherung der externen Schnittstellen des Fahrzeugs. Hierzu gehört ebenfalls die Einschränkung des Zugangs zur Fahrzeugdiagnose über die OBD Schnittstelle durch Authentifizierungs- und Verschlüsselungsverfahren, um die unrechtmäßige Manipulation der Fahrzeugsysteme zu verhindern. Die OBD-Schnittstelle wird jedoch auch für die Durchführung periodischer Untersuchungen, wie z. B. der Haupt- oder Abgasuntersuchung verwendet. Einschränkungen des Zugangs zur Fahrzeugdiagnose sollten diese Belange berücksichtigen. Ein lesender Zugang sollte weiterhin offline und ohne persönliche Registrierung beim Fahrzeughersteller für diese Zwecke zur Verfügung stehen.

Das CSMS definiert weiterhin die Anwendung dieser Prozesse und Methoden zum Cybersecurity Management über die gesamte Lebenszeit eines Fahrzeuges. Das inkludiert auch das Erlangen und die Erweiterung der Typgenehmigung und Detektion sowie Behandlung von Cybersecurity Vorfällen.

Analog zur UN-Regelung Nr.155 definiert die UN-Regelung Nr.156 das SUMS (Software Update Management System), ein systematisches Verfahren zur Steuerung von Software-Updates.

Dazu gehören die Prozesse und Methoden zur Steuerung der Software-Updates, deren Dokumentation, Prozesse und Anforderungen zur Einhaltung der Kompatibilität in Bezug auf die Konfiguration, ECU Hardware und RXSWIN Anforderungen.

Darüber hinaus definiert das SUMS aus Cybersecurity Sicht Anforderungen an Prozesse und Methoden zur Absicherung von Software-Updates. Darunter fallen Maßnahmen, wie z. B. die Überprüfung und Absicherung von Programmcode, Funktionen und Luftschnittstellen um die sichere Durchführung von Remote Updates zu gewährleisten.

Die Anwendung von UN-Regelung Nr.155 ist für neue Fahrzeugtypen ab Juli 2022 verpflichtend umzusetzen. Zum Juli 2024 gilt diese dann für sämtliche Neufahrzeuge, die in der EU zugelassen werden.

Eine der wesentlichen Bedrohungen für eine Fahrzeugarchitektur ist die Manipulation der Software oder Konfigurationen. Aus diesem Grund werden Hersteller zur Erlangung der Typgenehmigung nach UN-Regelung Nr.155 Maßnahmen zur Absicherung vor ungewollten Veränderungen einführen. Zur Absicherung der Software kann eine Checksumme über die Software gebildet werden und ausgelesen werden. Analog dazu wurde die IVD (Integrity Validation Number) eingeführt um die Konsistenz einer Software-Konfiguration zur Werkseinstellung überprüfbar zu machen.

Die Anforderungen an den Manipulationsschutz befinden sich aktuell noch in der Definition. Die Nutzung der Software-Checksummen und IVDs, z. B. in einer VIN Datenbank, können es ermöglichen Manipulationen eines Fahrzeuges erkennbar zu machen.

### **3.1.13 Recherche Mehrmarkendiagnosegeräte am deutschen Markt**

Nachfolgend aufgeführte Firmen bieten Mehrmarkendiagnose-Geräte an (Aufzählung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, Aufzählung in alphabetischer Reihenfolge).

- AVL DITEST

- Autel
- Bosch
- Hella-Gutmann
- Mahle (Brainbee)
- Snapon
- Texa
- WOW (Autocom)

Eine Übersicht der Marken-Abdeckung und Diagnosetiefe findet man in einem aufgrund der Datenmenge separat erstellten, außerhalb dieses Dokumentes verfügbaren Anhangs.

Durch die permanente Weiterentwicklung der Mehrmarken-Diagnose mit mehreren Updates pro Jahr stellt diese Aufstellung nur eine Momentaufnahme dar. Aufgrund der bereits dargelegten Komplexität (Hersteller; Modelle; Steuergeräte; Diagnosefunktionen) ist ein direkter Vergleich nicht möglich. Da heute bei fast jeder Tätigkeit am Fahrzeug die Kommunikation mit dem Fahrzeug notwendig ist, besitzt auch eine Freie Werkstatt heute in der Regel mehr als ein Tool pro Werkstatt. Zur maximalen Abdeckung wählt eine Freie Werkstatt deshalb meist Geräte unterschiedlicher Lieferanten, für die Hauptmarke, die sie schwerpunktmäßig repariert oft auch ein oder zwei Herstellertools.

### **3.1.14 Dokumentation des Umfangs der Sensorinformationen**

Abhängig von der Funktionstiefe des jeweiligen Mehrmarkentools liefern die Tools über die Funktion Messwerte lesen Informationen zu allen an der Motorsteuerung oder anderen Steuergeräten (z. B. ABS) angeschlossenen Sensoren, Aktuatoren oder Komponenten. Meist sind diese Messwerte auch mit sog. Sollwerten versehen, d. h. Grenzwerten, innerhalb welcher die gemessenen Werte liegen sollen. Liegt der aktuelle Wert außerhalb der Grenzen, dann liegt meist ein Fehler vor. Dies bedeutet aber nicht unbedingt, dass damit automatisch ein Fehlercode gesetzt sein muss. Als Beispiel hierfür kann man z. B. den Ansauglufttemperatursensor nehmen. Dieser kann z. B. bei einer Außentemperatur von +20 Grad Celsius -20 Grad anzeigen, was ein durchaus plausibler Wert im Winter sein kann. Bei +20 Grad Außentemperatur ist das jedoch ein nicht plausibler Zustand, ein Fehlercode muss deshalb nicht zwangsweise gesetzt sein, mit dem Wissen jedoch +20 Grad Außentemperatur kann man anhand der Messwerte sehr gut Fehlerorte einkreisen. Oft werden die Sensorsignale nicht nur in der üblichen physikalischen Dimension (Grad Celsius, mbar) angegeben, sondern auch mit der originären physikalischen Einheit, die der Sensor an das Steuergerät liefert (z. B. Volt, mV, Ampere, mA). Damit kann man sehr gut Veränderungen oder Sprünge erkennen, wenn der Verlauf stetig sein soll (Beispiel: Drosselklappensteuerung oder sonstige Stellgliedgeber).

## **3.2 Auswahl der Versuchsträger und Messmittel**

### **3.2.1 Fahrzeugauswahl**

Um den Umfang und die Tiefe aktueller Fahrzeugdiagnosemöglichkeiten einschätzen zu können, werden mithilfe von am Markt befindlichen Diagnosegeräten Untersuchungen diesbezüglich an mehreren Fahrzeugen durchgeführt. Hierbei werden im Speziellen die Sensorinformationen des Motorsteuergerätes näher betrachtet. Neben einem tieferen Verständnis der bereits heute verfügbaren Diagnoseinformationen sollen diese Untersuchungen ebenfalls das Verbesserungspotenzial einer zukünftigen On Board-Diagnose (OBD) aufzeigen.

Für die Untersuchungen am Fahrzeug wurde von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) die Anzahl von mindestens 20 Fahrzeugen festgelegt. Diese sollen weiterhin von mindestens fünf Fahrzeugherstellern stammen. Zur Auswahl der benötigten Versuchsträger kommen im Wesentlichen vier Kriterien zum Einsatz:

- Marktanteil
- Aktualität

- Zugriffsbeschränkungen bei der Steuergerätekommunikation
- Antriebskonzept

Um die stichprobenartigen Ergebnisse der 20 Fahrzeuge möglichst auf den gesamten Fahrzeugbestand übertragen zu können, ist es notwendig, Fahrzeuge auszuwählen, welche in der aktuellen Zulassungst Statistik überproportional vertreten sind. Hierzu wurde eine Recherche über die aktuellen Zulassungszahlen der Fahrzeugmodelle mit Hilfe von Daten des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA) durchgeführt. Weiterhin sollten die Fahrzeuge aktuellen Baujahres sein, um den tatsächlichen Stand der heutigen Diagnosemöglichkeiten erfassen zu können. Schlussendlich werden auch Fahrzeuge berücksichtigt, bei denen der Hersteller den Zugriff auf die Steuergeräte be- oder eingeschränkt hat. Beispielsweise wird im VW Golf der achten Generation das sogenannte SFD-Verfahren eingesetzt. SFD steht hierbei für Schutz der Fahrzeugdiagnose. Mit Hilfe eines externen Servers wird ein Zugangsschlüssel für ein bestimmtes Steuergerät erstellt, der 90 min gültig ist. Weiterhin spielt das Antriebskonzept eine wichtige Rolle bei der Fahrzeugauswahl. Die zunehmende Elektrifizierung des Antriebsstranges stellt ebenfalls neue Anforderungen an die Diagnosefähigkeit elektrifizierter Antriebssysteme.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Untersuchungsfahrzeuge.

Hersteller	Modell	Anzahl der Zulassungen (Stand: 03.01.2022)	Erstzulassung	Zugriffsbeschränkung SG-Kommunikation	Kraftstoffart lt. ZB I
Audi	A6 Avant	96.073	02.11.2018	nein	Hybr. Diesel/E
BMW	330e xDrive	106.031	20.08.2021	nein	Hybr. B/E ext. Aufl.
BMW	435i	42.389	23.01.2015	nein	Benzin
BMW	i3	34.828	15.04.2014	nein	Hybr. B/E ext. Aufl.
Daimler	Mercedes-Benz Sprinter	232.348	05.11.2014	nein	Diesel
Daimler	Mercedes-Benz V-Klasse	286.312	14.10.2014	nein	Diesel
Daimler	Smart fortwo coupe	168.134	11.02.2016	nein	Benzin
Ford	Focus	181.875	14.11.2016	nein	Diesel
Mercedes-Benz	E 300 de	41.452	03.11.2020	ja	Hybr. D/E ext. Aufl.
Mercedes-Benz	S 580 e	4.905	08.10.2021	ja	Hybr. B/E ext. Aufl.
Mitsubishi	Eclipse Cross	35.265	02.12.2019	nein	Benzin
Opel	Insignia	132.486	17.12.2014	nein	Benzin
Renault	Master	47.922	12.04.2012	nein	Diesel
Toyota	C-HR	46.830	26.10.2017	nein	Hybr. Benzin/E
Toyota	Prius	10.076	09.06.2011	nein	Hybr. Benzin/E
VW	Arteon	12.159	18.03.2021	nein	Hybr. B/E ext. Aufl.
VW	Golf GTD	133.501	07.03.2022	ja	Diesel
VW	Golf GTI	133.501	08.03.2021	ja	Benzin
VW	Multivan	252.880	09.02.2017	nein	Diesel
VW	Passat	275.338	02.02.2017	nein	Diesel

Tab. 3-1: Übersicht der Untersuchungsfahrzeuge

### 3.2.2 Auswahl der Diagnosegeräte

Um mehrere Fahrzeuge unterschiedlichster Hersteller mit dem gleichen Diagnosegerät überprüfen zu können, sind für die Untersuchungen tatsächlich nur Mehrmarkendiagnosegeräte relevant. Sie bieten die Möglichkeit, Fahrzeuge mehrerer Hersteller zu prüfen. Weiterhin ist es möglich, Diagnosesitzungen über eine standardisierte OBD-Kommunikation durchzuführen. Diese Option wird von den herstellereigenen Diagnosegeräten meist nicht angeboten. Wichtige Kriterien zur Geräteauswahl sind somit die Unterstützung der fünf zu untersuchenden Fahrzeughersteller sowie die Möglichkeit über herstellereigene bzw. EOBD-Kommunikation eine Diagnosesitzung zu starten. Neben den zwei Mehrmarkengeräten wurde bei ausgewählten

Fahrzeugen zusätzlich das herstellereigene OEM-Diagnosegerät verwendet. Dies soll einem besseren Vergleich zur Diagnosetiefe von Mehrmarken- und Herstellerdiagnosegeräten dienen. Die Wahl der Mehrmarkendiagnosegeräte fiel auf die Hersteller Bosch und Texa, da diese überproportional häufig in Deutschland und Europa Anwendung finden.

#### a) **Bosch ESItronic**

Die Software ESItronic von Bosch kam mit zwei zugehörigen Interfaces, dem KTS 540 und dem KTS 590 für die Untersuchungen zum Einsatz. Sie zeichnet sich durch eine benutzerfreundliche Kombination aus Software und Fahrzeugschnittstellenadapter (VCI) aus (Bild 3-4). Laut eigener Aussage unterstützt die Software über 150 Marken weltweit. Neben der herstellereigenen Diagnosemöglichkeit wird ebenfalls das EOBD-Protokoll unterstützt.



Bild 3-4: Mehrmarkendiagnosegerät von Bosch (KTS 590)

#### b) **TEXA IDC5**

Als zweites Mehrmarkendiagnosegerät kommt die Software Texa IDC 5 mit zugehörigem Interface zum Einsatz (Bild 3-5). Neben hoher Modell- und Marktabdeckung bietet es den Vorteil, dass neben Personenkraftwagen (PKW) auch Nutzfahrzeuge (NFZ) diagnostiziert werden können.



Bild 3-5: Diagnosesoftware IDC5 und Interface von Texa

### 3.3 Durchführung der praktischen Untersuchungen

#### 3.3.1 Auslesen aller Sensorinformationen aus dem Motorsteuergerät

Bevor das Auslesen der Informationen aus dem jeweiligen Fahrzeug beginnen kann, muss dieses zunächst vorbereitet werden. Höchste Priorität hat hierbei eine stabile Spannungsversorgung des auszulesenden Steuergerätes. Somit folgt im ersten Schritt das Anklemmen eines entsprechenden Batterieladegerätes. Im Anschluss muss das Diagnosegerät mit der elektronischen Fahrzeugschnittstelle (OBD-Steckdose) nach ISO 15031-3 verbunden werden. Diese befindet sich zumeist im Umkreis des Fahrers. Abschließend wird die Zündung des Fahrzeugs eingeschaltet. Das Fahrzeug ist nun bereit für die nachfolgende Diagnosesitzung.

Der Ablauf des Auslesens der Daten ist prinzipiell bei jedem Fahrzeug identisch. Zunächst werden die EOBD-Informationen ausgelesen. Hierzu ist die Betriebsbereitschaft des Diagnosegeräts herzustellen. Dies umfasst das Starten des Rechners und der Software. Für das Auslesen der Informationen werden Laptops verwendet, die ebenfalls eine Spannungsversorgung via Ladegerät erhalten sollten. Der jeweilige Softwarestand der Diagnosesoftware ist im Diagnoseprotokoll aufgeführt. Nachfolgend werden für jeden der zwei Mehrmarkendiagnosegeräte die einzelnen Schritte zum Auslesen der Daten detailliert erläutert.

##### a) Auslesen der EOBD-Sensorinformationen mit Bosch ESItronic

Nach Starten der Diagnosesoftware muss der Punkt Diagnose gewählt werden. Im Anschluss wird die Schaltfläche Global OBD II betätigt (s. Bild 3-6).



Bild 3-6: Auswahl des EOBD-Modus bei Bosch ESItronic (Screenshot)

Nach dieser Auswahl lassen sich dann weitere Untermenüs, wie z. B. Fehlerspeicher lesen oder Fahrzeuginformationen anwählen (s. Bild 3-7). Zum Auslesen der Sensorinformationen wird der Menüpunkt Mode 1, Istwerte gewählt.

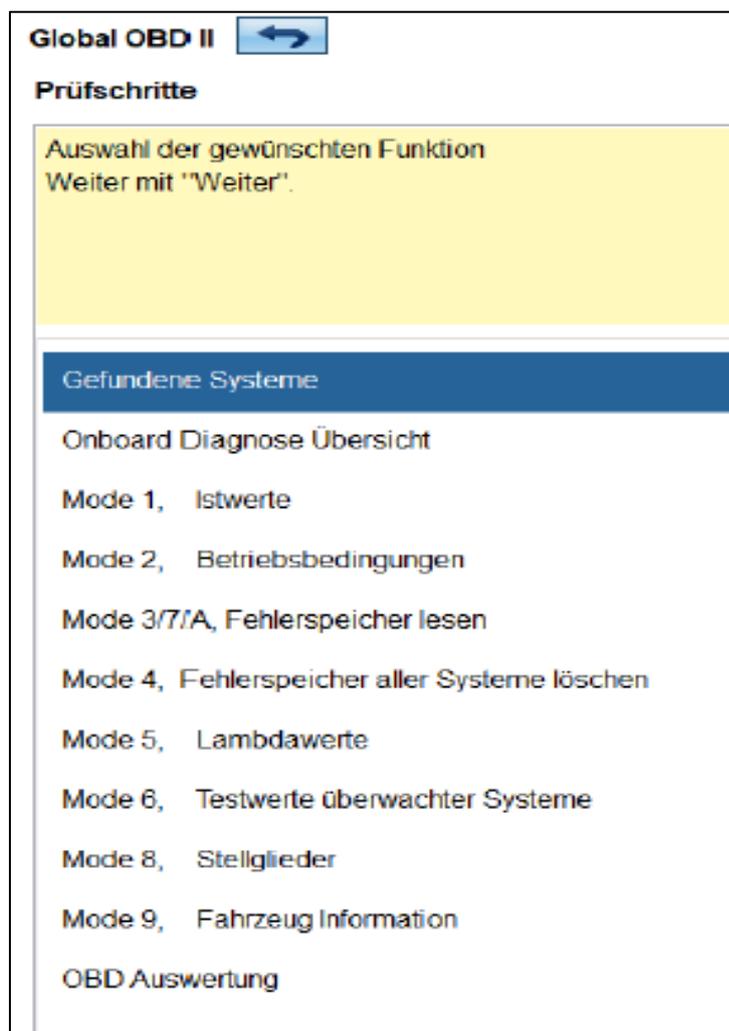


Bild 3-7: Übersicht der Funktionen der EOBD-Diagnose bei Bosch ESIttronic (Screenshot)

Hier werden nun alle zur Verfügung stehenden Messwerte dargestellt (Bild 3-8). Weiterhin können einzelne Messwerte ausgewählt und dargestellt werden. Nach Anzeige der Werte ist es möglich, diese zu drucken oder zu exportieren, z. B. als PDF-Dokument. Abschließend wird die EOBD-Diagnosesitzung beendet.

Global OBD II 

Mode 1, Istwerte

Mode 1, Istwerte

Suche...

Steuergerät	Istwert
<input checked="" type="checkbox"/> MCU	Fahrpedalposition D
<input checked="" type="checkbox"/> MCU	Fahrpedalposition D
<input checked="" type="checkbox"/> MCU	Turbolader-Ladedrucksensor A
<input checked="" type="checkbox"/> MCU	Ladedrucksystem betriebsbereit
<input checked="" type="checkbox"/> MCU	Ladedrucksystem betriebsbereit
<input checked="" type="checkbox"/> MCU	Ladedrucksystem betriebsbereit
<input checked="" type="checkbox"/> MCU	Übrige Komponenten betriebsbereit
<input checked="" type="checkbox"/> MCU	Übrige Komponenten betriebsbereit
<input checked="" type="checkbox"/> MCU	Übrige Komponenten betriebsbereit
<input checked="" type="checkbox"/> MCU	Übrige Komponenten betriebsbereit
<input checked="" type="checkbox"/> MCU	Wegstrecke seit Fehler gelöscht
<input checked="" type="checkbox"/> MCU	Wegstrecke seit Fehler gelöscht
<input checked="" type="checkbox"/> MCU	Wegstrecke seit Fehler gelöscht

Bild 3-8: Auswahlmöglichkeiten der Istwerte (Screenshot)

**b) Auslesen der Informationen über die proprietären Diagnoseprotokolle mit Bosch ESItronic**

Neben der EOBD-Funktionalität sollen ebenfalls die Diagnosemöglichkeiten über die herstellerspezifischen Diagnoseprotokolle untersucht werden. Hier ist es zunächst notwendig, das entsprechende Fahrzeug auszuwählen. Dies kann eventuell auch automatisiert bzw. benutzerunterstützend ausgelegt sein. So können z. B. durch Auslesen und Analysieren der Fahrzeugidentifizierungsnummer (FIN) Rückschlüsse auf Hersteller und Modell gezogen werden.

ESI[tronic] 2.0

**BOSCH** MB 6972 / MERCEDES-BENZ / E 300 de T-Modell / 213 / 2.0 / 143.0 - 225.0 kW / 02/2018 - / OM 654.920 / 2222 AEN

Fahrzeuginfo Diagnose Suche Wartung Handbücher

Fahrzeugidentifikation

Bezeichnung KBA-Schlüssel(D) VIN Identifikation Letzte 30 Fahrzeuge RB- Schlüssel Typschein-Nr.(CH) Type-Mine/Cr

Nummerneingabe aus dem deutschen Fahrzeugschein. alt/neu

Alt: Schlüssel-Nr. "zu 2"  Alt: Schlüssel-Nr. "zu 3"  Alt: Zeile 32

Neu: Feld "2.1" (Herstellercode) Neu: Feld "2.2" (Nur die ersten 3 Stellen.) Neu: Feld "B" (Nur die Jahreszahl.)

RB-Schlüssel	Typ	Internes Modell	Liter	kW	Baujahr	Mot.kennz.
MB6972	E 300 de T-Modell	213	2.0	143.0 - 225.0	02/2018 -	OM 654.920

Bild 3-9: Fahrzeugauswahl mit Hilfe der Schlüsselnummern aus der Zulassungsbescheinigung Teil I (Screenshot)

Im nächsten Schritt werden die im Fahrzeug verbauten Steuergeräte angefragt (Schaltfläche Systemsuche) und anschließend aufgelistet. Zum Auslesen der Sensorinformationen wird somit das Motorsteuergerät ausgewählt. Am Beispiel eines Mercedes-Benz E 300 de ist dies der erste Eintrag unter Motorsteuerung: MD1 CP001. Über die Schaltfläche Direktwahl werden die Diagnosefunktionen des Motorsteuergeräts aufgeführt (Bild 3-10).

Systemübersicht	Reparatur	Service Aufgaben	Global OBD II
Suchergebnis 22.03.22 10:59			
<b>Motorsteuerung</b>			
<b>MD1 CP001</b>			
<b>Elektroantrieb</b>			
Elektroantrieb EV ECU 5.0			
Elektr. Energiemanagement HV-Batterie Ladesteuerung 5.3.1			
<i>Folgende Systeme wurden nur als Basisprogramm gefunden</i>			
HV-Batt. Ladesteuerung 5.3			
<b>HV-Batteriemangement</b>			
HV-Batterie 5.0			
<i>Folgende Systeme wurden nur als Basisprogramm gefunden</i>			
HV-Batterie 5.3			
<b>Abgasnachbehandlung</b>			
Denoxtronic 5.0			
<i>Folgende Systeme wurden nur als Basisprogramm gefunden</i>			
Denoxtronic 5.1			
Abgasnachbehandlung Denoxtronic 5.2			
<b>EKP-Steuerung</b>			
EKP FSCM 5.1			
<b>Getriebesteuerung</b>			
Stufena.9-Gang VGSNAG 5.3			
<b>Verteilergetriebe</b>			
Kein System gefunden			
<b>Fahrwerk/Lenkung</b>			
Lenkungsunterstützung 5.1			
Niveauregulierung 5.0			
<i>Folgende Systeme wurden nur als Basisprogramm gefunden</i>			
Adap. Federungssystem 5.0			
Adap. Federungssystem 5.3			
Lenkungsunterstütz. 5.1.1			

Bild 3-10: Übersicht der Steuergeräte (Screenshot)

Hier wird erneut der Menüpunkt Istwerte ausgewählt. Bei diesem Beispielfahrzeug besteht die Möglichkeit, neben allen Istwerten auch spezielle Werte eines Bereichs der Motorsteuerung (z. B. Ladedruckregelung) anzuzeigen (Bild 3-11).



Bild 3-11: Auswahlmöglichkeiten der Istwerte (Screenshot)

Nach Klicken auf die Schaltfläche Weiter sind nun die entsprechenden Istwerte auslesbar. Hierbei ist zu beachten, dass immer nur acht Messwerte gleichzeitig auswählbar sind (Bild 3-12).

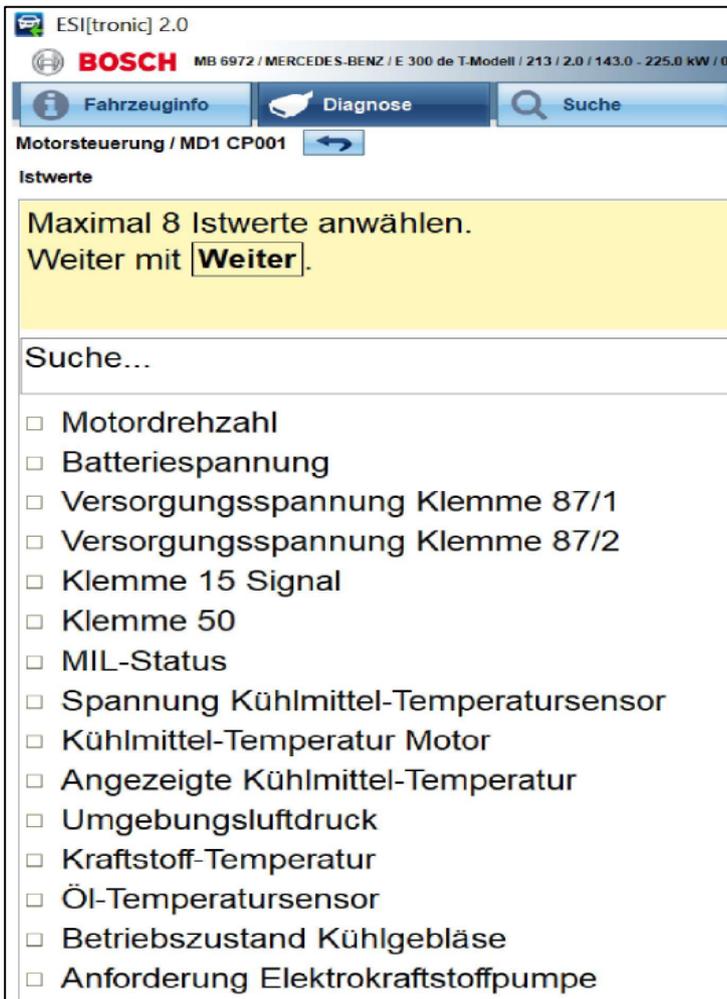


Bild 3-12: Auflistung der auswählbaren Istwerte (Screenshot)

Weiterhin besteht die Möglichkeit die Daten zu speichern bzw. zu exportieren.

### c) Auslesen der EOBD-Sensorinformationen mit Texa IDC5

Das Auslesen der Sensorwerte mit dem Texa-Diagnosegerät gestaltet sich ähnlich wie bei dem zuvor beschriebenen Bosch-Gerät. Zunächst wird im Diagnosemenü die Schaltfläche EOBD Protokoll ausgewählt (Bild 3-13).

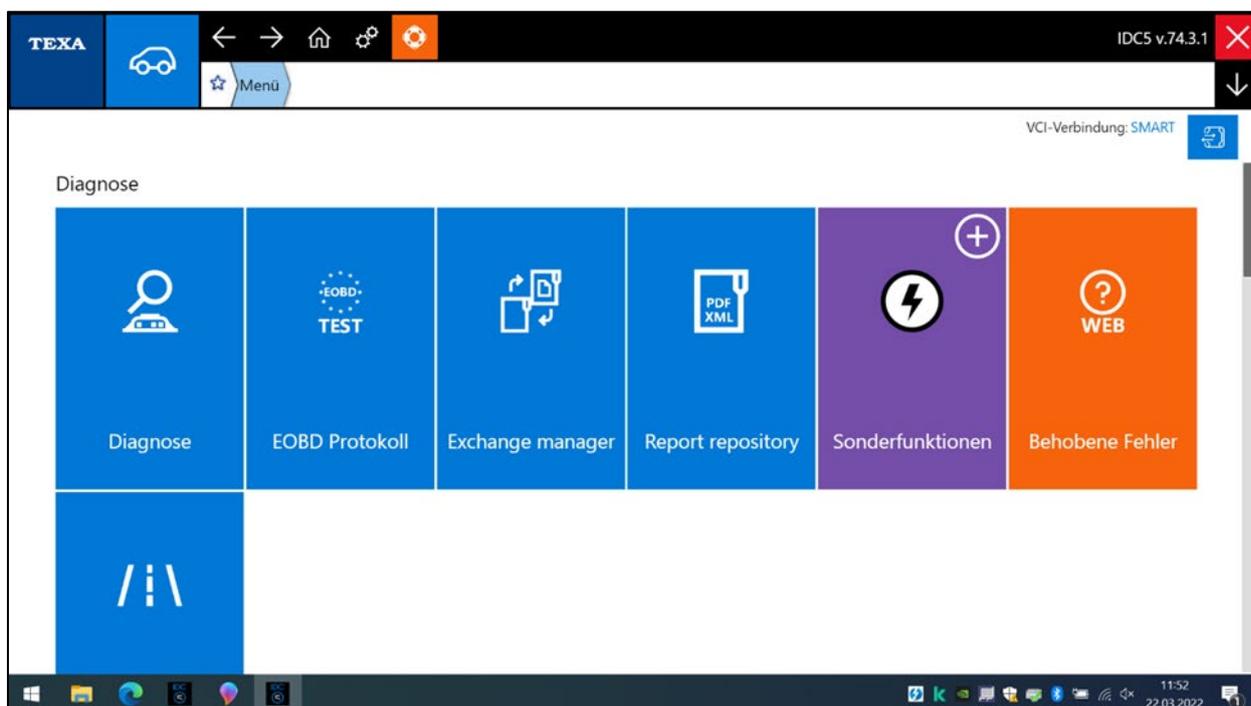


Bild 3-13: Übersicht des Diagnosemenüs in der Software Texa IDC5 (Screenshot)

Nach Bestimmen des korrekten OBD-Protokolls werden bereits erste Informationen aus dem Fahrzeug ausgelesen und angezeigt. Dazu zählen der ausgelesene OBD-Standard des Systems sowie der Status der Readiness-Tests. Im unteren Bereich können nun die einzelnen Diagnosedienste gewählt werden. Zur Anzeige der Sensorinformationen wird Service \$01 Anforderung Aktuelle Diagnosedaten Antriebsstrang ausgewählt (Bild 3-14).

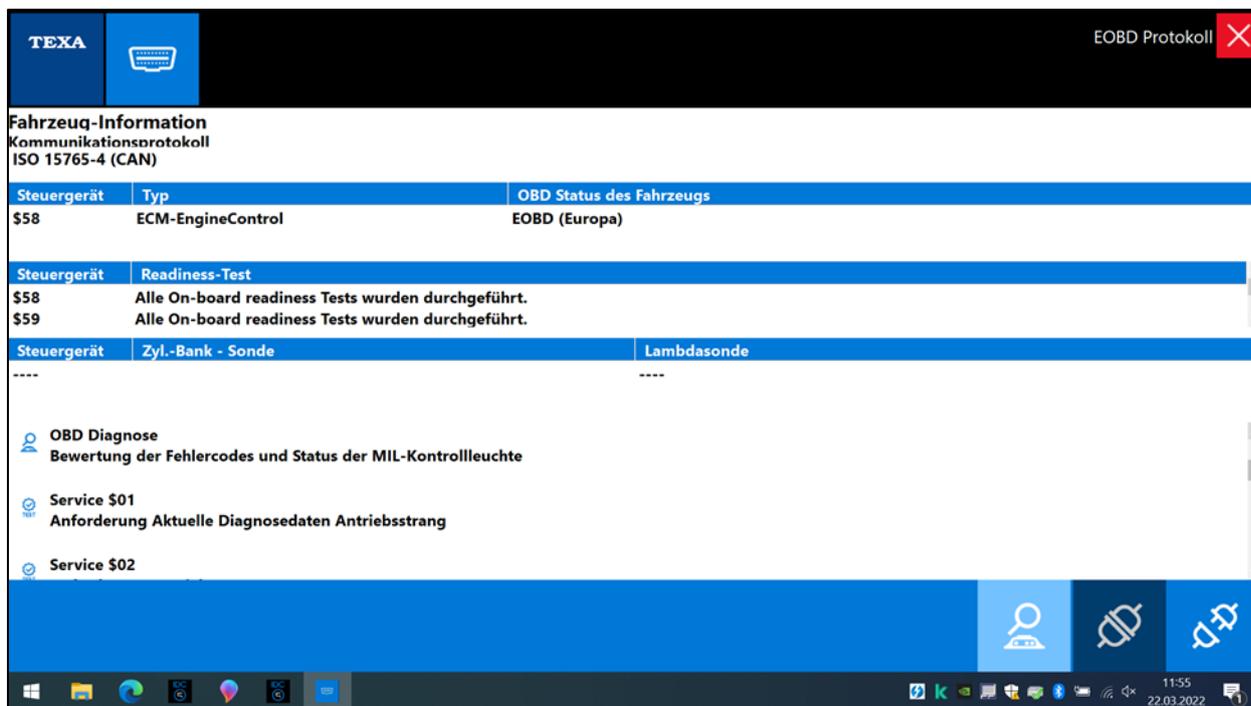


Bild 3-14: Übersicht und Auswahlmöglichkeiten der EOBD-Diagnose bei Texa IDC 5 (Screenshot)

Nach Anwählen der Schaltfläche werden mögliche Istwerte mit verschieden-farbigen Symbolen angezeigt. Hier kann nochmals eine Detailauswahl der Werte erfolgen, die im nächsten Schritt angezeigt werden sollen (Bild 3-15).

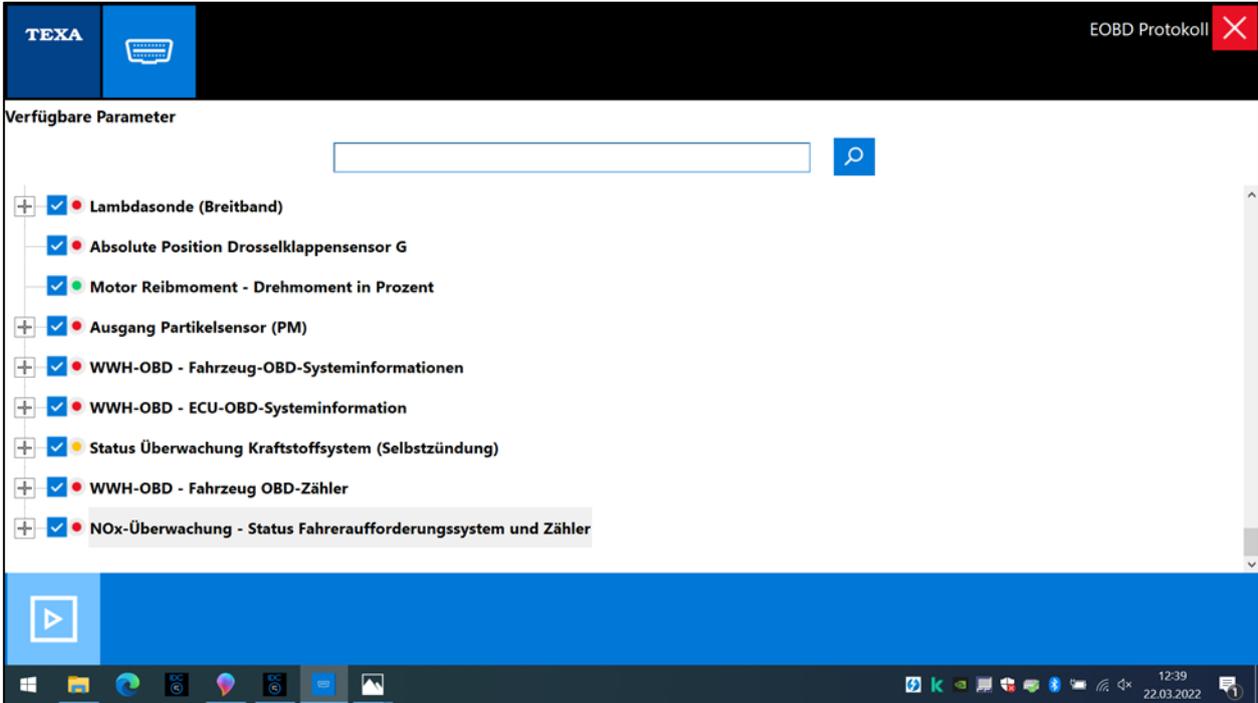


Bild 3-15: Auswahlmöglichkeiten der einzelnen Istwerte (Screenshot)

Nach entsprechender Auswahl der Werte werden abschließend die Messwerte mit zugehöriger Einheit dargestellt (Bild 3-16).

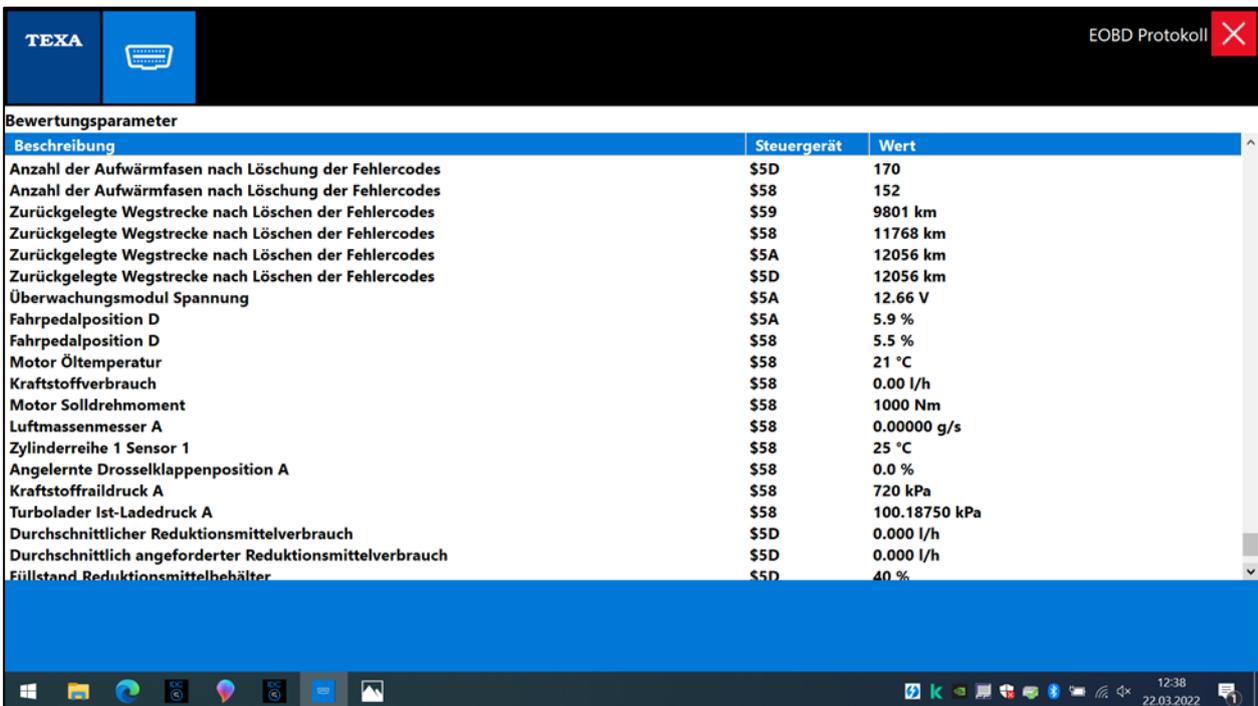


Bild 3-16: Darstellung der ausgewählten Istwerte (Screenshot)

Die so ermittelten Werte wurden mithilfe von Screenshots gespeichert und nachträglich manuell ausgewertet.

#### d) Auslesen der Informationen über proprietäre Diagnoseprotokolle mit Texa IDC 5

Im ersten Schritt muss zunächst die Fahrzeugart ausgewählt werden. Bei Erwerb der entsprechenden Lizenzen können neben PKW und NFZ auch andere Fahrzeugarten, wie Motorräder oder landwirtschaftliche Fahrzeuge, diagnostiziert werden. Nach Auswahl der PKW-Diagnose durch Betätigen der Schaltfläche CAR wird im Menü Diagnose ausgewählt (Bild 3-13). Anschließend muss das korrekte Fahrzeug ausgewählt werden (Bild 3-17).

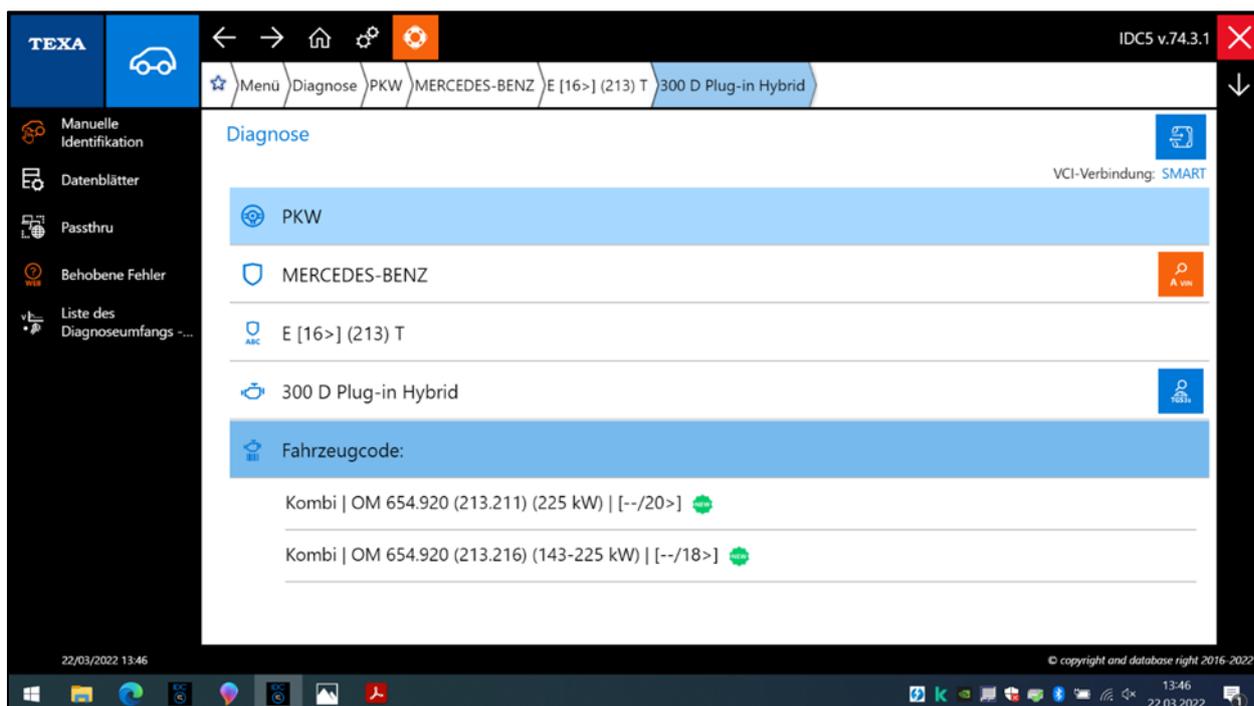


Bild 3-17: Fahrzeugauswahl (Screenshot)

Nach Auswahl des Fahrzeugs wird die Schaltfläche TGS3s betätigt. Hierbei handelt es sich um eine Funktion, die das Fahrzeug nach den verbauten Steuergeräten abfragt (Scan). Nach erfolgreicher Ausführung werden alle Steuergeräte dargestellt. Das grüne Häkchen weist darauf hin, dass das Steuergerät im Fahrzeug korrekt identifiziert werden konnte. Das rote Kreuz bedeutet entsprechend das Gegenteil (Bild 3-18).

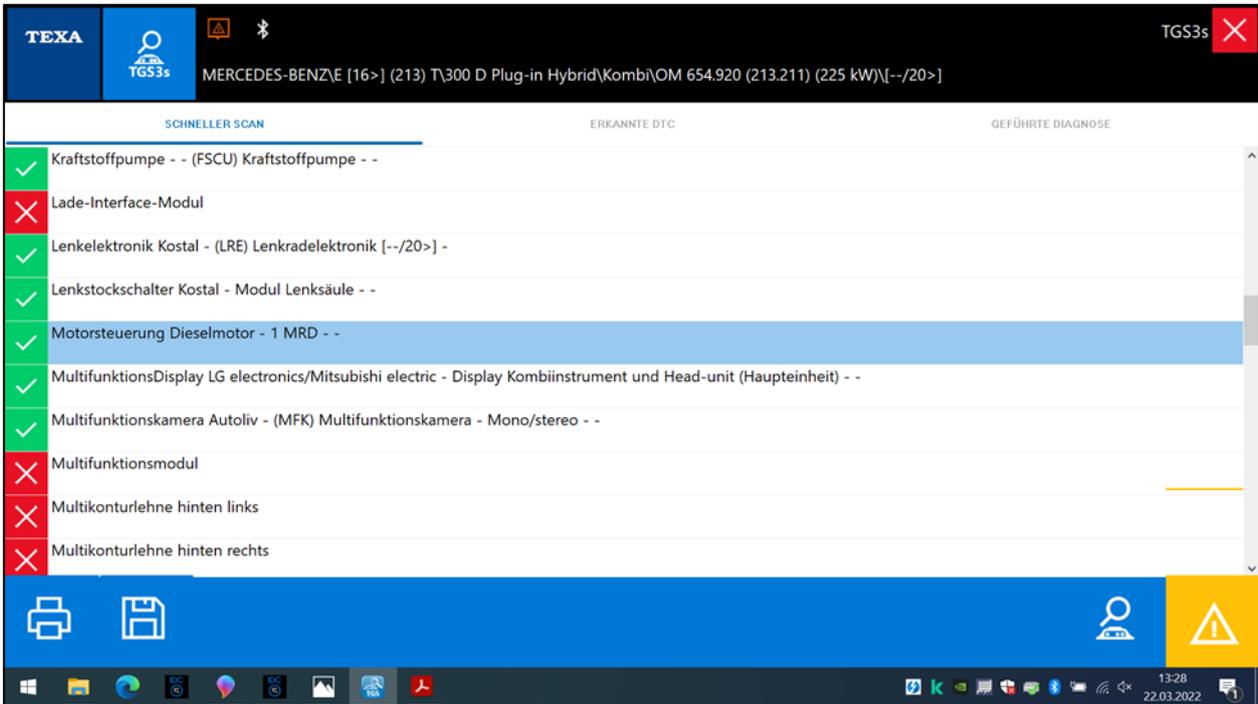


Bild 3-18: Auswahlmöglichkeiten der verbauten Steuergeräte (Screenshot)

Unter dem Menüpunkt PARAMETER werden nun die zur Verfügung stehenden Istwerte mit entsprechender Einheit dargestellt (Bild 3-19).

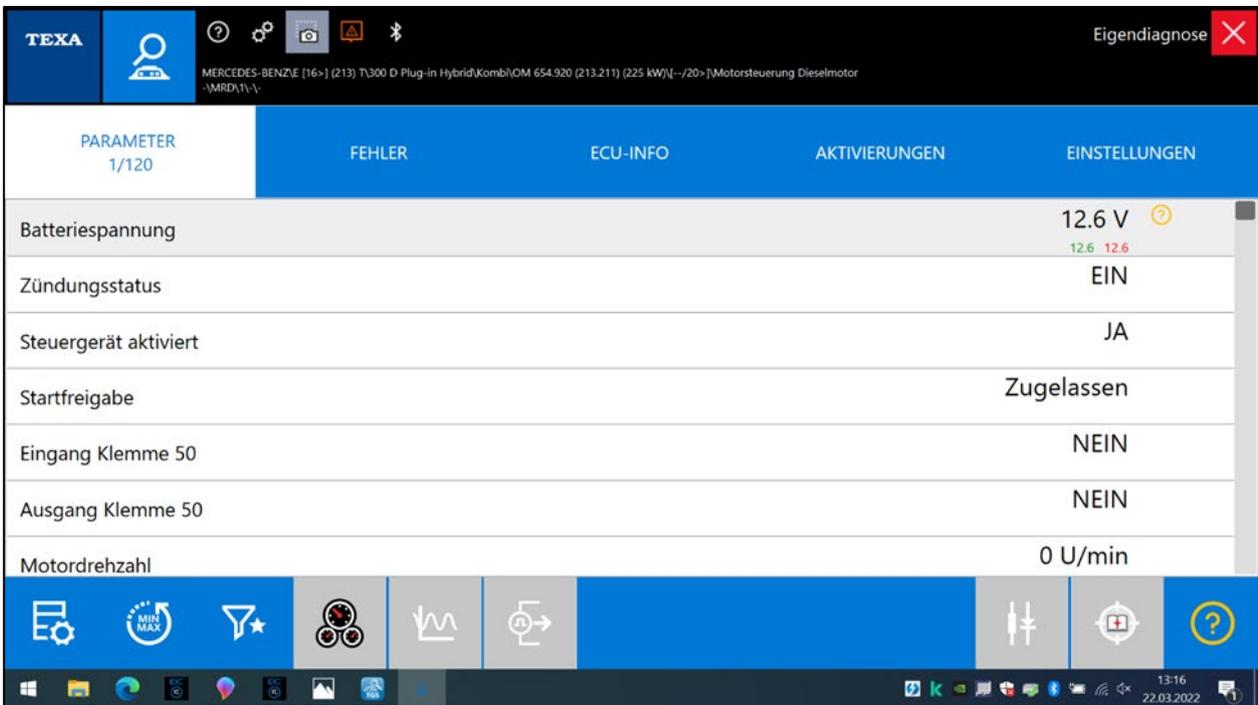


Bild 3-19: Anzeige der Istwerte des Motorsteuergeräts (Screenshot)

Im Anschluss werden die Messwerte mithilfe eines PDF-Protokolls exportiert.

### 3.3.2 Auslesen der OBFCM-Informationen/Daten

Ein weiterer Punkt in den praktischen Untersuchungen stellt das Auslesen der OBFCM-Informationen dar. Die Abkürzung OBFCM steht für On Board Fuel and/or Energy Consumption Monitoring und bedeutet so viel wie Fahrzeuginterne Überwachung des Kraftstoff- und/oder Stromverbrauchs. Die Verordnung VO (EU) 2018/1832 schreibt für alle Fahrzeuge der Klasse M1 und N1 mit einer Erstzulassung ab dem 01.01.2021 eine fahrzeuginterne Einrichtung vor, die den Kraftstoff- bzw. den Stromverbrauch des Fahrzeugs ermittelt und verfügbar macht. Dies wird in der Regel durch eine entsprechende Software, meist im Motorsteuergerät, realisiert. Die nachfolgende Aufzählung enthält alle Werte, die vom Fahrzeug bestimmt werden müssen sowie die Lebensdauerwerte, die fahrzeugintern gespeichert werden müssen. Diese Werte stellen nur den notwendigen Mindestdatensatz dar. Dem Hersteller steht es frei, ob die OBFCM-Einrichtung neben den geforderten Werten auch weitere Daten erfassen soll.

- Kraftstoffverbrauch insgesamt (Lebensdauer) (in Litern)
- Zurückgelegte Strecke insgesamt (Lebensdauer) (in Kilometern)
- Kraftstoffdurchsatz des Motors (in Gramm/Sekunde)
- Kraftstoffdurchsatz des Motors (in Litern/Stunde)
- Kraftstoffdurchsatz des Fahrzeugs (in Gramm/Sekunde)
- Fahrzeuggeschwindigkeit (in Kilometern/Stunde)

Zusätzlich für OVC-HEV-Fahrzeuge:

- Kraftstoffverbrauch insgesamt im Betrieb bei Entladung (Lebensdauer) (in Litern)
- Kraftstoffverbrauch insgesamt im vom Fahrer wählbaren Betrieb der Ladungserhöhung (Lebensdauer) (in Litern)
- Zurückgelegte Strecke insgesamt im Betrieb bei Entladung bei abgeschaltetem Motor (Lebensdauer) (in Kilometern)
- Zurückgelegte Strecke insgesamt im Betrieb bei Entladung bei eingeschaltetem Motor (Lebensdauer) (in Kilometern)
- Zurückgelegte Strecke insgesamt im vom Fahrer wählbaren Betrieb der Ladungserhöhung (Lebensdauer) (in Kilometern)
- Der Batterie zugeführte Netzenergie insgesamt (Lebensdauer) (in kWh)

Die so gespeicherten Daten sollen ab 01.04.2022 jährlich an die Europäische Umweltagentur (EUA) übertragen werden.

Die zu übermittelnden Daten umfassen laut VO (EU) 2019/631<sup>3</sup>:

- Fahrzeug-Identifizierungsnummer
- Kraftstoff- und/oder Stromverbrauch
- Zurückgelegte Gesamtfahrstrecke
- Für extern aufladbare Hybrid-Elektrofahrzeuge: Kraftstoff- und Stromverbrauch und die je Fahrbetriebsart zurückgelegte Strecke

Sie sollen Aufschluss über den tatsächlichen Energieverbrauch der Fahrzeugflotte geben und als Eingangsgröße für eine Überarbeitung der europäischen Typgenehmigungsvorschriften dienen.

Im Rahmen der Untersuchungen für diese Studie werden die OBFCM-Daten mithilfe des HU-Adapters sowie der zugehörigen Software FSD.HU 21 ausgelesen und bereitgestellt. Der von der FSD Fahrzeugsystemdaten GmbH für die Hauptuntersuchung (HU) entwickelte HU-Adapter (Bild 3-20) ist bereits seit

<sup>3</sup> VO (EU) 2019/631; zur Festsetzung von CO<sub>2</sub>-Emissionsnormen für neue Personenkraftwagen und für neue leichte Nutzfahrzeuge und zur Aufhebung der Verordnungen (EG) Nr. 443/2009 und (EU) Nr. 510/2011

2015 im Einsatz und unterstützt den Sachverständigen bei der Prüfung elektronisch geregelter Sicherheitssysteme im Rahmen der HU.



Bild 3-20: HU-Adapter 21 Plus (Quelle: FSD GmbH)

Der HU-Adapter kommuniziert über die elektronische Fahrzeugschnittstelle mit dem Fahrzeug und kann per WLAN, USB-Anschluss oder Bluetooth-Verbindung mit dem zugehörigen Bedien- und Anzeigerät kommunizieren. Auf diesem ist die Software zur Steuerung des HU-Adapters, die FSD.HU 21, installiert. Seit 2021 ist es möglich die OBCFM-relevanten Werte bei entsprechend ausgestatteten Fahrzeugen auszulesen (Bild 3-21). Diese werden im Anschluss durch Betätigen der Schaltfläche Protokoll drucken als PDF-Dokument gespeichert.

FSD.Start 0.1.2.0 FSD.HU21: 0.1.2 (Build 17053)		
HSN [REDACTED] TSN [REDACTED] VVS [REDACTED] FIN [REDACTED]		
Feststellungen   Vorgaben Systeme   Vorgaben BBA   MOMA   Vorgaben Funktion   Achsdämpfung   BWP   VZM   0010 0100 Fahrzeuginfos   Prüfhinweise		
Fahrzeuginformationen mit HU-Adapter		
i ▶ Durchführungshinweise		
▼ OBD-Fahrzeuginformationen		
▼ 7E0 - ECM-EngineControl		
02	FIN	[REDACTED]
04	CALID	04E024BF1462BEAJ
06	CVN	78831141
17	Gesamte zurückgelegte Fahrstrecke	8528,4 km
17	Gesamter Kraftstoffverbrauch	666,4 L
1A	Gesamte zurückgelegte Fahrstrecke im Betrieb bei Entladung und abgeschaltetem Motor	1955,9 km
1A	Gesamte zurückgelegte Fahrstrecke im Betrieb bei Entladung und eingeschaltetem Motor	3788,7 km
1A	Gesamte zurückgelegte Fahrstrecke im vom Fahrer wählbaren Betrieb der Ladungserhöhung	1939,0 km
1B	Gesamter Kraftstoffverbrauch im Betrieb bei Entladung	404,0 L
1B	Gesamter Kraftstoffverbrauch im vom Fahrer wählbaren Betrieb der Ladungserhöhung	173,7 L
1C	Gesamter Verbrauch der Netzenergie im Betrieb bei ausgeschaltetem Motor	-
1C	Gesamter Verbrauch der Netzenergie bei laufendem Motor	-
1C	Gesamte der Batterie zugeführte Netzenergie	190,8 kWh

Bild 3-21: Ausgelesene OBCFM-Daten eines Beispielfahrzeugs mithilfe der Software FSD.HU 21

### 3.4 Untersuchungsergebnisse

#### 3.4.1 Quantitative Auswertung der auslesbaren Sensorinformationen

##### a) Vergleich der ausgewiesenen und der dargestellten Messwerte

Nach Auslesen der Daten aller 20 Fahrzeuge folgt zunächst eine Auswertung der Anzahl der auslesbaren Messwerte. Sie ermöglicht eine Abschätzung über die bereits heute zur Verfügung stehenden Diagnoseumfänge sowie eine Vergleichbarkeit einerseits der Fahrzeuge untereinander und andererseits der Diagnosegeräte. Da einige Messwerte zwar angegeben werden, aber kein Ergebnis liefern, wird zwischen den Zuständen ausgewiesene Messwerte und dargestellte Messwerte unterschieden. Neben den zwei Mehrmarkendiagnosegeräten sind drei weitere, herstellereigene Diagnosegeräte zum Einsatz gekommen.

Um die gewonnen Erkenntnisse objektiv betrachten und beurteilen zu können, werden die Fahrzeuge und Diagnosegeräte im Folgenden nicht näher benannt, sondern mit einer Nummerierung versehen. An fast allen Fahrzeugen konnten mit beiden Mehrmarkendiagnosegeräten kaum Unterschiede zwischen ausgewiesenen und dargestellten Messwerten ermittelt werden. Lediglich bei drei Fahrzeugen konnten im Durchschnitt ca. 50 Werte mit dem Diagnosegerät 2 (OEM-Diagnose) weniger ausgelesen werden als zunächst ausgewiesen wurden. Bei einem weiteren Fahrzeug wurden ebenfalls 55 Werte weniger dargestellt als ausgewiesen waren, hier jedoch mit dem Diagnosegerät 1 (OEM-Diagnose). Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Anzahl der ausgelesenen Sensorinformationen über das proprietäre Diagnoseprotokoll.

Fahrzeug	Anzahl ausgewiesene Messwerte Diagnosegerät 1 - OEM	Anzahl dargestellte Messwerte Diagnosegerät 1 - OEM	Anzahl ausgewiesene Messwerte Diagnosegerät 2 - OEM	Anzahl dargestellte Messwerte Diagnosegerät 2 - OEM
Fahrzeug 1	---	---	293	293
Fahrzeug 2	---	---	373	373
Fahrzeug 3	---	---	---	---
Fahrzeug 4	115	115	120	120
Fahrzeug 5	76	75	72	22
Fahrzeug 6	334	332	214	212
Fahrzeug 7	432	430	426	424
Fahrzeug 8	115	115	46	46
Fahrzeug 9	93	93	33	33
Fahrzeug 10	80	80	104	104
Fahrzeug 11	144	138	32	32
Fahrzeug 12	156	155	186	118
Fahrzeug 13	128	128	91	91
Fahrzeug 14	140	85	---	---
Fahrzeug 15	106	106	141	126
Fahrzeug 16	48	48	65	64
Fahrzeug 17	63	62	157	117
Fahrzeug 18	111	111	150	150

Fahrzeug	Anzahl ausgewiesene Messwerte Diagnosegerät 1 - OEM	Anzahl dargestellte Messwerte Diagnosegerät 1 - OEM	Anzahl ausgewiesene Messwerte Diagnosegerät 2 - OEM	Anzahl dargestellte Messwerte Diagnosegerät 2 - OEM
Fahrzeug 19	306	295	128	110
Fahrzeug 20	355	355	248	248

Tab. 3-2: Übersicht über die Anzahl der auslesbaren Sensorinformationen über OEM-Diagnoseprotokoll (schraffiert = auffällig)

Beim Auslesen der Werte über standardisiertes EOBD-Protokoll traten nur geringfügige Abweichungen auf.

### b) Vergleich der Anzahl der Werte zwischen EOBD- und OEM-Diagnose

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass über die fahrzeugspezifischen Diagnoseprotokolle mehrheitlich mehr Informationen abrufbar sind als über das standardisierte EOBD-Verfahren. Bei einigen Fahrzeugen konnten jedoch mit dem Diagnosegerät 2 über die EOBD-Diagnose mehr Messwerte ermittelt werden.

Weiterhin ist auffällig, dass es mit beiden Mehrmarkendiagnosegeräten nicht möglich war, Werte aus Fahrzeug 3 über OEM-Diagnoseprotokoll auszulesen. Lediglich das Herstellerdiagnosegerät 3 konnte 101 Istwerte ermitteln. Dies lässt sich mit der zugriffsgeschützten Diagnosekommunikation erklären, die bei diesem Fahrzeug verwendet wird. Die Mehrmarkendiagnosegeräte haben dieses Verfahren nicht implementiert. Bei Fahrzeugen mit zugriffsgeschützter Diagnosekommunikation kamen zusätzlich zu den Mehrmarkendiagnosegeräten auch herstellereigene Diagnosegeräte zum Einsatz.

Es ist ebenfalls erkennbar, dass das Herstellerdiagnosegerät 5 dem Anwender verhältnismäßig viele Werte (>800) zur Verfügung stellt. Die Bezeichnungen der Istwerte lassen hierbei darauf schließen, dass neben den typischen Werten, die für eine Werkstattdiagnose verwendet werden, ebenfalls Werte verwendet werden, die für die Steuergeräteapplikation nötig sind.

Zwei Fahrzeuge wurden teilweise vom Mehrmarkendiagnosegerät nicht unterstützt. So konnten z. B. mit dem Diagnosegerät 2 keine OEM-Werte für Fahrzeug 14 ermittelt werden, das Diagnosegerät 1 verweigerte Werte für die Fahrzeuge 1 und 2. Hierbei wurde der Menüpunkt Istwerte im Motorsteuergerät nicht angeboten.

Die nachfolgende Tabelle beschreibt die dargestellten Messwerte aller verwendeten Diagnosegeräte sowohl als EOBD-Kommunikation als auch über OEM-Diagnoseprotokoll.

Fahrzeug	Anzahl dargestellte Messwerte						
	Diagnosegerät 1 - EOBD	Diagnosegerät 1 - OEM	Diagnosegerät 2 - EOBD	Diagnosegerät 2 - OEM	Diagnosegerät 3 - OEM	Diagnosegerät 4 - OEM	Diagnosegerät 5 - OEM
Fahrzeug 1	66	---	49	293			868
Fahrzeug 2	96	---	40	373			806
Fahrzeug 3	63	---	43	---	101		
Fahrzeug 4	42	115	34	120	81		
Fahrzeug 5	62	75	50	22			
Fahrzeug 6	71	332	48	212			
Fahrzeug 7	76	430	39	424			
Fahrzeug 8	49	115	54	46			
Fahrzeug 9	47	93	48	33		30	
Fahrzeug 10	87	80	46	104			

Fahrzeug	Anzahl dargestellte Messwerte						
	Diagnose- gerät 1 - EOBD	Diagnose- gerät 1 - OEM	Diagnose- gerät 2 - EOBD	Diagnose- gerät 2 - OEM	Diagnose- gerät 3 - OEM	Diagnose- gerät 4 - OEM	Diagnose- gerät 5 - OEM
Fahrzeug 11	35	138	37	32			
Fahrzeug 12	39	155	29	118			
Fahrzeug 13	50	128	47	91			
Fahrzeug 14	49	85	49	---			
Fahrzeug 15	19	106	27	126			
Fahrzeug 16	47	48	48	64			
Fahrzeug 17	42	62	33	117			
Fahrzeug 18	42	111	48	150			
Fahrzeug 19	50	295	36	110			
Fahrzeug 20	57	355	37	248			

Tab. 3-3: Vergleich der Werte zwischen OEM- und EOBD-Diagnose

### c) Vergleich der Anzahl der Werte zwischen Diagnosegerät 1 und 2

Um die beiden Mehrmarkendiagnosegeräte untereinander hinsichtlich der Prüftiefe vergleichen zu können, wurde bei allen Fahrzeugen untersucht, mit welchem Gerät mehr Werte auslesbar sind, sowohl bei der EOBD-Diagnose als auch bei der OEM-Diagnose. Hier ergab sich ein leichtes Ungleichgewicht zugunsten des Diagnosegeräts 1. Es wurden an 13 Fahrzeugen (EOBD-Diagnose) bzw. bei zehn Fahrzeugen (OEM-Diagnose) mehr Messwerte mit dem Diagnosegerät 1 ermittelt als mit dem Diagnosegerät 2. Umgekehrt konnten an jeweils sechs Fahrzeugen mit dem zweiten Diagnosegerät mehr Istwerte ausgelesen werden. Bei den übrigen Fahrzeugen wurde entweder die gleiche Anzahl an Werten mit beiden Geräten ermittelt oder es konnten keine Werte ermittelt werden. Auffällig ist weiterhin, dass mit dem Diagnosegerät 1 meist deutlich mehr Istwerte ermittelt werden können. Beispielsweise wurden bei Fahrzeug 7 oder auch bei Fahrzeug 2 über das EOBD-Protokoll fast doppelt so viel Messwerte ausgelesen. Eine vertiefte Untersuchung zum Vergleich der beiden Diagnosegeräte findet in Kapitel 3.4.3 statt. Eine Abhängigkeit des Ergebnisses von der Fahrzeugmarke ließ sich nicht eindeutig feststellen. In Tab. 3-4 sind die Ergebnisse dargestellt.

Fahrzeug	Anzahl dargestellte Messwerte			
	Diagnose- gerät 1 - EOBD	Diagnose- gerät 2 - EOBD	Diagnose- gerät 1 - OEM	Diagnose- gerät 2 - OEM
Fahrzeug 1	66	49	---	293
Fahrzeug 2	96	40	---	373
Fahrzeug 3	63	43	---	---
Fahrzeug 4	42	34	115	120
Fahrzeug 5	62	50	75	22
Fahrzeug 6	71	48	332	212
Fahrzeug 7	76	39	430	424
Fahrzeug 8	49	54	115	46

Fahrzeug	Anzahl dargestellte Messwerte			
	Diagnose- gerät 1 - EOBD	Diagnose- gerät 2 - EOBD	Diagnose- gerät 1 - OEM	Diagnose- gerät 2 - OEM
Fahrzeug 9	47	48	93	33
Fahrzeug 10	87	46	80	104
Fahrzeug 11	35	37	138	32
Fahrzeug 12	39	29	155	118
Fahrzeug 13	50	47	128	91
Fahrzeug 14	49	49	85	---
Fahrzeug 15	19	27	106	126
Fahrzeug 16	47	48	48	64
Fahrzeug 17	42	33	62	117
Fahrzeug 18	42	48	111	150
Fahrzeug 19	50	36	295	110
Fahrzeug 20	57	37	355	248

Tab. 3-4: Vergleich der Diagnosegeräte untereinander (hell schraffiert = Diagnosegerät 1 mehr Werte; dunkel schraffiert = Diagnosegerät 2 mehr Werte)

#### d) Vergleich der Fahrzeughersteller

Bei Betrachtung der Ergebnisse zwischen den einzelnen Fahrzeugherstellern fällt auf, dass insbesondere die Fahrzeuge 1, 2, 6, 19 und 20, welche alle dem gleichen Fahrzeughersteller angehören, eine überdurchschnittlich hohe Anzahl an Sensorinformationen über die proprietären Diagnoseprotokolle zur Verfügung stellen. Auch bei Fahrzeug 7 konnten sowohl mit Diagnosegerät 1 (430 Istwerte) als auch mit Diagnosegerät 2 (424 Istwerte) mehrere hundert Messwerte ausgelesen werden. Weiterhin wurden bei Fahrzeug 20 sowie bei Fahrzeug 6 ca. 350 Werte (Diagnosegerät 1) bzw. ca. 250 Istwerte (Diagnosegerät 2) ermittelt. Die nachfolgende Tabelle stellt die Ergebnisse als Übersicht dar.

Fahrzeug	Anzahl dargestellte Messwerte			
	Diagnose- gerät 1 - EOBD	Diagnose- gerät 2 - EOBD	Diagnose- gerät 1 - OEM	Diagnose- gerät 2 - OEM
Fahrzeug 1	66	49	---	293
Fahrzeug 2	96	40	---	373
Fahrzeug 3	63	43	---	---
Fahrzeug 4	42	34	115	120
Fahrzeug 5	62	50	75	22
Fahrzeug 6	71	48	332	212
Fahrzeug 7	76	39	430	424
Fahrzeug 8	49	54	115	46
Fahrzeug 9	47	48	93	33

Fahrzeug	Anzahl dargestellte Messwerte			
	Diagnose- gerät 1 - EOBD	Diagnose- gerät 2 - EOBD	Diagnose- gerät 1 - OEM	Diagnose- gerät 2 - OEM
Fahrzeug 10	87	46	80	104
Fahrzeug 11	35	37	138	32
Fahrzeug 12	39	29	155	118
Fahrzeug 13	50	47	128	91
Fahrzeug 14	49	49	85	---
Fahrzeug 15	19	27	106	126
Fahrzeug 16	47	48	48	64
Fahrzeug 17	42	33	62	117
Fahrzeug 18	42	48	111	150
Fahrzeug 19	50	36	295	110
Fahrzeug 20	57	37	355	248

Tab. 3-5: Vergleich der dargestellten Messwerte (schraffiert = auffällig hohe Anzahl gegenüber den anderen Fahrzeugen)

### 3.4.2 Auswertung von neun definierten Sensorgrößen

Um eine detailliertere Aussage zu dem Umfang der unterstützten Sensorinformationen zu erlangen, wurden neun Messwerte definiert, die einer genaueren Betrachtung unterzogen werden sollen:

- AGR (Abgasrückführsystem)
- Ansauglufttemperatur
- Lambda-Wert (Bank1 – Sensor1)
- Luftmasse
- Motorkühlmitteltemperatur
- Motordrehzahl
- Saugrohrdruck
- Lambdasondenspannung (Bank1 – Sensor2)
- Motorlast

Der Fokus der Untersuchungen liegt hierbei auf dem Vergleich der genauen Bezeichnungen der Größen, der Bezeichnungen der Einheiten sowie der Unterstützung seitens des Fahrzeugs. Das Auslesen der Werte wird sowohl über das standardisierte EOBD-Protokoll als auch über das proprietäre OEM-Protokoll mit beiden Mehrmarkendiagnosegeräten durchgeführt. Zunächst wurde untersucht, bei wie vielen Fahrzeugen die definierten Werte auslesbar waren (Tab. 3-6).

ausgelesener Istwert	ausgelesen an Anzahl an Fahrzeugen			
	Diagnosegerät 1 EOBD	Diagnosegerät 2 EOBD	Diagnosegerät 1 OEM	Diagnosegerät 2 OEM
Motordrehzahl	20	20	17	12
Motorkühlmitteltemperatur	20	20	17	14

ausgelesener Istwert	ausgelesen an Anzahl an Fahrzeugen			
	Diagnosegerät 1 EOBD	Diagnosegerät 2 EOBD	Diagnosegerät 1 OEM	Diagnosegerät 2 OEM
Ansauglufttemperatur	20	15	15	14
Luftmasse	14	13	16	12
Saugrohrdruck	16	15	14	11
AGR (Abgasrückführsystem)	5	11	10	9
Lambda-Wert (B1 - S1)	18	15	11	6
Lambdasondenspannung (B1 - S2)	10	11	7	6
Motorlast	20	20	10	10

Tab. 3-6: Überblick über Anzahl der Fahrzeuge, an denen die definierten Werte auslesbar waren (Auffällige Werte markiert)

Hier stellte sich heraus, dass meist mehr Werte über die EOBD-Diagnose als über OEM-Diagnose auslesbar waren. Lediglich die Werte AGR (Abgasrückführsystem) und Luftmasse wurden bei mehr Fahrzeugen über das OEM-Protokoll bei Diagnosegerät 1 ausgelesen (dunkel schraffiert). Dabei ist zu erwähnen, dass beim AGR (Abgasrückführsystem) verschiedene Bezeichnungen der Istwerte ausgewertet und in einem Wert zusammengefasst wurden. So konnte z. B. bei einigen Fahrzeugen die Ansteuerung des AGR-Ventils (z. B. Ansteuerung AGR-Ventil 1 Bank 1: 0,00 %) ausgelesen werden, bei anderen wiederum die Position des Abgasrückführventils (z. B. Position EGR-Ventil Zylinderreihe 1: 1 %). Die Motordrehzahl, die Motor kühlmittemperatur sowie die Motorlast konnten bei jedem Fahrzeug über EOBD-Protokoll mit beiden Geräten ausgelesen werden (hell schraffiert). Am wenigsten unterstützt wurden die Werte AGR (Abgasrückführsystem) bzw. Lambdasondenspannung (B1 – S2). Diese konnten insgesamt nur bei sechs Fahrzeugen über das EOBD-Protokoll bei Diagnosegerät 1 und bei sechs bzw. sieben Fahrzeugen über OEM-Diagnose ausgelesen werden (kariert hervorgehoben). Des Weiteren fiel auf, dass meist mehr Werte über das Diagnosegerät 1 als über das Diagnosegerät 2 ausgelesen werden konnten, lediglich die Werte Lambdasondenspannung (B1 – S2) und AGR (Abgasrückführsystem) konnten über EOBD des Diagnosegeräts 2 häufiger ausgelesen werden.

Bei Betrachtung der Einheiten ergibt sich ein unterschiedliches Bild. Für die Motordrehzahl und die Temperaturen werden meist nur andere Schreibweisen für ein und dieselbe Einheit verwendet. Bei der Motordrehzahl konnten die Einheiten 1/min sowie U/min ausgelesen werden. Lediglich Diagnosegerät 2 verwendet über das EOBD-Protokoll die Einheit Motordrehzahl. Ähnlich verhält es sich bei der Motorkühlmittemperatur und der Ansauglufttemperatur. Für die Einheit Grad Celsius kommen die Schreibweisen °C und degC zum Einsatz (Tab. 3-7).

Fahrzeug	Ansauglufttemperatur			
	Diagnosegerät 1 - EOBD	Diagnosegerät 2 - EOBD	Diagnosegerät 1 - OEM	Diagnosegerät 2 - OEM
Fahrzeug 1	°C	°C	----	°C
Fahrzeug 2	°C	°C	-	°C
Fahrzeug 3	°C	-	-	-
Fahrzeug 4	°C	-	-	°C
Fahrzeug 5	°C	°C	°C	°C
Fahrzeug 6	°C	-	°C	°C
Fahrzeug 7	°C	°C	-	°C

Fahrzeug	Ansauglufttemperatur			
	Diagnose- gerät 1 - E- OBD	Diagnose- gerät 2 - EOBD	Diagnose- gerät 1 - OEM	Diagnose- gerät 2 - OEM
Fahrzeug 8	°C	°C	degC	°C
Fahrzeug 9	°C	°C	degC	°C
Fahrzeug 10	°C	°C	°C	°C
Fahrzeug 11	°C	°C	°C	-
Fahrzeug 12	°C	-	degC	°C
Fahrzeug 13	°C	-	degC	°C
Fahrzeug 14	°C	°C	degC	-
Fahrzeug 15	°C	°C	°C	°C
Fahrzeug 16	°C	°C	°C	°C
Fahrzeug 17	°C	°C	degC	°C
Fahrzeug 18	°C	°C	°C	°C
Fahrzeug 19	°C	°C	degC	-
Fahrzeug 20	°C	°C	degC	----

Tab. 3-7: Auszug aus den Untersuchungsergebnissen bezüglich der Einheiten der Ansauglufttemperatur

Bei Betrachtung der Größen Luftmasse und Saugrohrdruck werden verschiedenste Einheiten von den Geräten ausgegeben. Der Saugrohrdruck wird in kPa, hPa, mbar und bar angezeigt. Die meisten unterschiedlichen Einheiten kommen bei der Luftmasse zum Einsatz, so z. B. g/s, kg/h, mg/Hub, mg/s mg oder mV. Tab. 3-8 gibt einen Überblick über die Verwendung der unterschiedlichen Einheiten der Luftmasse bei den Untersuchungsfahrzeugen.

Fahrzeug	Luftmasse			
	Diagnose- gerät 1 - EOBD	Diagnose- gerät 2 - EOBD	Diagnose- gerät 1 - OEM	Diagnose- gerät 2 - OEM
Fahrzeug 1	----	----	----	mg/Hub
Fahrzeug 2	g/s	g/s	-	g/s
Fahrzeug 3	-	-	-	-
Fahrzeug 4	g/s	-	mg/s	mg/Hub
Fahrzeug 5	-	-	kg/h	kg/h
Fahrzeug 6	-	-	kg/h	kg/h
Fahrzeug 7	g/s	g/s	g/s	g/s
Fahrzeug 8	g/s	g/s	kg/h	kg/h
Fahrzeug 9	-	-	kg/h	-
Fahrzeug 10	g/s	g/s	kg/h	g/s

Fahrzeug	Luftmasse			
	Diagnose- gerät 1 - EOBD	Diagnose- gerät 2 - EOBD	Diagnose- gerät 1 - OEM	Diagnose- gerät 2 - OEM
Fahrzeug 11	g/s	g/s	mg	-
Fahrzeug 12	g/s	g/s	mg	mg/Hub
Fahrzeug 13	g/s	g/s	mV	-
Fahrzeug 14	g/s	g/s	g/s	-
Fahrzeug 15	g/s	g/ s	kg/h	kg/h
Fahrzeug 16	-	-	kg/h	kg/h
Fahrzeug 17	g/s	g/s	-	g/s
Fahrzeug 18	g/s	g/s	g/s	g/s
Fahrzeug 19	g/s	g/s	g/s	-
Fahrzeug 20	g/s	g/s	g	kg/h

Tab. 3-8: Übersicht der Einheiten der Luftmasse beider Mehrmarkendiagnosegeräte

Neben den Einheiten wurden ebenfalls die absoluten Werte der Parameter näher untersucht. Der Großteil aller ausgelesenen Werte lieferte plausible Ergebnisse. Lediglich bei Fahrzeug 6 wurde eine unplausible Ansaugtemperatur (Ansaugluft-Temperatursensor B1 – S3) von 215 °C mit dem Diagnosegerät 1 über OEM-Protokoll ausgelesen. Bei genauerer Untersuchung konnte festgestellt werden, dass dieser Sensor in dem Fahrzeug nicht verbaut ist. Bei Annahme einer typischen Temperaturspanne solcher Sensoren von -40 °C bis 215 °C stellt der ausgelesene Wert den Maximalwert dar, den die Anzeige annehmen kann. Typischerweise ist für die Information für einen Temperatursensor ein Byte (hex) reserviert. Um negative Temperaturen abbilden zu können, wird ein Offset von 40 (dez) verwendet. Somit wird aus dem Fahrzeug ein hexadezimaler Wert für diesen Sensor von 0xFF ausgelesen. Nach nachfolgender Gleichung entspricht dies genau 215 °C.

- Temperatur (°C) = 0xFF(hex) – 40

Wird der hexadezimale Wert 0xFF in dezimaler Schreibweise dargestellt, ergibt sich 255. In die Gleichung eingesetzt ergibt sich:

- Temperatur (°C) = 255(dez) – 40 = 215 °C

Somit werden vom Diagnosegerät Anfragen bezüglich Sensoren an das Fahrzeug gestellt, die bei diesem speziellen Fahrzeug keine Verwendung finden und eventuell beim Anwender zu Verwirrung bzw. Falschdiagnosen führen können.

Eine detaillierte Übersicht über alle ausgelesenen Werte ist im digitalen Anhang zu finden.

### 3.4.3 Analyse aller verfügbaren Messwerte eines Versuchsfahrzeugs

Für eine detaillierte Betrachtung der Diagnosemöglichkeiten moderner Fahrzeuge wurde ein aktuelles Fahrzeug näher untersucht. Zur Untersuchung der Sensorinformationen mit den zwei Mehrmarkendiagnosegeräten wurde zusätzlich das herstellereigene Diagnosegerät für den Vergleich verwendet.

#### a) Vergleich der EOBD-Sensorinformationen der beiden Mehrmarkendiagnosegeräte

Für diesen Vergleich wurden die Messwerte aus den EOBD-Messwertprotokollen in eine Excel-Datei übertragen und miteinander verglichen. Dafür wurden die Bezeichnungen, Werte und Einheiten der Diagnosejobs gegenübergestellt.

Die auslesbaren PIDs (Parameter Identifier bzw. Diagnoseanfrage) sind nach SAE J1979 standardisiert, d. h. zu jeder PID existiert eine Berechnungsvorschrift zur Umrechnung von Hexadezimal- zu Dezimalwerten mit zugehöriger Einheit. Zur besseren Erläuterung wird nachfolgendes Beispiel angeführt:

- PID 0x0C (Motordrehzahl); Einheit: min<sup>-1</sup>:

Es sind 2 Byte an Daten für die Motordrehzahl reserviert. Das Diagnosegerät liest den hexadezimalen Wert 2E E0 aus dem Motorsteuergerät aus. Nach SAE J1979 wird dieser Wert in dezimale Schreibweise umgewandelt. Dies entspricht 12000. Im letzten Schritt wird der Dezimalwert durch 4 dividiert. Somit wird eine Motordrehzahl von 3000 min<sup>-1</sup> ausgelesen.

Bei den Bezeichnungen der EOBD-Diagnoseanfragen sind nur vier Benennungen zwischen beiden Geräten identisch, die restlichen weisen Unterschiede auf. Die auffälligste Abweichung ist beim Diagnosejob 0x68 (Ansauglufttemperatur) zu erkennen. Die Diagnosejobs 0x5E und 0x9D (Momentaner Kraftstoffverbrauch) sind bei Diagnosegerät 1 gleich benannt. Obwohl die Bezeichnungen der Diagnoseanfragen (PIDs) ebenfalls genormt sind, ergeben sich bei den Diagnosegeräten große Unterschiede in der Benennung. Dies begründet sich damit, dass die Standardisierung nur in englischer Sprache vorliegt. Für eine Benennung in deutscher Sprache werden die englischen Bezeichnungen vermutlich unterschiedlich ins Deutsche übersetzt. Mit Diagnosegerät 1 konnten insgesamt mehr Werte über standardisierte EOBD-Diagnose ausgelesen werden. Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über alle mit beiden Diagnosegeräten ausgelesenen Werte.

	Diagnosegerät 1	Diagnosegerät 2
Diagnosejob (PID)	Bezeichnung	Bezeichnung
0x01		Gespeicherte Antriebsstrang Fehlercodes
0x01		Störungslampe (MIL)
0x01	Ladedrucksystem betriebsbereit	Überwachung Ladedrucksystem
0x01	Übrige Komponenten betriebsbereit	Überwachung Hauptkomponenten
0x01	AGR und/oder VVT betriebsbereit	Überwachung VVT- und/oder AGR-System
0x01	Abgassensor betriebsbereit	Überwachung Abgassensor
0x01	Kraftstoffsystem betriebsbereit	Überwachung Kraftstoffsystem
0x01	NMHC-Katalysator betriebsbereit	Überwachung NMHC-Katalysator
0x01	Aussetzererkennung betriebsbereit	Überwachung Fehlzündungen
0x01	NOx-Katalysator betriebsbereit	Überwachung SCR-/NOx-Abgasnachbehandlung
0x01	Partikelfilter betriebsbereit	Überwachung Dieselpartikelfilter
0x04	Berechneter Lastwert	Berechneter Lastwert
0x05	Kühlmittel-Temperatur	Motor Kühlmitteltemperatur
0x0C	Motordrehzahl	Motordrehzahl
0x0D	Geschwindigkeit	Sensor Fahrgeschwindigkeit
0x1C	On Board-Diagnose (OBD): Status	OBD Status des Fahrzeugs
0x21	Wegstrecke mit aktivierter MIL	Zurückgelegte Wegstrecke mit aktivierter MIL
0x30	Warm-Start-Zyklen seit Fehler gelöscht	Anzahl der Aufwärmphasen nach Löschung der Fehlercodes
0x31	Wegstrecke seit Fehler gelöscht	Zurückgelegte Wegstrecke nach Löschen der Fehlercodes

	Diagnosegerät 1	Diagnosegerät 2
Diagnosejob (PID)	Bezeichnung	Bezeichnung
0x41	Übrige Komponenten abgeschlossen	
0x42	Spannung am Steuermodul	
0x49	Fahrpedalposition D	Fahrpedalposition D
0x5C	Motoröl: Temperatur	Motor Öltemperatur
0x5E	Momentaner Kraftstoffverbrauch	Kraftstoffverbrauch
0x62	Ist-Motor-Drehmoment	Ist-Drehmoment (in den Zylindern erzeugtes Drehmoment)
0x63	Soll-Motor-Drehmoment	Motor Solldrehmoment
0x66	Luftmassenmesser A	Luftmassenmesser A
0x68	Ansaugluft-Temperatursensor 1 (Bank 1)	Zylinderreihe 1 Sensor 1
0x6C	Relative Drosselklappen-Position A	Angelernte Drosselklappenposition A
0x6D	Raildruck A	Kraftstoffraildruck A
0x70	Turbolader-Ladedrucksensor A	Turbolader Ist-Ladedruck A
0x88	SCR_IND	
0x88	Strecke in T1	
0x88	Strecke T1 mit SCR-System aktiv	
0x88	Strecke T2 mit SCR-System aktiv	
0x88	Strecke T3 mit SCR-System aktiv	
0x88	Strecke T4 mit SCR-System aktiv	
0x88	SCR-System Historie T1	
0x88	SCR-System Historie T2	
0x88	SCR-System Historie T3	
0x88	SCR-System Historie T4	
0x8B	Strecke zwischen DPF-Regeneration	Durchschnittliche Wegstrecke zwischen den DPF-Regenerationen
0x8B	Norm. Trigger für DPF-Regeneration	Normierte Aktivierung für die DPF-Regeneration
0x8B	Dieselpartikelfilter-Regeneration	Status der Regeneration des Dieselpartikelfilters (DPF)
0x8E	Verhältnis Reibmoment/Drehmoment	Motor Reibmoment - Drehmoment in Prozent
0x92	Status Kraftstoff-HD-Regelung B1	Status Kraftstoffdrucküberwachung 1
0x9D	Momentaner Kraftstoffverbrauch	
0x9D	Kraftstoffdurchflussmenge	
0x9E	Abgasdurchflussmenge	

Tab. 3-9: Ausgelesene Bezeichnungen der EOBD-Parameter mit beiden Mehrmarkendiagnosegeräten (Auffälligkeiten markiert)

Bei Vergleich der Einheiten fällt auf, dass hier weit weniger Abweichungen als bei den Bezeichnungen der Werte auftreten (Tab. 3-10). Lediglich beim Parameter Motordrehzahl unterscheidet sich einerseits die mathematische Schreibweise der Einheit zwischen SAE J1979-Norm ( $\text{min}^{-1}$ ) und Diagnosegerät 1 (1/min), andererseits wird bei Diagnosegerät 2 stets das Wort Motordrehzahl als Einheit verwendet. Weiterhin gibt es Abweichungen bei Diagnosegerät 1 beim Auslesen der PID 0x5E (Kraftstoffverbrauch). Statt L/h (SAE J1979) bzw. l/h (Diagnosegerät 2) wird die Einheit g/s verwendet.

	<b>SAE J1979-DA</b>	<b>Diagnosegerät 1</b>	<b>Diagnosegerät 2</b>
Diagnosejob (PID)	Einheit	Einheit	Einheit
0x04	%	%	%
0x05	°C	°C	°C
0x0C	$\text{min}^{-1}$	1/min	Motordrehzahl
0x0D	km/h	km/h	km/h
0x21	km	km	km
0x31	km	km	km
0x42	V	V	
0x49	%	%	%
0x5C	°C	°C	°C
0x5E	L/h	g/s	l/h
0x62	%	%	%
0x63	Nm	Nm	Nm
0x66	g/s	g/s	g/s
0x68	°C	°C	°C
0x6C	%	%	%
0x6D	kPa	kPa	kPa
0x70	kPa	kPa	kPa
0x88	km	km	
0x8B	km	km	km
0x8B	%	%	%
0x8E	%	%	%
0x9D	g/s	g/s	
0x9D	g/s	g/s	
0x9E	kg/h	kg/h	

Tab. 3-10: Vergleich der Einheiten bei EOBD-Abfragen mit beiden Diagnosegeräten sowie Norm SAE J1979

Laut SAE J1979 ist es möglich, mit Hilfe sogenannter Supported-IDs zu ermitteln, welche Abfragen vom Fahrzeug unterstützt werden. Hierzu beginnt das Diagnosegerät mit der Anfrage 0x01 00. Als Antwort werden vom Fahrzeug alle unterstützten PIDs im Bereich zwischen 0x01 00 und 0x01 20 in Form von Statusbits

zurückübermittelt. Eine 1 bedeutet hierbei, dass die Anfrage vom Fahrzeug unterstützt wird, eine 0 entsprechend das Gegenteil. Wird als letztes Bit eine 1 übermittelt, so stehen weitere Werte im Bereich von 0x01 20 bis 0x01 40 zur Verfügung. Somit sendet nun das Diagnosegerät die nächste Anfrage 0x01 20 an das Fahrzeug. Dies kann nun solange fortgeführt werden, bis das letzte übermittelte Bit 0 annimmt. Damit signalisiert das Fahrzeug, dass keine weiteren Abfragen unterstützt werden.

Durch Aufzeichnen der Kommunikation zwischen Fahrzeug und Diagnosegerät fiel auf, dass das Diagnosegerät 2 nach positiver Rückmeldung vom Fahrzeug nach 0x01 40 keine weiteren Anfragen an das Fahrzeug sendet, obwohl dies fahrzeugeitig unterstützt wird (Tab. 3-11). Wie eingangs erwähnt, bietet das Diagnosegerät 2 die Möglichkeit, vor Anzeige der Istwerte, spezielle Werte auszuwählen. Diese sind farbig hinterlegt. In den vorangegangenen Untersuchungen wurden nur gelb und grün markierte Werte ausgewählt. Diese Auswahl begründet sich mit der Tatsache, dass die rot markierten Werte teilweise Informationen suggerierten, die von Sensoren stammen sollten, die jedoch im Fahrzeug nicht verbaut sind. In der späteren Untersuchung dieses Fahrzeugs wurden die Auswahlmöglichkeiten des Diagnosegeräts 2 näher untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass auch bei Auswahl der rot markierten Werte, diese teilweise ausgelesen werden. Somit werden trotz der nicht durchgeführten Supported-ID-Anfragen ab 0x01 60 dem Anwender auch in diesem Bereich Werte zur Verfügung gestellt. Obwohl in dieser Untersuchung alle Werte ausgewählt wurden, konnte das Diagnosegerät 2 jedoch nicht alle von Fahrzeug unterstützten Werte auslesen und anzeigen.

Untersuchungsfahrzeug		Diagnosegerät 1	Diagnosegerät 2
Supported-ID Anfragen	Rohwert der unterstützte PIDs (Antwort vom Fahrzeug)	Anfrage durchgeführt?	Anfrage durchgeführt?
01 00	<b>Antwort: 41 00</b> Byte 1: 98 = 10011000 Byte 2: 18 = 00011000 Byte 3: 00 = 00000000 Byte 4: 11 = 00010001	ja	ja
01 20	<b>Antwort: 41 20</b> Byte 1: 80 = 10000000 Byte 2: 01 = 00000001 Byte 3: 80 = 10000000 Byte 4: 01 = 00000001	ja	ja
01 40	<b>Antwort: 41 40</b> Byte 1: 00 = 00000000 Byte 2: 80 = 10000000 Byte 3: 00 = 00000000 Byte 4: 15 = 00010101	ja	ja
01 60	<b>Antwort: 41 60</b> Byte 1: 65 = 01100101 Byte 2: 19 = 00011001 Byte 3: 00 = 00000000 Byte 4: 01 = 00000001	ja	nein
01 80	<b>Antwort: 41 80</b> Byte 1: 01 = 00000001 Byte 2: 24 = 00100100 Byte 3: 40 = 01000000 Byte 4: 0C = 00001100	ja	nein

Tab. 3-11: Übersicht der durchgeführten Supported-ID-Anfragen der Diagnosegeräte sowie fahrzeugeitige Unterstützung

Eine Auflistung aller in der SAE J1979-DA definierten PIDs ist im Anhang hinterlegt. Darin sind ebenfalls alle Werte gekennzeichnet, die mit den einzelnen Diagnosegeräten auslesbar waren.

**b) Vergleich der Sensorinformationen über OEM-Diagnoseprotokoll zwischen Diagnosegerät 1 und 2 sowie dem Diagnosegerät des Herstellers (Diagnosegerät 3)**

Für die Untersuchung der Diagnosemöglichkeiten über das herstellereigene Protokoll findet neben den Mehrmarkendiagnosegeräten ebenfalls das herstellereigene Diagnosegerät Verwendung.

Zunächst wurde geprüft, welche Sensorinformationen mit allen drei Diagnosegeräten auslesbar waren. Dabei konnten 39 von insgesamt 171 Istwerten, die mit einem der drei Geräte auslesbar waren, ermittelt werden. Hierzu zählen vor allem Werte, die mit der Grundfunktionalität des Motors in Verbindung stehen, wie z. B. die Motordrehzahl, Kühlmitteltemperatur, Luftmasse oder Kraftstoffhochdruck. Weiterhin sind Informationen mit den drei Geräten auslesbar, die die Motorperipherie bzw. die Abgasnachbehandlung betreffen:

- Ladedruck
- Rußgehalt des Partikelfilters
- Aschegehalt des Partikelfilters, usw.

Bei den Bezeichnungen der Parameter gibt es nur unwesentliche Abweichungen. Die Istwerte Kilometerstand, Motordrehzahl und Luftmasse sind bei allen drei Geräten gleich benannt.

Nachfolgende Tabelle zeigt alle auslesbaren Werte, die mit allen drei Geräten ermittelt werden konnten.

Diagnosegerät 1	Diagnosegerät 2	Diagnosegerät 3
Bezeichnung	Bezeichnung	Bezeichnung
Kraftstoff-Temperatur	Kraftstofftemperatur	B50 (Kraftstofftemperatur-Sensor)
Rail: Istdruck	Kraftstoff-Hochdrucksensor	B4/6 (Kraftstoffdruck-Sensor Hochdruck)
Klemme 15 Signal	Zündungsstatus	Zündung (Klemme 15)
Klemme 50	Eingang Klemme 50	Eingang 'Klemme 50'
Mittlere Einspritzmenge	Eingespritzte Menge	Einspritzmenge
Rußgehalt Partikelfilter	Rußgehalt des Dieselpartikelfilters	Rußgehalt des Dieselpartikelfilters
Batteriespannung	Batteriespannung	Batteriespannung
Status Starteransteuerung	Ausgang Klemme 50	Ausgang 'Klemme 50'
Raildruckabweichung	Raildruckabweichung	Raildruckschwankungen
Status Raildruckregelung	Raildruckregelung	Raildruckregelung
Kilometerstand	Kilometerstand	Kilometerstand
Motordrehzahl	Motordrehzahl	Motordrehzahl
Kraftstofftank: Füllstand	Kraftstoffstand	Kraftstoffstand
Abgastemperatur vor Partikelfilter	Temperatursensor vor Dieselpartikelfilter	B19/9 (Temperatursensor vor Dieselpartikelfilter)
Motorölsensor: Ölstand	Motorölstandssensor	B40/6 (Füllstandssensor Motoröl) Ölstand
Kraftstoff-Zumesseinheit: Stellstrom	Strom Mengenregelventil	Stromaufnahme des Bauteils 'Y94 (Mengenregelventil)'
Druckreglerstrom	Strom Druckregelventil	Stromaufnahme des Bauteils 'Y74 (Druckregelventil)'

Diagnosegerät 1	Diagnosegerät 2	Diagnosegerät 3
Bezeichnung	Bezeichnung	Bezeichnung
Rußbelastung DPF Gesamtmenge	Volumenleistung des Dieselpartikelfilters	Füllungsgrad des Dieselpartikelfilters
Fahrzeuggeschwindigkeit (CAN)	Fahrgeschwindigkeit	Fahrzeuggeschwindigkeit
Anforderung Elektrokraftstoffpumpe	Kraftstoffpumpen-Impulsrate	Tastverhältnis des Bauteils 'M3 (Kraftstoffpumpe)'
Kühlmittel-Temperatur Motor	Kühlmitteltemperatur	BI 1/4 (Kühlmitteltemperatur-Sensor)
Motoröl: Temperatur	Motor Öltemperatur	B1 (Motoröltemperatur-Sensor)
Ladedruck: Istwert	Ladedruck Istwert	B 5/1 (Ladedrucksensor)
Abgasdruck	Abgasdrucksensor	B60 (Abgasdruck)
Ist-Motor-Drehmoment	Gesamtdrehmoment (nach der Berechnung)	Gesamtes Drehmoment (nach Errechnung)
Drallklappen-Position	Motor Einlasskanalabschaltung	Tastverhältnis des Bauteils 'M55 (Stellmotor Einlasskanalabschaltung)
Drallklappen-Sollwert	Ansaugkanal-Ausschlussmotor (Sollwert)	Tastverhältnis des Bauteils 'M55 (Stellmotor Einlasskanalabschaltung)
Motoröldruck	Motoröldruck	B40/4 (Öldrucksensor)
Kraftstoffdruck: Istwert	Kraftstoffdruck	B4/7 (Kraftstoffdruck-Sensor)
Kraftstoffdruck: Sollwert	Kraftstoffdruck Sollwert	B4/7 (Kraftstoffdruck-Sensor)
Turbolader max. Verstellwinkel	Ladedrucksteller	Stellung des Bauteils 'Y 77/1 (Ladedrucksteller)'
Sollwert Kraftstofffördermenge	Kraftstoffpumpendurchflussrate	Fördermenge der Kraftstoffpumpe
Strom an Elektrokraftstoffpumpe	Von Kraftstoffpumpe verbrauchter Strom	Stromaufnahme des Bauteils 'M3 (Kraftstoffpumpe)'
Elektrokraftstoffpumpe: Drehzahl	Kraftstoffpumpe Ist-Drehzahl	Drehzahl des Bauteils 'M3 (Kraftstoffpumpe)'
Luftmasse	Luftmasse	Luftmasse
Partikelfilter: Aschebelastung	Aschegehalt des Dieselpartikelfilters	Aschegehalt des Dieselpartikelfilters
Drosselklappe 1: Position	Drosselklappensteller	M16/6 (Drosselklappensteller)
AGR-Kühlungsby-pass-Ventil: Status	Druckregelventil Bypass Abgasrückführkühler	Y85 (Umschaltventil Bypass Abgasrückführkühler)
AGR-Steller Niederdruck: Ansteuerung	AGR-Stellglied - Niederdruckkreis	Tastverhältnis des Bauteils IM 16/46 (Stellmotor Abgasrückführung Niederdruck)

Tab. 3-12: Vergleich der Benennungen der Sensorinformationen, die mit allen drei Diagnosegeräten auslesbar waren (identische Bezeichnungen schraffiert)

Im Anschluss wurden die Einheiten der Sensorinformationen einer genaueren Analyse unterzogen. Hierbei zeigten sich meist nur geringfügige Unterschiede in der Darstellungsform, z. B.  $\text{min}^{-1}$  oder  $1/\text{min}$  für eine

Drehzahl. Bei den Istwerten für Motoröldruck und Kraftstoffdrucksollwert wurden die Einheiten mbar (Diagnosegerät 1) und bar (Diagnosegerät 2 und 3) verwendet. Beim Kraftstoffdruckistwert konnten überdies drei unterschiedliche Einheiten ermittelt werden. Neben den zuvor benannten Einheiten wurde beim Diagnosegerät 3 die Einheit hPa verwendet.

Weiterhin konnte eine Unregelmäßigkeit beim Diagnosegerät 1 bezüglich der Einspritzmenge ermittelt werden. Bei diesem Gerät wird die Einheit mg/s verwendet, die anderen Diagnosegeräte verwenden hingegen die üblichere Einheit mg/Hub. Bei einer späteren detaillierten Untersuchung dieses Phänomens stellte sich heraus, dass diese Einheit vermutlich nicht korrekt ist, da die ausgelesenen Werte im Betrieb des Fahrzeugs nicht plausibel waren. In Tab. 3-13 sind die auffälligen Einheitenunterschiede dargestellt.

Diagnosegerät 1			Diagnosegerät 2			Diagnosegerät 3		
Bezeichnung	Wert	Einheit	Bezeichnung	Wert	Einheit	Bezeichnung	Wert	Einheit
Mittlere Einspritzmenge	0	mg/s	Eingespritzte Menge	0	mg/hub	Einspritzmenge	0	mg/Hub
Motoröldruck	1064	mbar	Motoröldruck	1	bar	B40/4 (Öldrucksensor)	1,1	bar
Kraftstoffdruck: Istwert	988	mbar	Kraftstoffdruck	1	bar	B4/7 (Kraftstoffdruck-Sensor)	1	bar
Kraftstoffdruck: Sollwert	4800	mbar	Kraftstoffdruck Sollwert	4,8	bar	B4/7 (Kraftstoffdruck-Sensor)	4800	hPa
Luftmasse	0	mg/s	Luftmasse	0	mg/Hub	Luftmasse	0	mg/Hub

Tab. 3-13: Auszug aus den verwendeten Einheiten der einzelnen Diagnosegeräte

Eine Auflistung aller ausgelesenen Sensorinformationen aller drei Diagnosegeräte kann dem digitalen Anhang entnommen werden. Mithilfe der aufgezeichneten Buskommunikation sowie den Diagnosedaten des Herstellers konnte eine hinreichend genaue Zuordnung der Sensorinformationen vorgenommen werden.

### 3.4.4 Auswertung der ausgelesenen OBFCM-Daten

Neben den Istwerten der verschiedensten Sensoren können auch weitere Daten über das standardisierte EOBD-Protokoll ausgelesen werden. So ist es z. B. möglich im Service 09 verschiedene Fahrzeuginformationen, wie die Fahrzeugidentifizierungsnummer oder seit Kurzem die OBFCM-Daten, auszulesen. Die VO (EU) 2018/1832 schreibt für Fahrzeuge der Klasse M1 und N1 mit einer Erstzulassung seit 01.01.2021 eine fahrzeuginterne Überwachungseinrichtung für den Kraftstoff- und/oder Stromverbrauch vor. Die so ermittelten Daten sollen europaweit ausgewertet und zur Überarbeitung der Typgenehmigungsvorschriften dienen.

Für die Untersuchung der Kraftstoff- und/oder Energieverbräuche wurden 20 Fahrzeuge ausgelesen, von denen sechs Fahrzeuge die Abfragen unterstützten. Fünf der sechs Fahrzeuge hatten eine Erstzulassung nach dem 01.01.2021. Ein Fahrzeug wurde im Nov. 2020 zugelassen. Damit konnte bei mehr als zwei Drittel aller Fahrzeuge, welche alle vor dem 01.01.2021 zugelassen wurden, keine OBFCM-Daten ermittelt werden. Unter den sechs erfolgreichen Fahrzeugen befinden sich zwei Fahrzeuge mit reinem Verbrennungsmotor und vier mit Plug-in-Hybridantrieb. In Bild 3-22 sind die Kraftstoffverbräuche aller Fahrzeuge in einem Balkendiagramm abgebildet. Das Fahrzeug mit dem höchsten Kraftstoffverbrauch ist Fahrzeug 1 mit 25,5 l/100 km. Damit verbrauchte er fünfeinhalbmal so viel wie Fahrzeug 5, das den niedrigsten Verbrauch mit 4,5 l/100 km aufweist. Dies könnte sich durch den geringen Gesamtkilometerstand von Fahrzeug 1 (ca. 500 km) erklären. Bei Fahrzeug 5 erklärt sich der geringe Kraftstoffverbrauch mit dem hohen elektrischen Fahranteil, das mit 59 % der gesamten Fahrstrecke überwiegend elektrisch gefahren wurde. Fahrzeug 5 weist weiterhin den niedrigsten Anteil des reinen Verbrennerbetriebes (ca. 2%) aller Fahrzeuge auf (Bild 3-23). Dieses wird im Folgenden weiter ausgeführt.

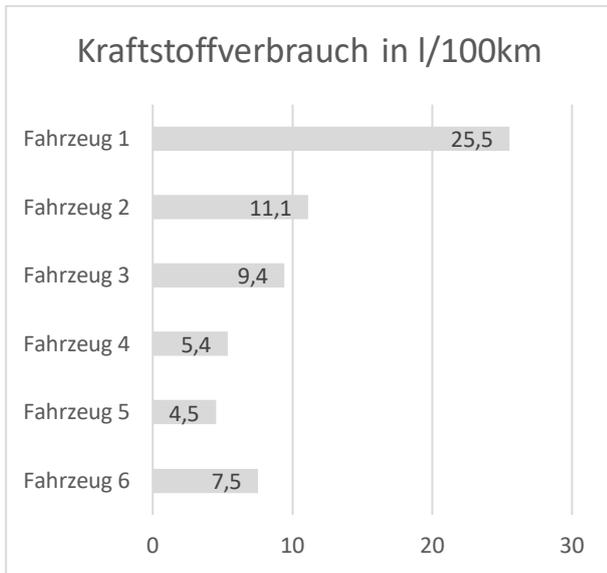


Bild 3-22: Kraftstoffverbrauch in l/100km

Auffällig ist weiterhin, dass Fahrzeug 4 auf 71 % der zurückgelegten Strecke ohne Elektromotor betrieben wurde und mit 5,4 l/100 km den zweitniedrigsten Kraftstoffverbrauch aufweist (Bild 3-24). Fahrzeug 3 verbrauchte bei gleichem Verbrenner-Fahranteil wie Fahrzeug 4 fast doppelt so viel Kraftstoff.

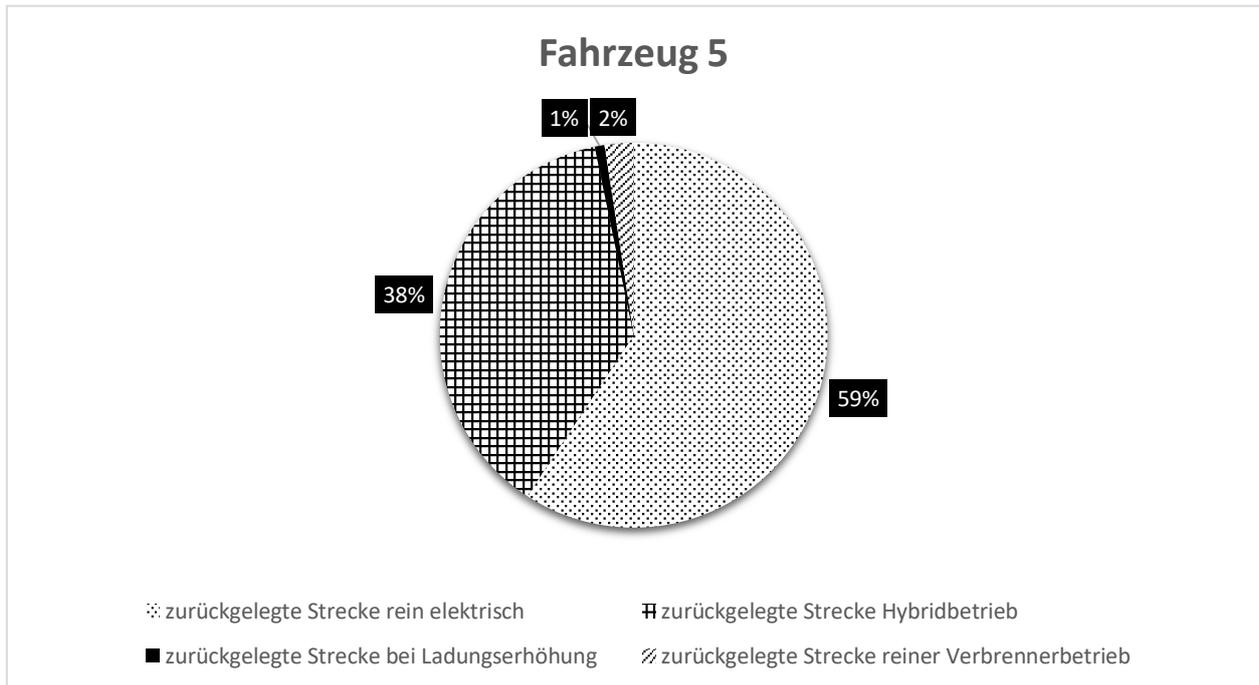


Bild 3-24: Streckenanteile von Fahrzeug 5

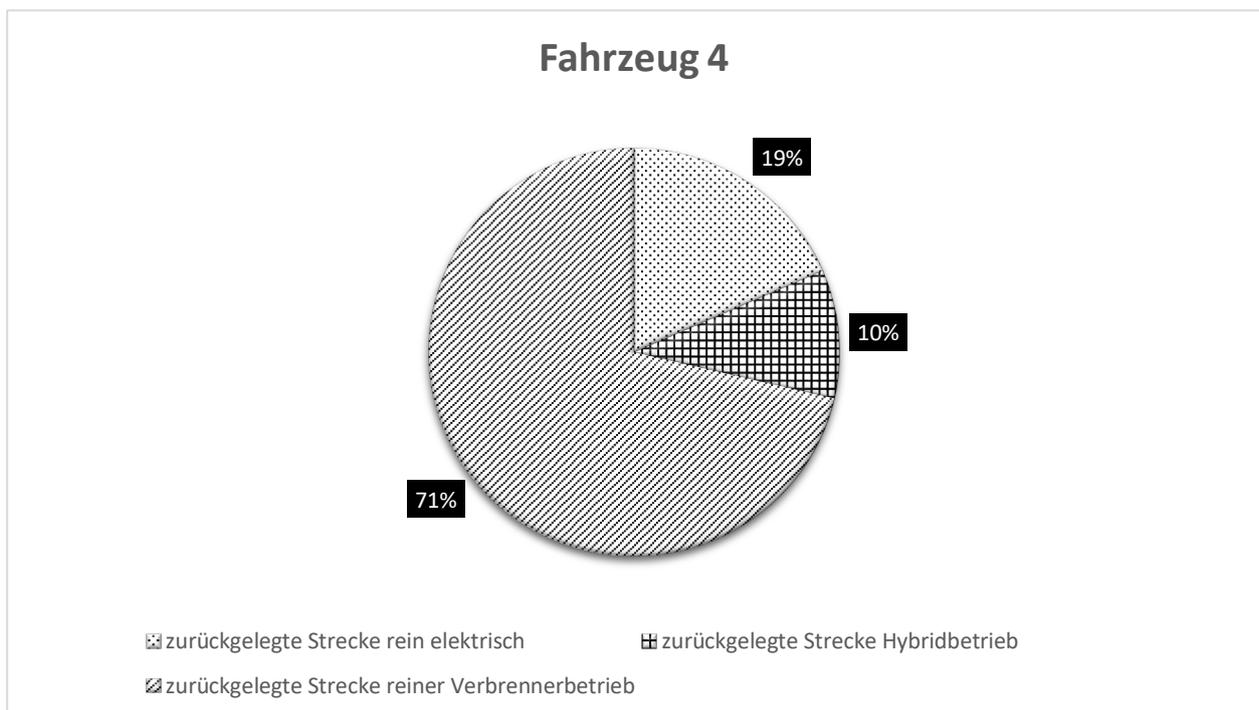


Bild 3-23: Fahranteile von Fahrzeug 4

Weiterhin ist in Bild 3-25 ersichtlich, dass die Fahrzeuge 3, 4 und 6 ca. ein Viertel der zurückgelegten Strecke rein elektrisch gefahren wurden. Einzig Fahrzeug 5 hat mit 59 % einen überdurchschnittlich großen Anteil der Strecke elektrisch zurückgelegt.

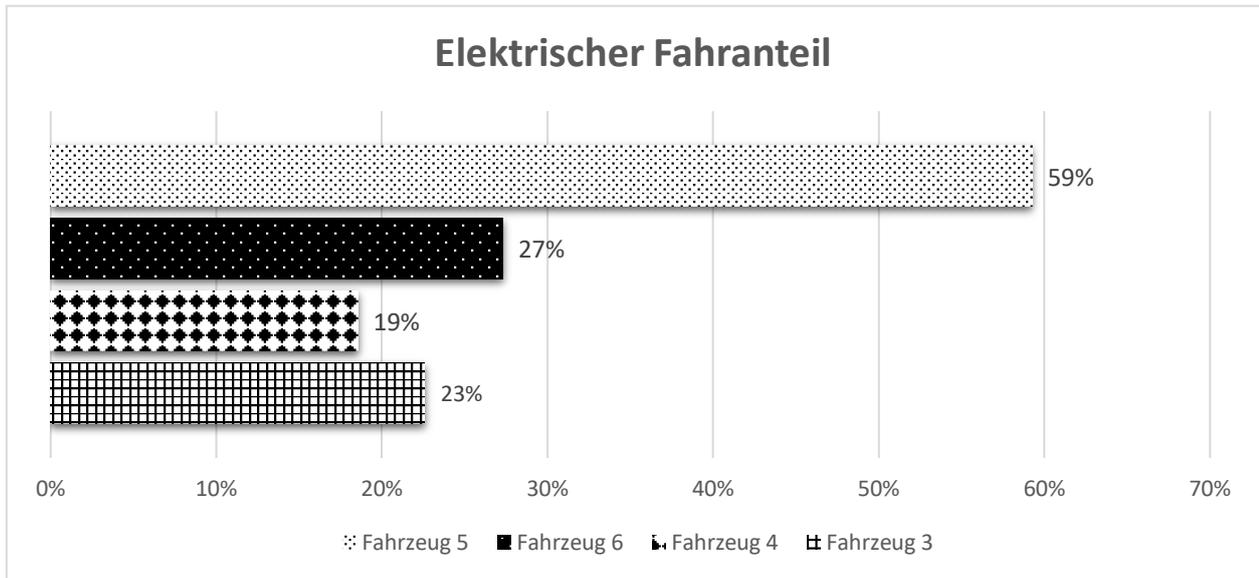


Bild 3-25: Rein elektrisch gefahrener Anteil an Gesamtfahrstrecke des jeweiligen Fahrzeugs

Wird der der Batterie zugeführte Netzenergieanteil betrachtet (Bild 3-26), ist zu erkennen, dass Fahrzeug 6 mit ca. 652 kWh am meisten geladen wurde, gefolgt von Fahrzeug 5. Fahrzeug 3 hingegen wurde mit 18 kWh kaum mit Netzenergie versorgt.

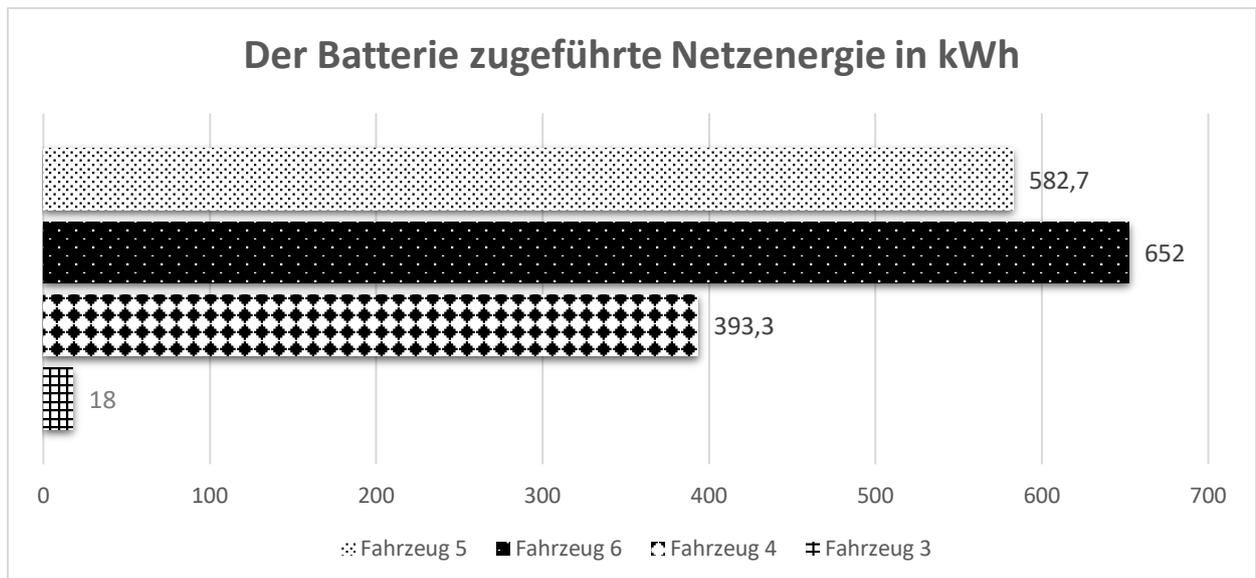


Bild 3-26: Der Batterie zugeführte Netzenergie der einzelnen Fahrzeuge

Wird nun die Netzenergie mit der jeweiligen Gesamtfahrstrecke ins Verhältnis gesetzt (Bild 3-27), ist erkennbar, dass Fahrzeug 5 überdurchschnittlich viel mit externem Strom versorgt wurde (113 Wh/km). Dies erklärt auch den relativen hohen Anteil der rein elektrisch gefahrenen Strecke dieses Fahrzeugs.

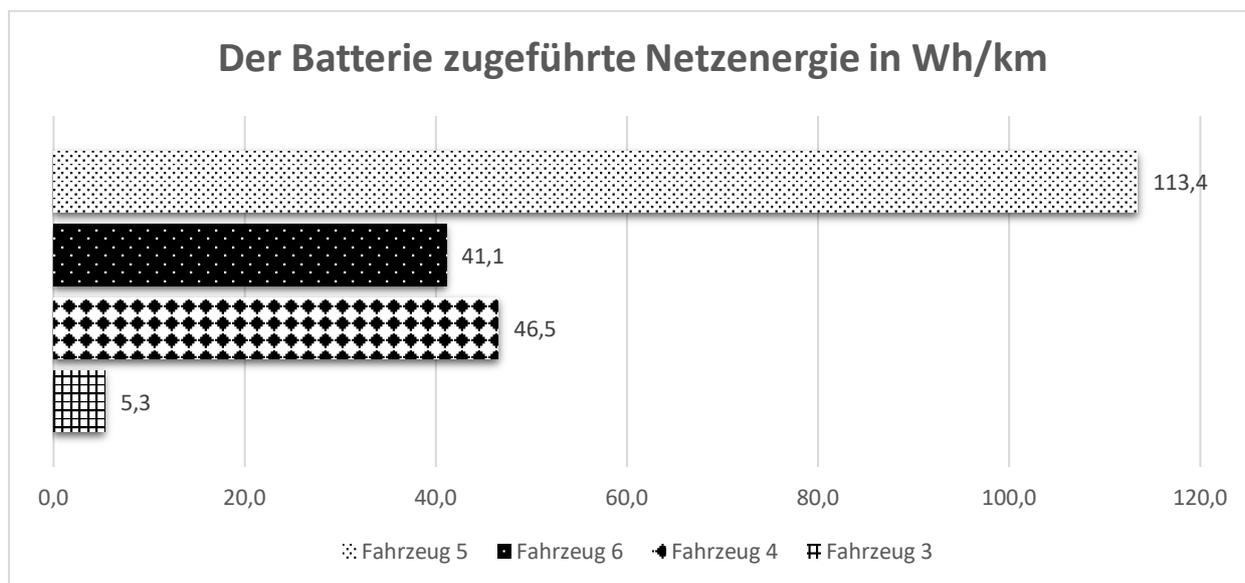


Bild 3-27: Der Batterie zugeführte Netzenergie (normiert auf einen Kilometer)

Die vorgestellten Verbrauchsdaten bilden jedoch nur einen geringen Teil der aktuellen Fahrzeugflotte ab. Insbesondere wurde nur ein Fahrzeug der Modellreihe ausgewertet. Dies stellt ein individuelles Nutzerverhalten dar und kann nicht im Allgemeinen auf das Modell oder den Fahrzeughersteller bezogen werden. Eine allgemein gültige Aussage kann somit nur durch Untersuchungen mit einer deutlich höheren Anzahl an Stichproben getroffen werden. Eine sinnvolle Auswertung der Flottenverbrauchsdaten wird somit erst mit ausreichender Anzahl an Datensätzen bei der Europäischen Umweltagentur möglich sein.

### 3.5 Vergleich der Untersuchungsergebnisse mit der Vorschriftenlage

Wie bereits in Kapitel 2 beschrieben, existieren unterschiedlichste nationale und internationale Anforderungen an ein OBD-System. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung an Fahrzeugen konnte jedoch nur ein Teil näher betrachtet werden, wie z. B. ob die Anforderungen an die Kommunikation zwischen Diagnosegerät und Fahrzeug erfüllt sind oder der Umfang der auslesbaren Sensorinformationen über EOBD-Protokoll. Grundsätzlich war die Diagnose mit allen Diagnosegeräten sowie allen Fahrzeugen über EOBD-Protokoll möglich. Insofern sind sowohl die Anforderungen an die Kommunikation über ein EOBD-Protokoll gesetzeskonform im Fahrzeug umgesetzt, als auch die Diagnosegeräte ordnungsgemäß hergestellt und bedatet. Einzig die Anzahl der auslesbaren Informationen variierte sowohl fahrzeugseitig als auch bei den unterschiedlichen Diagnosegeräten.

Seit Einführung der Euro 5-Gesetzgebung wurde vorgeschrieben, dass diverse Sensorinformationen auslesbar sein müssen. Diese können dem digitalen Anhang der SAE J1979 (SAE J1979-DA) entnommen werden. Für den nachfolgenden Vergleich wurden nur jene Parameter untersucht, die für alle Fahrzeuge der Klasse M zur Verfügung gestellt werden müssen. Neben diesen sind weitere vorgeschrieben, die jedoch nur eingeschränkt gültig sind, z. B. nur für Fahrzeuge mit Diesel-Motor oder nur dann, wenn das Fahrzeug mit den entsprechenden Sensoren ausgestattet ist.

Die vorgeschriebenen fünf Werte, die jedes Fahrzeug der Klasse M unterstützen muss, sind:

- Motorlast (Calculated LOAD Value)
- Kühlmitteltemperatur (Engine Coolant Temperature)
- Motordrehzahl (Engine RPM)
- OBD-Anforderung, nach der das Fahrzeug oder der Motor zertifiziert ist (OBD Requirements to which vehicle or engine is certified)
- zurückgelegte Strecke mit aufleuchtender Fehlfunktionsanzeige (Distance Travelled while MIL is Activated)

Aus dem aufgezeichneten CAN-Bus-Verkehr geht hervor, dass nahezu alle Fahrzeuge die fünf PIDs unterstützen (Tab. 3-14). Lediglich bei Fahrzeug 16 wurde der Wert Motorlast nicht unterstützt. Es folgte somit auch keine Anzeige im Diagnosegerät.

	PID 04	PID 05	PID 0C	PID 1C	PID 21
	Motorlast	Kühlmitteltemperatur	Motordrehzahl	OBD-Anforderung	zurückgelegte Strecke mit aufleuchtender Fehlfunktionsanzeige
Fahrzeug	PID unterstützt?				
Fahrzeug 1	ja	ja	ja	ja	ja
Fahrzeug 2	ja	ja	ja	ja	ja
Fahrzeug 3	ja	ja	ja	ja	ja
Fahrzeug 4	ja	ja	ja	ja	ja
Fahrzeug 5	ja	ja	ja	ja	ja
Fahrzeug 6	ja	ja	ja	ja	ja
Fahrzeug 7	ja	ja	ja	ja	ja
Fahrzeug 8	ja	ja	ja	ja	ja
Fahrzeug 9	ja	ja	ja	ja	ja
Fahrzeug 10	ja	ja	ja	ja	ja
Fahrzeug 11	ja	ja	ja	ja	ja
Fahrzeug 12	ja	ja	ja	ja	ja
Fahrzeug 13	ja	ja	ja	ja	ja
Fahrzeug 14	ja	ja	ja	ja	ja
Fahrzeug 15	ja	ja	ja	ja	ja
Fahrzeug 16	nein	ja	ja	ja	ja
Fahrzeug 17	ja	ja	ja	ja	ja
Fahrzeug 18	ja	ja	ja	ja	ja
Fahrzeug 19	ja	ja	ja	ja	ja
Fahrzeug 20	ja	ja	ja	ja	ja

Tab. 3-14: Übersicht über unterstützte PIDs der Untersuchungsfahrzeuge

### 3.6 Interpretation der Untersuchungsergebnisse

Die Untersuchungsergebnisse zu Arbeitspaket 2 (AP 2) zeigen einen kleinen Ausschnitt der historisch gewachsenen Komplexität der Diagnose an Kraftfahrzeugen, verursacht durch die proprietären Ursprünge und Entwicklungen, die bis in die heutige Zeit reichen. Grundsätzlich lassen sich die Zahlen der Untersuchungsergebnisse miteinander vergleichen, spiegeln jedoch nicht zwangsläufig die Funktionalität des Fahrzeugs bzw. des Diagnosegeräts wider, gerade dann, wenn ein Großteil der Diagnoseinformationen nicht im Diagnosegerät implementiert bzw. nicht für den Werkstattbetrieb freigeschaltet ist. Die standardisierte EOBD-Diagnose bietet die Möglichkeit herstellerübergreifend Informationen aus dem Fahrzeug auszulesen und zu nutzen. Bereits heute werden diese Informationen für periodische Untersuchungen von Fahrzeugen, wie z. B. der HU oder AU verwendet. Es ist weiterhin denkbar, die Werte der Sensoren kontinuierlich zu erfassen. Somit wäre z. B. eine Live- Erfassung der Emissionswerte während der Fahrt möglich. Außerdem

können die Istwerte auch ins Verhältnis zu z. B. den gemessenen Abgaswerten der Endrohrmessung gesetzt werden. Dies stellt sicher, dass sich die Sensormesswerte sich nicht über die Lebensdauer des Fahrzeugs verschlechtern. Werden neue Sensoren in Fahrzeugen verbaut, sollten diese ebenfalls über das EOBD-Protokoll diagnostiziert werden können. Diese Informationen könnten in Zukunft für eine erweiterte Abgasuntersuchung als Eingangsgröße dienen. Schlussendlich müssen die Bedingungen für die Durchführung von periodischen Untersuchungen es ermöglichen, aussagekräftige Ergebnisse zum Emissionsverhalten zu erlangen.

## 4 Software-Updates

### 4.1 Aktueller Stand der gesetzlichen Regulierung

In der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 des Europäischen Parlamentes und Rates vom 20. Juni 2007 wird die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6) geregelt. Hier sind auch Anforderungen an On-Board-Diagnosesysteme und an die Software des elektronischen Steuergeräts (ECU) definiert.

Die Umsetzung dieser Verordnung wird mit der Verordnung (EU) 2017/1151 der Kommission vom 1. Juni 2017 zur Ergänzung der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6) und über den Zugang zu Fahrzeugreparatur- und -wartungsinformationen, zur Änderung der Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 der Kommission sowie der Verordnung (EU) Nr. 1230/2012 der Kommission und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 der Kommission geregelt. Hier werden in Anhang XI Vorschriften über die funktionellen Aspekte von On-Board-Diagnosesystemen (On-Board-Diagnostics - OBD) zur Emissionsminderung bei Kraftfahrzeugen festgelegt.

In Anhang I, Verwaltungsvorschriften für die EG-Typgenehmigung, Anlage 3 ist ein Muster des Beschreibungsbogens für die EG-Typgenehmigung eines Fahrzeugs hinsichtlich der Emissionen vorgegeben. Unter Punkt 3.2.4.3.4.1. des Beschreibungsbogens ist demnach die Angabe der Fabrikmarke und des Typs des elektronischen Steuergeräts (ECU) und unter Punkt 3.2.4.3.4.1.1. die Softwareversion des elektronischen Steuergeräts (ECU) anzugeben. Demnach ist bei einer Änderung der Fabrikmarke und des Typs des Motorsteuergerätes und/oder der Softwareversion ein Nachtrag zu der Typgenehmigung erforderlich. Es ist also festgelegt, dass der Hersteller jede emissionsrelevante Softwareänderung bei der jeweiligen Typgenehmigungsbehörde anzuzeigen hat. Bisher gibt es jedoch keine eindeutigen Vorgaben dazu, wie eine Softwareversion bezeichnet werden muss, und bei welcher Software-Änderung eine Änderung der im Beschreibungsbogen angegebenen Versionsnummer erforderlich ist.

Am 04.03.2021 wurde UN Regulation No. 156 „Software update and software update management system“ (SUMS) veröffentlicht. In dieser Regulierung wird ein systematisches Verfahren zur Steuerung von Software-Updates definiert. Ein wesentlicher Bestandteil dieses Verfahrens sind einheitliche Softwarebezeichnungen, sogenannte "RX Software Identification Number (RXSWIN)". Außerdem wird festgeschrieben, unter welchen Bedingungen diese RXSWIN geändert werden muss. Bei typprüfrelevanten Änderungen ist darüber hinaus eine Meldung bei der Genehmigungsbehörde vorgesehen. In Bild 4-1 ist dargestellt, wie ein Software-Update basierend auf UN-Regelung Nr. 156 zu behandeln ist. Bei der Vorgehensweise entsprechend dieser Regelung entscheidet der Fahrzeughersteller, ob durch eine vorgenommene Software-Änderung zulassungsrelevante Parameter beeinflusst werden. In Bild 4-1 ist die in UN-Regelung Nr.156 vorgegebene Vorgehensweise für Software-Updates schematisch dargestellt.

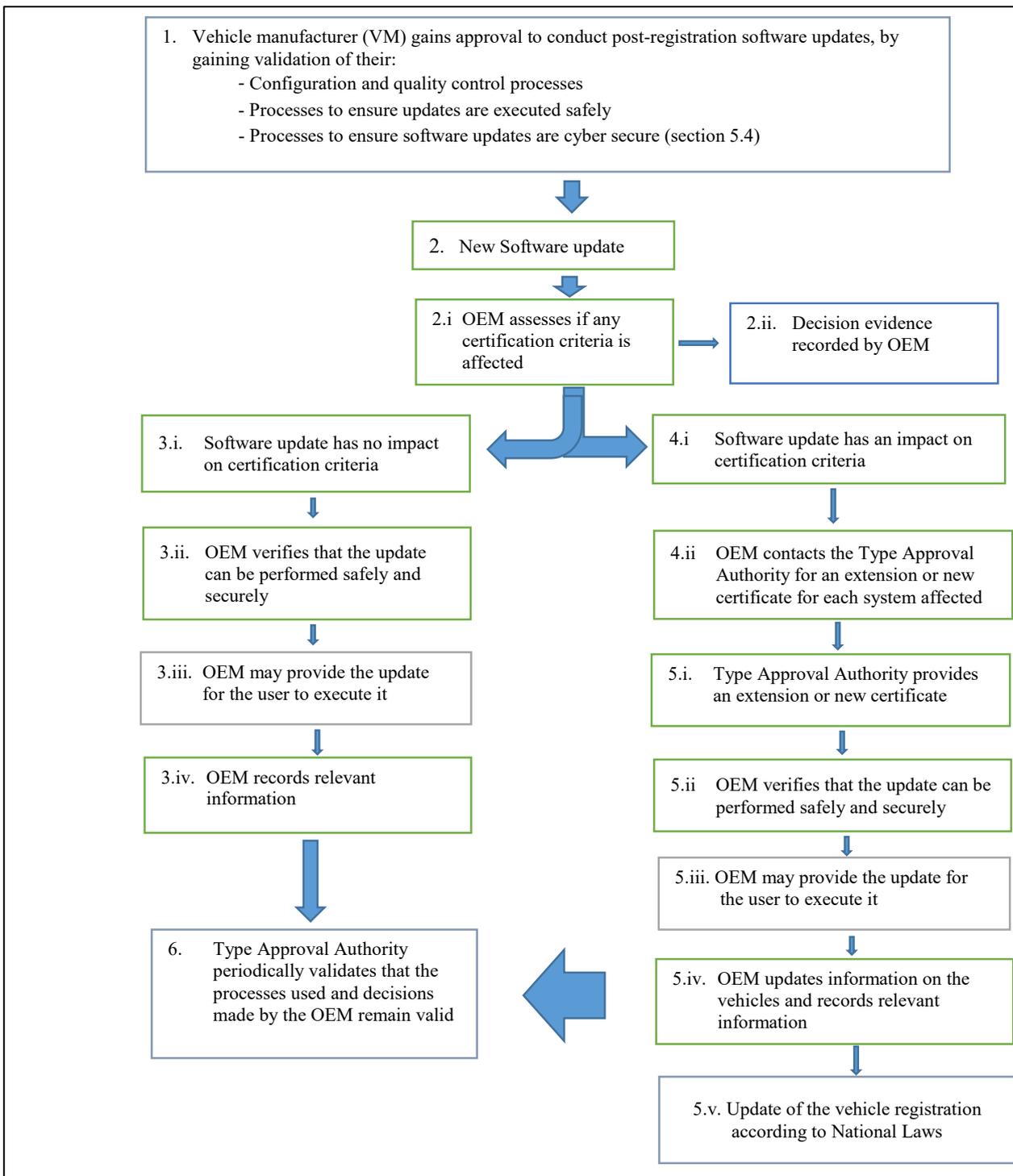


Bild 4-2: Behandlung eines Software-Updates gemäß UN-Regelung Nr. 156 (Quelle UNECE)

Grundsätzlich ist derzeit eine Änderung der Software bei bereits in Betrieb befindlichen Fahrzeugen nicht geregelt bzw. in den Regularien nicht vorgesehen. Daher wird zusätzlich zu den europäischen Verordnungen und den Regelungen der UNECE derzeit auf nationaler Ebene diskutiert, wie Software-Updates bei bereits im Verkehr befindlichen Fahrzeugen ermöglicht und geregelt werden können. Zu diesem Thema wurde von dem Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) eine Arbeitsgruppe eingerichtet. Software-Updates sollen abhängig von ihrem jeweiligen Einfluss auf typprüferelevante Eigenschaften in verschiedene Kategorien eingeordnet und unterschiedlich behandelt werden. Die Diskussionen zu diesem Thema sind bisher noch nicht abgeschlossen.

## 4.2 Emissionsrelevante „meldepflichtigen“ Software-Updates

Mit den Verordnungen (EU) 2016/427 und 2016/646 der Kommission wurde die Messung der realen Emissionen im Straßenverkehr, der sogenannten Real Driving Emissions (RDE), eingeführt. In diesem Zusammenhang wurde in Verordnung (EU) 2016/646 der Kommission vom 20. April 2016 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 6) die AES - Auxiliary Emission Strategy und BES - Base Emission Strategy definiert. Die Fahrzeughersteller werden dazu aufgefordert, ihre Standard-Emissionsstrategie (BES, eine Emissionsstrategie, die über den gesamten Drehzahl- und Lastbereich des Motors aktiv ist, solange keine zusätzliche Emissionsstrategie aktiviert ist) und ihre zusätzliche Emissionsstrategie (AES, eine Emissionsstrategie, die in Abhängigkeit von spezifischen Umwelt- oder Betriebsbedingungen für einen bestimmten Zweck aktiv wird und eine Standard- Emissionsstrategie ersetzt oder ändert und nur so lange wirksam bleibt, wie diese Bedingungen anhalten) gegenüber der Genehmigungsbehörde offen zu legen. Basierend auf der Definition der meldepflichtigen AES und BES sowie auf Artikel 5 von Verordnung (EG) Nr. 715/2007 wurde in Verbindung mit Verordnung (EU) 2017/1151 der Kommission abgeleitet, dass der Fahrzeughersteller jede emissionsrelevante Softwareänderung bei der jeweiligen Typgenehmigungsbehörde anzuzeigen hat.

Bei dem Kraftfahrt-Bundesamt machen emissionsrelevante Softwareänderungen einen Nachtrag der Typgenehmigung erforderlich. Software-Modifikationen durchlaufen das Software-Änderungs-Management-System bei dem jeweiligen Fahrzeughersteller. OBD relevante Änderungen können in diesen Softwareänderungen enthalten sein. Sobald eine Software-Modifikation durch das Software-Änderungs-Management des betroffenen Fahrzeugherstellers als typprüferelevant eingestuft wird, stellt er einen entsprechenden Antrag bei der Genehmigungsbehörde.

Eine Auswertung der Häufigkeit von Softwareänderungen, die ein Erweiterung der Typgenehmigung zur Folge haben, und eine stichprobenartige Analyse im Hinblick auf die OBD-Relevanz derartiger Softwareänderungen ist bei entsprechender Unterstützung durch die Genehmigungsbehörden möglich. Für eine Analyse von emissionsrelevanten „meldepflichtigen“ Software-Updates wurde auf Informationen des Kraftfahrt-Bundesamtes zurückgegriffen.

Bei der Typprüfung von OBD-Systemen können mehrere Fahrzeugtypen in einer Fahrzeugfamilie zusammengefasst werden. Dabei wird die Funktion des OBD-Systems mit Hilfe von Fehlersimulationen an einem Repräsentanten für die OBD-Fahrzeugfamilie überprüft und die Ergebnisse auf alle Mitglieder dieser Familie übertragen. Die aktuell anzuwendende europäische Verordnung verweist in diesem Zusammenhang auf die UN-Regelung Nr. 83. Die wesentlichen Merkmale einer OBD-Fahrzeugfamilie werden in Anhang 11, Anlage 2 der UN-Regelung Nr. 83 beschrieben. Demnach bezeichnet eine OBD-Fahrzeugfamilie „eine Gruppe von Fahrzeugen eines Herstellers, bei denen aufgrund ihrer Auslegung davon ausgegangen wird, dass die Abgasemissionen und die Merkmale des OBD-Systems vergleichbar sind. Jeder Motor einer solchen Fahrzeugfamilie muss den Vorschriften dieser Regelung entsprechen. Die OBD-Fahrzeugfamilie kann durch wesentliche Konstruktionsmerkmale bestimmt werden, die den Fahrzeugen innerhalb der Fahrzeugfamilie gemeinsam sind. In einigen Fällen kann eine Wechselwirkung zwischen den Kenngrößen eintreten. Diese Wirkungen sind ebenfalls zu berücksichtigen, um sicherzustellen, dass nur Fahrzeuge mit vergleichbaren Merkmalen in Bezug auf die Abgasemissionen in einer OBD-Fahrzeugfamilie zusammengefasst werden.“

Gemäß UN-Regelung Nr. 83 sollen Mitglieder einer OBD-Fahrzeugfamilie dieselbe Kombination von Motor, Emissionsminderungssystem und OBD-System haben und im Hinblick auf die folgenden Merkmale identisch sein:

- Verbrennungsvorgang (d.h. Fremdzündung, Selbstzündung, Zweitaktmotor, Viertaktmotor/Drehkolbenmotor)
- Kraftstoffzuführung (d.h. Zentral-/Mehrpunkteinspritzung)
- Kraftstoffart (d.h. Benzin, Diesel, Flexfuel-Betrieb mit Benzin/Ethanol, Flex-Fuel-Betrieb mit Diesel/Biodiesel, Erdgas/Biomethan, Flüssiggas, Zweistoffbetrieb mit Benzin/Erdgas/Biomethan, Zweistoffbetrieb mit Benzin/ Flüssiggas)
- Art des Katalysators (d.h. Oxidations-, Dreiwege-, beheizter, SCR- Katalysator, sonstige)
- Art des Partikelfilters
- Sekundärlufteinblasung (mit oder ohne)

- Abgasrückführung (mit oder ohne)
- Teile und Arbeitsweise des OBD-Systems: Art der OBD-Funktionsüberwachung und -Fehlfunktionserkennung sowie die Art, wie Fehlfunktionen dem Fahrzeugführer angezeigt werden

Die Bildung von OBD-Fahrzeugfamilie ermöglicht es den Herstellern zahlreiche Typen in einer Familie zusammen zu fassen und so den Aufwand bei der Typprüfung zu reduzieren. Da die Abgrenzungskriterien sehr allgemein gehalten sind, ist die Anzahl der OBD-Familien in der Regel deutlich niedriger als die Anzahl der zugelassenen Fahrzeugtypen.

Eine Auswertung des Kraftfahrt-Bundesamtes der Typpgenehmigungen im Hinblick auf emissionsrelevante Softwareänderungen für das Bezugsjahr 2021 ergab folgende Kennzahlen:

Im Bezugsjahr 2021 wurden beim Kraftfahrt-Bundesamt 1048 Genehmigungen nach Verordnung (EU) 715/2007 erstellt.

- Davon waren 411 Neuerteilungen und 573 Nachträge und 64 Nachträge ohne Gutachten.
- Für das Bezugsjahr 2021 umfassen die beim KBA eingeholten Emissionstypgenehmigungen für den Kennbuchstaben AP (Euro 6d-ISC-FCM, d. h. RDE-Prüfung mit endgültigen Übereinstimmungsfaktoren, vollständige Auspuffemissionsanforderungen der Emissionsnorm „Euro 6“, 48-Stunden-Prüfverfahren für Verdunstungsemissionen, Einrichtungen zur Überwachung des Kraftstoff- und/oder Stromverbrauchs und neues ISC-Verfahren) von verschiedenen Herstellern insgesamt 17 verschiedene OBD-Familien entsprechend EU (VO) 715/2007.
- Die Beschreibungen der beim KBA nach Kennbuchstabe AP eingeholten Typpenehmigungen wurden im Jahr 2021 insgesamt 258-mal angepasst.
- Keine dieser Anpassungen bezog sich auf ein emissionsrelevantes Software-Update.
- Im Jahr 2021 wurden 62 neue AES/BES-Freigaben und 83 Nachträge zu AES/BES Dokumenten freigegeben.

Im Zusammenhang mit der Einführung von AES/BES wurde eine Meldepflicht der emissionsrelevanten Software-Modifikationen in der Verordnung 2018/1832, Anhang I, Anlage 3a Absatz c) definiert:

„c) ...eine Erklärung über die Versionen der Software zur Steuerung dieser zusätzlichen Emissionsstrategien und Standard-Emissionsstrategien, einschließlich der geeigneten Prüfsummen dieser Softwareversionen und Erläuterungen, wie diese Prüfsummen zu lesen sind; jedes Mal, wenn eine neue Softwareversion mit Auswirkungen auf die zusätzlichen Emissionsstrategien und Standard-Emissionsstrategien verwendet wird, ist die Erklärung zu aktualisieren und an die Typpenehmigungsbehörde, die über diese erweiterte Dokumentation verfügt, zu senden; “

Diese Meldepflicht geht über die Änderungen hinaus, die durch einen Nachtrag zur Typpenehmigung erfasst werden. Fahrzeughersteller, die eine Typpenehmigung beim Kraftfahrt-Bundesamt eingeholt haben, melden diese Softwareänderungen mit Hilfe von sogenannten Quartalslisten. Das Quartals-Reporting enthält eine Liste der Softwareversionen und Prüfsummen mit einer Zuordnung zu den einzelnen Fahrzeugen mit Hilfe der Fahrzeugidentnummer/Vehicle Identification Number. Der Aufbau und der Inhalt dieser Listen unterscheiden sich je nach Hersteller. Grundsätzlich müssen die Anforderungen der Vorschrift eingehalten werden und zusammen mit den Dokumentationspaketen der Emissionsgenehmigungs- und der AES/BES Beschreibung nachvollziehbar sein. Dabei sollten die folgenden relevanten Inhalte in den das Listen enthalten sein: Cal. ID (bzw. Software Calibration Number) und Checksum (bzw. Calibration Verification Number). Diese Informationen können mit dem Generic Scan Tool im Mode\$09 ausgelesen werden. In Tabelle 4-1 ist ein Beispiel für eine derartige Quartalsliste dargestellt:

Vehicle Identification Number	Vehicle	Engine	Software Calibration Number	Calibration Verification Number	Typeapprovalnumber
VIN	Vehicle type	Engine type	SCN	CVN	EG/TG
XXXX	YYY	ZZZ	12345678	12345678	e1*2007/46*xxxx*00

Tab. 4-1: Beispiel für eine Liste für das Quartals-Reporting von Software-Änderungen beim KBA

Laut Aussage des Kraftfahrt-Bundesamtes ist eine Zuordnung der Software-Änderungen zu Abgas- oder OBD-relevanz mit Hilfe der Quartalslisten anhand der Datenlagen beim KBA nicht möglich. Insofern ist eine Aussage zu der gesamten Anzahl der Softwareänderungen und der Anzahl der Softwareänderungen mit OBD-relevanz auf Basis der derzeit vorliegenden Daten nicht möglich.

### 4.3 Behandlung von „meldepflichtigen“ Software-Updates im Rahmen der PTI

Nach Informationen des Kraftfahrt-Bundesamtes wird ein Fahrzeug in den seltensten Fällen mit einer Softwareversion ausgeliefert, die im Rahmen der Typprüfung erfasst worden ist. Um sicherzustellen, dass ein bei der PTI untersuchtes Fahrzeug mit einer zulässigen Softwareversion ausgestattet ist, könnte mit Hilfe des OBD-Scantools im Mode\$09 die verwendete Softwareversion ausgelesen werden. Die ausgelesene Softwarebezeichnung ist dann anhand der VIN mit der in einer Datenbank abgelegten, für dieses Fahrzeug zugelassenen Softwareversion abzugleichen. Auf diese Art wäre erkennbar, ob die Software die im Fahrzeug aufgespielt ist, tatsächlich für dieses Fahrzeug freigegeben ist.

Voraussetzung für eine derartige Vorgehensweise ist eine Datenbank, die eine Zuordnung von einem Fahrzeug zu den dafür zugelassenen Softwareversionen ermöglicht. Der Austausch von VIN-bezogene Informationen ist aus Datenschutzgründen unter Umständen problematisch. Eine Zuordnung von dem Fahrzeughersteller und dem Fahrzeugtyp mit Hilfe der entsprechenden Schlüsselnummern zu den für diesen Typ zugelassenen Softwareversionen ist für eine derartige Bewertung jedoch ausreichend.

Das Kraftfahrt-Bundesamt führt Quartalslisten mit meldepflichtigen Software-Modifikationen nur für Fahrzeugtypen, deren Typp Genehmigung beim KBA erfolgt ist. Insofern ist eine Datenbank erforderlich, die alle europäischen Typp Genehmigungen umfasst und daher auch alle europäischen Typp Genehmigungsbehörden einschließt. Ein europäischer Konsens ist erforderlich, in welcher Form, in welcher Art und Weise und wie häufig diese Daten ausgetauscht und aktualisiert werden müssen.

Grundsätzlich sollten bei der Behandlung von Software-Updates folgende Punkte beachtet werden:

- Software-Updates müssen nachvollziehbar sein und dokumentiert werden.
- Die in einem Software-Update implementierten Änderungen müssen dokumentiert sein.
- Der Einfluss dieser Änderungen ist zu bewerten. Bei Einfluss auf typprüfrelevante Eigenschaften ist eine Ergänzung der Typprüfung erforderlich, z.B. bei Änderungen am OBD-System.
- Eine Auflistung der für einen Fahrzeugtyp zugelassenen Software-Versionen muss verfügbar und zugänglich sein, um eine Überprüfung von im Verkehr befindlichen Fahrzeugen zu ermöglichen (ISC, ISV, PTI).

### 4.4 Herausforderungen für Software-Updates

Die Anzahl der Software-Updates an modernen Fahrzeugen ist in den letzten Jahren stetig gewachsen. Deren Notwendigkeit hat mehrere Ursachen. Neben dem Schließen von Sicherheitslücken, z. B. bei Telekommunikationsanwendungen, werden u.a. Fehler beseitigt oder neue Funktionen freigeschaltet.

Zur Überprüfung der Aktualität und Integrität dieser Softwarekomponenten bei der Hauptuntersuchung, müssen die entsprechenden Informationen des Herstellers über die Softwarestände dem Sachverständigen zur Verfügung gestellt werden.

Dies kann über eine zuständige Stelle geschehen, die ein Verzeichnis führt, in dem für alle genehmigten Fahrzeugtypen die zulässigen Softwarestände einschließlich ihrer Integritätsmerkmale hinterlegt sind.

Der OEM muss diese Softwareinformationen, welche fortlaufend aktualisiert werden müssen, der zuständigen Stelle zur Verfügung stellen.

## 5 OBD-Datenübertragung Over The Air

### 5.1 Aktueller Stand zur gesetzlichen Regulierung

Nach bisheriger Rechtslage erfolgt der Austausch und die Nutzung von Daten mangels Dateneigentums und Interoperabilität meist auf freiwilliger vertraglicher Basis, wobei bisher weitgehende Vertragsfreiheit gilt. Der am 23. Februar 2022 vorgelegte Kommissionsentwurf COM 2022 68 final; 2022/0047 (COD)) (Data Act-E) hat das Potential, den bisherigen Rechtsrahmen der Data Economy grundlegend zu verändern. Im Kern handelt es sich beim Data Act-E um eine Neuordnung der rechtlichen Rahmenbedingungen des Datenzugangs und der Datennutzung. Sowohl für die Privatwirtschaft als auch für ausgewählte Bereiche des öffentlichen Sektors werden Zugangsrechte zu Daten geschaffen und zugleich Dateninhabern, Produktherstellern und Cloud-Anbietern weitreichende Pflichten zur Datenbereitstellung auferlegt. Der Data Act regelt jedoch den Datenzugang und die Datennutzung für Behörden und hoheitliche Anwendungen nur für öffentliche Notfälle und andere Ausnahmesituationen.

Der Data Act-E wird aktuell im Rahmen des EU-Gesetzgebungsverfahrens durch das Europäische Parlament und den Rat der Europäischen Union behandelt. Erfahrungsgemäß kann es jedoch 18 Monate bis zu zwei Jahre dauern, bis eine Verordnung ratifiziert wird und in Kraft tritt.

Entsprechend der Ausführungen der EU-Kommission wird „das Datengesetz erhebliche Auswirkungen auf das Mobilitätsökosystem haben und Innovationen sowie den Wettbewerb insbesondere im Zusammenhang mit Kraftfahrzeugen und hier vor allem auch Elektrofahrzeugen stimulieren.“<sup>4</sup> Demnach zieht die EU-Kommission aktuell auch in Erwägung spezifischere Bestimmungen für den Automobilsektor zu erlassen.

Der Zugang zu Fahrzeugdaten ist in Bezug auf Reparaturdaten und On-Board-Diagnosesysteme (OBD) seit 2007 auf EU-Ebene geregelt.<sup>5</sup> Vor dem Hintergrund, dass sich der Markt für vernetzte Fahrzeuge substantiell weiterentwickelt hat und diese Fahrzeuge einen Fernzugriff auf Funktionen und Ressourcen ermöglichen, hat das EU-Parlament wiederholt in 2018 und 2019 die EU-Kommission aufgefordert, einen Rechtsrahmen für den Zugang zu fahrzeugseitigen Daten und Ressourcen zu schaffen bzw. die Rechtsvorschriften über die Typgenehmigung von Fahrzeugen entsprechend anzupassen. Zudem wird der Zugang zu Prüf- und Diagnosebotschaften über die elektronische Fahrzeugschnittstelle im Rahmen der HU/SP und der Marktüberwachung zunehmend durch Absicherungsmaßnahmen eingeschränkt.

Die EU-Kommission arbeitet aktuell an einer Folgenabschätzung über künftige Vorschriften über den Zugang zu Fahrzeugdaten, -funktionen und -ressourcen. Rechtsgrundlage für die Initiative ist der Artikel 114 des Vertrags über die Arbeitsweise der Europäischen Union (AEUV). Diese Bestimmung des Vertrags bietet eine Rechtsgrundlage für die geltenden Typgenehmigungs-Rechtsvorschriften, die sie auf Maßnahmen zur Erreichung der Ziele nach Artikel 26 AEUV (Binnenmarkt) zutrifft. Der Rechtsrahmen für die Typgenehmigung und das Inverkehrbringen von Fahrzeugen auf dem europäischen Markt ist vollständig harmonisiert. Damit eine Marktfragmentierung zwischen den EU-Mitgliedsstaaten vermieden wird und eine unterschiedliche Vorschriftenwelt entsteht, müssen die Vorschriften für den Zugang zu fahrzeuginternen Daten, Funktionen und Ressourcen auf europäischer Ebene festgelegt werden. Daher scheiden nationale Vorschriften zur Weiterentwicklung der Inhalte der Verordnung (EU) 2018/858 per se aus.

### 5.2 Konzepte zur Datenübertragung OTA

Die wirtschaftspolitische und rechtliche Debatte der vergangenen Jahre zur Frage, wie ein neutraler und diskriminierungsfreier Zugang zu Fahrzeugdaten verbessert und jenseits des physischen Zugriffs über die OBD-Schnittstelle ermöglicht werden kann, konzentrierte sich ausschließlich auf Geschäftsbeziehungen zwischen zwei oder mehreren Unternehmen und dem Fahrzeugnutzer. Die Bedeutung eines neutralen und diskriminierungsfreien Datenaustauschs zwischen den vernetzten Fahrzeugen der Automobilhersteller mit Behörden und öffentlich beauftragten Institutionen zur Erfüllung hoheitlicher Aufgaben im Interesse der Verkehrssicherheit, Nachhaltigkeit und der Gesellschaft wurden bisher wenig diskutiert.

---

<sup>4</sup> Zit.n. und Erklärung zum Begriff Mobilitätsökosystem siehe Aufforderung zur Stellungnahme für eine Folgenabschätzung der EU KOM: Ref. Ares(2022)2302201 – 29/03/2022.

<sup>5</sup> EU-Verordnung Nr. 715/2007, zuletzt geändert durch die Verordnung (EU) 2018/858

Nachfolgend werden zunächst vier verschiedene Konzepte schlagwortartig skizziert, die dem Stand der Wissenschaft entsprechen und den aktuellen Stand der politischen sowie regulatorischen Diskussion widerspiegeln. Diese Darstellung ist nicht abschließend und überblicksartig. Allen Konzepten ist zu eigen, dass sie einen Over-The-Air Zugriff auf OBD-Daten technisch realisieren lassen würden. Entsprechend der Anforderungen unter 5.3. sollten diese in einem Folgeprojekt hinsichtlich ihrer praktischen Umsetzbarkeit bewertet werden.

### 5.2.1 Dongle-Lösung

Daten von der OBD-Schnittstelle können durch Installation eines sogenannten „Dongles“ erfasst werden. Diese Geräte können Daten über kurze Entfernungen per USB-Kabel, Bluetooth oder Wifi an ein Smartphone und eine SIM-Karte oder direkt über längere Entfernungen über eine eingebaute SIM-Karte übertragen. Dongles können für eine Fahrzeuggruppe verwendet werden, jedoch nicht synchron. Je nach Anbieter sind sie für Fahrzeuggruppen eines Herstellers oder herstellerübergreifend einsetzbar. Einige Dongles verfügen über ein eingebautes GPS, andere nutzen das GPS des Smartphones, um nicht auf das GPS-System des Autos angewiesen zu sein. Einige Erstausrüster haben damit begonnen, ihre eigene Marke von nachgerüsteten OBD-Dongles anzubieten, vor allem um ältere Fahrzeugmodelle, die noch eine lange Lebensdauer vor sich haben, in ihr Datenökosystem einzubinden.<sup>6</sup>

OBD-Dongle-basierte Anwendungen werden nicht im Rahmen einer Typgenehmigung geprüft und zertifiziert, sondern nach Ermessen des Besitzers/Fahrers hinzugefügt. Der Fernzugriff über die OBD-Steckvorrichtungen kann potentielle Schutzlücken aufweisen, die die Sicherheit des Fahrzeugs beeinträchtigen können. Ein allgemeines Problem bei allen Sicherheitsanwendungen für OBD-Steckvorrichtungen besteht darin, dass sie anfällig für Hackerangriffe sind und möglicherweise regelmäßige Aktualisierungen erfordern.

### 5.2.2 Extended Vehicle/ADAXO

ADAXO ist ein Konzept der Automobilindustrie. Es steht für Automotive Data Access – Extended and Open und bedeutet einen erweiterten und offenen Zugang zu Fahrzeugdaten entweder maskiert (z. B. Neutraler Server) oder direkt über die Backend-Infrastruktur des OEM, jeweils auf der Basis von Verträgen zwischen Unternehmen und Verbrauchern (B2C)- und zwischen Unternehmen (B2B). Datenverfügbarkeit und Zugriffsmöglichkeiten werden nicht ausschließlich auf das Fahrzeug bezogen, sondern ebenfalls auf die fahrzeugrelevanten Daten bei Serviceanbietern, Versicherungen, Finanzierungsunternehmen und in anderen nachgelagerten Bereichen im automotiven privatwirtschaftlichen Umfeld. ADAXO basiert auf dem ISO-genormten Extended Vehicle Konzept und kommt bereits bei einzelnen Automobilherstellern zum Einsatz<sup>7</sup>. Die Beschreibung der Daten erfolgt durch geeignete semantische Auszeichnung der Daten, um Interoperabilität zu gewährleisten. Die Souveränität über die Daten soll beim Fahrzeugkunden verbleiben. Die Entscheidung über Umfang und Preis der Datenbereitstellung, das Berechtigungsmanagement und die Bereitstellung der Daten erfolgt jedoch zentral durch den Hersteller. Daten werden nur zweckgebunden, somit Use-Case-basiert, übermittelt.

Fahrzeughersteller bieten mit ADAXO die Möglichkeit, Software von Drittanbietern im Fahrzeug zu installieren, wobei regulatorische Anforderungen (z. B. UN R155 Cybersecurity), Zertifizierungsaspekte und die Anforderungen an Software-Update-Management-Systeme (UN-Regelung Nr.156) berücksichtigt werden müssen.

Die Freigabe der Software und die Verwaltung der Fahrzeugressourcen (z. B. Bandbreiten für Datenübertragungen im Fahrzeug) erfolgt durch das für die Homologation des Fahrzeugmodells verantwortliche Unternehmen.<sup>8</sup>

<sup>6</sup> JRC Technical Reports, JRC Digital Economy Working Paper 2018-06, Access to digital car data and competition in aftersales services, S. 11, <https://joint-research-centre.ec.europa.eu/system/files/2018-10/jrc112634.pdf> (letzter Zugriff: 7. Juni 2022)

<sup>7</sup> ISO 20078 Part 1-4 Road vehicles - Extended vehicle (ExVe) web services

<sup>8</sup> VDA, Position ADAXO: Automotive Data Access – Extended and Open. VDA-Konzept für den Zugriff auf fahrzeuggenerierte Daten, <https://www.vda.de/de/aktuelles/Artikel/eine-schnittstelle-fuer-unzaehlige-informationen> (letzter Zugriff: 7. Juni 2022)

### 5.2.3 Sichere On-Board Telematik-Plattform (S-OTP)

Die Sichere On-Board Telematik-Plattform (S-OTP) ist ein Modell von Verbänden, vor allem aus dem freien Kfz-Servicemarkt. Sie besteht aus einer Summe von Basisdiensten im Fahrzeug (z. B. Rechenleistung, Speicherplatz, Schnittstellen zu Aktoren und Sensoren (Daten)) und von Schnittstellen zum Fahrer (Fahrzeugdisplay und Bedienelemente), kombiniert mit einem klaren und unabhängigen Zugangs- und Berechtigungskonzept zur transparenten und sicheren Regelung des Zugriffs auf Fahrzeugdaten, -funktionen und -ressourcen. Ziel der S-OTP ist, bestehende Hard- und Softwarekomponenten der Fahrzeuge zu nutzen, was bedeutet, dass die schon im Fahrzeug vorhandenen Systeme verwendet werden.<sup>9</sup> Eine vollumfängliche Umsetzung einer S-OTP mit weitreichenden Möglichkeiten des on-board Zugangs zu Daten und Funktionen wird auch neue Anforderungen an Hard- und Softwarekomponenten im Fahrzeug stellen, die bereits in der Typgenehmigung berücksichtigt werden müssen.

### 5.2.4 Trust Center Modell

Das Trust Center Modell ist ein von den Prüfgesellschaften entwickeltes unabhängiges Governance Modell zur Übertragung von Daten unter Einhaltung der Funktionstrennung. Die getrennten Aufgaben der Identifizierung der Teilnehmer am Datenaustausch, der Autorisierung des Zugriffs auf fahrzeuginterne Daten und Funktionen sowie der Bereitstellung von Ressourcen werden unabhängig voneinander wahrgenommen.

Die Zugangsverwaltung mit den Funktionen der Identifizierung und Autorisierung wird in diesem Modell von unabhängigen Trust Centern übernommen. Unabhängige und vertrauenswürdige Stellen, die von nationalen oder regionalen Behörden beauftragt werden, führen die Zugangskontrolle für bordeigene Daten und Funktionen durch. Dies umfasst sowohl die Identifizierung der Teilnehmer an einer Datenübermittlung als auch die Autorisierung des Zugangs.

Die Datenverwaltung mit den Funktionen der Datenermittlung, Datenverarbeitung und Datenbereitstellung würde in diesem Modell von Datentreuhändern übernommen. Die Daten von Fahrzeugen verschiedener Hersteller und Lieferanten stellen diese autorisierten Datennutzern auf sichere und rechtskonforme Weise zur Verfügung. Datentreuhänder sind unabhängig vom Ressourcenanbieter und dem Autorisierungsprozess und können anwendungsspezifisch sein. Das Konzept der Datentreuhänder steht im Einklang mit der o. g. europäischen Datenstrategie.<sup>10</sup>

## 5.3 Anforderungsprofil für den OTA-Zugang für hoheitliche Anwendungsfälle

Der Automobilsektor steht aktuell vor der Herausforderung die Verfahren zur Entwicklung, Validierung, Homologation und Überprüfung im Lebenszyklus von Kraftfahrzeugen aufgrund zunehmend digitaler und vernetzter Systeme, Komponenten und Bauteile anzupassen.

So können beispielsweise Over-The-Air-Updates, die in immer kürzeren Abständen eingespielt werden, das Emissionsverhalten eines Fahrzeugs verändern. Mit der 2021 verabschiedeten UN-Regelung Nr. 156 werden absehbar auch sicherheitsrelevante Funktionsupdates Over-The-Air zur Verfügung gestellt. Die auf diesem Wege nachträgliche Veränderung des Kraftfahrzeugs erfordert zunächst eine Bewertung der Homologationsrelevanz und in ggfs. einen Genehmigungsnachtrag, wenn die Relevanz festgestellt wurde.<sup>11</sup>

---

<sup>9</sup>ZDK, Position zum sicheren Zugang zum vernetzten Kfz für den Aftermarket, <https://www.kfzgewerbe.de/verband/verbandsarbeit/gemeinsames-positionspapier-sicherer-zugang-zum-vernetzten-kfz-fuer-aftermarket> (letzter Zugriff: 7. Juni 2022)

<sup>10</sup> CITA Position: Future EU legal framework for access to in-vehicle data, 26/01/2022, abrufbar unter: <https://citainsp.org/wp-content/uploads/2022/01/CITA-Position-Paper-Access-to-Data-20220126.pdf>.

<sup>11</sup> Vgl.: T-Systems, C3 White Paper, Digital Loop – datengetriebene Fahrfunktionsentwicklung, 2022. Hallerbach, Eberle, Koester, Simulation-Enabled Methods for the Development, Testing and Validation of Cooperative and Automated Vehicles, 2022. <https://zenodo.org/record/6542050#.Yp80uuhBwiw> (letzter Zugriff: 7. Juni 2022)

In der Konsequenz dieser datengetriebenen Entwicklungsansätze ist ein unabhängiger und vertrauenswürdiger Zugang zu validen, originären Daten und Diagnosefunktionen im Fahrzeug für Behörden und öffentlich beauftragte Stellen wie zum Beispiel unabhängigen Prüfgesellschaften notwendig. Hierzu müssen geeignete OTA-Schnittstellen geschaffen werden.<sup>12</sup> Eine Ausgestaltung ohne gesetzliche Regelung würde die Möglichkeiten für hoheitliche Aufgaben einschränken.

Vor dem Hintergrund dieser technologischen Veränderungen sollte der notwendige Zugriff auf Fahrzeugdaten OverTheAir folgende Grundprinzipien für die Erfüllung hoheitlicher Aufgaben, wie beispielsweise die Hauptuntersuchung, von unabhängigen Prüforganisationen umfassen:

**a) Fairer und unabhängiger Zugang durch Funktionstrennung**

Der Umgang mit Daten und der Datenzugang, insbesondere für hoheitliche Anwendungen, dürfen nicht durch wirtschaftliche Eigeninteressen beeinflusst werden. Entsprechende Regeln über die Verwaltung des Zugangs würden ein Höchstmaß an Unabhängigkeit gewährleisten. Generell sollten diese den Grundsatz der Funktionstrennung („Separation of Duties“) beim Zugriffs- und Berechtigungsmanagement beinhalten. Demnach werden die Aufgaben der Generierung, Verwaltung und Übertragung von Daten und Zugang zu Funktionen technisch und rechtlich voneinander getrennt.

**b) Das Fahrzeug definiert den Umfang der Daten**

Der Umfang und die Beschaffenheit der verfügbaren Daten und Funktionen werden durch die technische Entwicklung des Fahrzeugs bestimmt. Dazu gehören z. B. genormte Emissionsdaten. Eine noch zu definierende Minimalliste von Daten, wie von der Automobilindustrie vorgeschlagen, und die stetig auf vertraglicher Basis mit dem jeweiligen Automobilhersteller ausgehandelt werden müsste, ist aufgrund der technischen Eigenschaften der Kraftfahrzeuge per se nicht ausreichend. Der Umfang und die Merkmale der verfügbaren Daten und Funktionen werden immer von der technischen Weiterentwicklung des Fahrzeugs bestimmt.

**c) Bereitstellung von Referenzinformationen**

Der Hersteller muss alle relevanten technischen Merkmale des Kraftfahrzeugs zur Verfügung stellen, um herstellerspezifische Fahrzeugdaten über elektronische Fahrzeugschnittstellen auch OverTheAir abzufragen und zu interpretieren. Diese Merkmale müssen heute bereits für den Zugang zu Informationen über OBD-Systeme sowie Reparatur- und Wartungsinformationen von Fahrzeugen gewährt werden und sollten insbesondere für OverTheAir bereitgestellte Daten gemäß den Grundsätzen des Anhangs X der Verordnung (EU) 2018/858 fortgeschrieben werden.

**d) Verhältnismäßigkeit.**

Die Daten müssen den Teilnehmern zu einem angemessenen Preis und Aufwand zur Verfügung gestellt werden. Daten, die für hoheitliche Tätigkeiten genutzt werden, müssen unentgeltlich zur Verfügung gestellt werden.<sup>13</sup>

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass beim Vergleich der derzeit vorhandenen Lösungsansätze, das so genannte "Trust Center" mit seinem unabhängigem Steuerungsmodell für das Zugangs- und Berechtigungsmanagement für das angestrebte Vorhaben OBD-Daten OverTheAir zu übermitteln über die meisten Vorteile verfügt. Mit diesem Modell wird ein fairer und unabhängiger Zugang für alle Teilnehmer gewährleistet. Die langfristige Verfügbarkeit relevanter Fahrzeugdaten, insbesondere für hoheitliche Zwecke, kann wiederum durch Datentreuhänder erreicht werden. Zur Sicherstellung der hoheitlichen Aufgaben im Bereich Fahrzeugüberwachung sollte sich der nationale Gesetzgeber dafür einsetzen, dass die entsprechenden gesetzlichen Grundlagen für den Europäischen Binnenmarkt geschaffen werden.

---

<sup>12</sup> Ebd.

<sup>13</sup> Hoheitliche Anwendungsfälle basieren auf einer rechtlichen Grundlage und dienen der Verkehrs- und Fahrzeugsicherheit. Sie sind damit eher behördlichen Tätigkeiten zugeordnet. Vgl.: Wolfgang Kerber and Daniel Gill, Access to Data in Connected Cars and the Recent Reform of the Motor Vehicle Type Approval Regulation, 10 (2019) JIPITEC 244 para 1., p. 251 [https://www.jipitec.eu/issues/jipitec-10-2-2019/4917/JI-PIPEC\\_10\\_2\\_2019\\_244\\_Kerber\\_and\\_Gill](https://www.jipitec.eu/issues/jipitec-10-2-2019/4917/JI-PIPEC_10_2_2019_244_Kerber_and_Gill) (letzter Zugriff: 8. August 2022)

## 6 Zusammenfassung und Fazit

Das Forschungsprojekt umfasst insgesamt vier Arbeitspakete bestehend aus, der Analyse der Vorschriftenlage zur On Board-Diagnose, der Beschreibung der On Board-Diagnose inklusive Durchführungskonzept der Messungen mit den ausgewählten Diagnosegeräten, den emissionsrelevanten Software-Updates sowie der OBD-Datenübertragung OverTheAir .

Die im Arbeitspaket eins durchgeführte Analyse der Vorschriftenlage zur On Board-Diagnose ergab eine Vielzahl einschlägiger Rechtsvorschriften sowie Normen und Standards auf internationaler, europäischer wie auch nationaler Ebene. Durch zahlreiche Anpassungen und Ergänzungen in den vergangenen Jahren haben die Verordnungen und Regularien, sowohl auf EU-Ebene als auch auf UNECE-Ebene, ein äußerst hohes Maß an Komplexität gewonnen und erscheinen wenig strukturiert. Im Grunde gilt dies auch für die technischen Normen, bei denen es zwischen ISO- und SAE-Normen teilweise Doppelungen gibt. In manchen Fällen ist es nur schwer nachzuvollziehen, welche Norm oder Normteil aktuell relevant ist. Erschwert wird dies sicher dadurch, dass ältere Normen erhalten bleiben müssen, da die Fahrzeuge, für welche diese älteren Normen einschlägig sind, noch am Markt vorhanden sind, bzw. zugelassen sind. Insgesamt sind dadurch die Regularien und technischen Normen nicht nur schwer durchschaubar, sondern lassen auch viel Spielraum für Interpretationen und unterschiedliche Auslegungen. Eine Reform der Vorschriften mit entsprechenden Verschrankungen und Vereinfachungen könnte hier Abhilfe schaffen.

Die Untersuchungen des Arbeitspaketes zwei beinhalten im ersten Schritt eine Gegenüberstellung der am deutschen Markt befindlichen Diagnosegeräte sowie eine Auswertung hinsichtlich der Informationstiefe der abrufbaren Daten und der Anwendbarkeit bei unterschiedlichen Fahrzeugen. Im zweiten Teil dieses Arbeitspaketes wurden Mithilfe von zwei mit dem Auftraggeber abgestimmten Diagnosegeräten messtechnische Vergleiche hinsichtlich der Informationstiefe der abrufbaren Daten und der Anwendbarkeit an zwanzig Fahrzeugen unterschiedlicher Hersteller durchgeführt. Die Testergebnisse bilden in der vergleichenden Gegenüberstellung neben anderen auch eine Übersicht zu den möglichen abrufbaren OBD-Daten im Vergleich zur Vorschriftenlage.

Folgende Ergebnisse sind für das Arbeitspaket zwei festzuhalten:

Die Mehrmarkendiagnose ist historisch aus dem Zwang entstanden, dass es für die Freien Werkstätten vor der Gesetzgebung EC 715/2007 praktisch unmöglich war legal Originaltester von einem Fahrzeughersteller zu bekommen und einzusetzen. Der Fahrzeughersteller bietet seinen Vertragswerkstätten Originaltester an, die nur für die eine Marke verwendbar sind. Ein Mehrmarkendiagnosetester bietet den Vorteil, dass die Bedienphilosophie über alle Marken einheitlich ist und der Betrieb kostengünstig ist. Allerdings bietet die Mehrmarkendiagnose nicht immer die volle Funktionalität der Herstellerdiagnose, sie deckt jedoch das Tagesgeschäft der Arbeiten sehr gut ab.

Die betrachtete EOBD-Diagnose beschränkt sich auf Themenbereiche, die vom Ordnungsgeber vorgegeben bzw. festgelegt sind (z.B. OBD Emission, OBFCM). Der Einsatz als generelles Mehrmarkentool ist sehr eingeschränkt, da sich die Abdeckung nur auf standardisierte Diagnose begrenzt und insbesondere andere Steuerungen des Fahrzeuges wie ABS, Klima etc. überhaupt nicht abdeckt.

Die Untersuchungsergebnisse zu Arbeitspaket zwei zeigen einen kleinen Ausschnitt der historisch gewachsenen Komplexität der Diagnose an Kraftfahrzeugen, verursacht durch die proprietären Ursprünge und Entwicklungen, die bis in die heutige Zeit reichen. Grundsätzlich lassen sich die Zahlen der Untersuchungsergebnisse miteinander vergleichen, spiegeln jedoch nicht zwangsläufig die emissionsrelevanten Funktionen des Fahrzeugs bzw. des Diagnosegeräts wider. Dieser Befund trifft gerade dann zu, wenn ein Großteil der Diagnoseinformationen nicht im Diagnosegerät implementiert bzw. nicht für den Werkstattbetrieb freigeschaltet ist. Die standardisierte EOBD-Diagnose bietet die Möglichkeit herstellerübergreifend Informationen aus dem Fahrzeug auszulesen und zu nutzen. Bereits heute werden diese Informationen für periodische Untersuchungen von Fahrzeugen, wie z.B. der HU oder AU verwendet.

Es ist weiterhin denkbar, die Werte von Fahrzeugsensoren kontinuierlich zu erfassen. Somit ist z.B. eine Live-Bewertung des Abgasverhaltens während der Fahrt möglich. Außerdem können die IST-Werte auch ins Verhältnis zu den gemessenen Abgaswerten der Endrohrmessung gesetzt werden. Dies würde sicherstellen, dass sich die Qualität der Sensormesswerte nicht über die Lebensdauer des Fahrzeugs verschlechtern. Werden neue Sensoren in Fahrzeugen verbaut, sollten diese ebenfalls über das EOBD-Protokoll diagnostiziert werden können. Diese Informationen könnten in Zukunft für eine erweiterte Abgasuntersuchung als Eingangsgröße dienen.

Das Arbeitspaket drei umfasst die Analyse und Auswirkungen von Software-Updates auf das OBD-System. Im Fokus standen hier die emissionsrelevanten „meldepflichtigen“ Software-Updates im Rahmen der Typprüfung. Mit Unterstützung des Kraftfahrt-Bundesamtes sollte betrachtet werden, wie häufig „meldepflichtige“ Software-Updates durchgeführt wurden und in welchem Umfang sie die OBD-Daten betreffen.

Die Untersuchung ergab, dass eine Zuordnung der Software-Änderungen zu Abgas- oder OBD-relevanz mit Hilfe der Quartalslisten aufgrund fehlender Datenlagen beim KBA nicht möglich ist und somit eine Aussage zu der gesamten Anzahl der Softwareänderungen und der Anzahl der Softwareänderungen mit OBD-relevanz auf Basis der nicht ausreichenden Daten nicht möglich ist.

Zu berücksichtigen ist, dass ein Fahrzeug in der Regel mit einer Softwareversion ausgeliefert wird, die im Rahmen der Typprüfung erfasst worden ist. Die Anzahl der Software-Updates an modernen Fahrzeugen ist in den letzten Jahren stetig gewachsen. Deren Notwendigkeit hat mehrere Ursachen. Neben dem Schließen von Sicherheitslücken, z.B. bei Telekommunikationsanwendungen, werden u.a. Fehler beseitigt oder neue Funktionen freigeschaltet. Um künftig bei der PTI sicherstellen zu können, dass ein untersuchtes Fahrzeug mit einer zulässigen Softwareversion ausgestattet ist, könnte mit Hilfe des OBD-Scantools im Mode\$09 die verwendete Softwareversion ausgelesen werden. Die ausgelesene Softwarebezeichnung wäre dann anhand der Fahrzeugidentifikationsnummer mit der in einer Datenbank abgelegten, für dieses Fahrzeug zugelassenen Softwareversion abzugleichen. Dies kann über eine zuständige Stelle geschehen, die ein Verzeichnis führt, in dem für alle genehmigten Fahrzeugtypen die zulässigen Softwarestände einschließlich ihrer Integritätsmerkmale hinterlegt sind. Der Fahrzeughersteller muss diese Softwareinformationen, welche fortlaufend aktualisiert werden müssen, der zuständigen Stelle zur Verfügung stellen. Ein dafür hilfreiches System wäre die Einrichtung einer Digitalen Fahrzeugakte in der zum einen die vorgenannten Software-Update-Versionen fahrzeugbezogen geführt werden und zum anderen alle umweltrelevanten Fahrzeugänderungen über den Fahrzeuglebenszyklus gespeichert werden können. Idealerweise ist eine solche Datenbank europaweit einzuführen und die jeweiligen Prozesse auf EU-Ebene zu harmonisieren.

Das Arbeitspaket vier richtete im Rahmen dieses Forschungsprojektes den Blick in die Zukunft. Der Fokus der Arbeiten lag auf der Analyse der Möglichkeiten in Zukunft die emissionsrelevanten OBD-Daten „Over The Air“ zu übermitteln.

Betrachtet wurden dabei auf Basis des Standes von Wissenschaft und Forschung vier aktuell bekannte und diskutierte Modelle und Lösungsansätze der OTA-Übertragung. Die vier Modelle sind die aktuell schon eingesetzte Dongle Lösung zur Übertragung bei kurzen Abständen, die Sichere On-Board Telematik-Plattform, ADAXO und Trust Center zur Datenübertragung im Sinne von OTA. Betrachtet wurden bei den unterschiedlichen Modellen die Möglichkeiten der übertragenen Datenmengen, die jeweilige Datenvorhaltung im Fahrzeug, den Prozess der Authentifizierung, sowie die Möglichkeiten der Empfangsbestätigung.

Als Randbedingung für die PTI wurde erklärt, dass Fahrzeugschnittstellen einen unabhängigen, vertrauenswürdigen und diskriminierungsfreien Fernzugriff auf Fahrzeugdaten, -funktionen und -ressourcen nach den gleichen Grundsätzen und Funktionen für alle Beteiligten unterstützen sollten. Hierdurch würde sichergestellt, dass die Herausforderungen der unabhängigen Fahrzeugprüfung auch in Zukunft erfolgreich bewältigt werden können.

Zur Sicherstellung der hoheitlichen Aufgaben im Bereich Fahrzeugüberwachung wäre es hilfreich die entsprechenden gesetzlichen Grundlagen in Europa und Deutschland zu haben.

## Literatur

ISO 15031-3; Road vehicles – Communication between vehicle and external equipment for emissions-related diagnostics, Part 3: Diagnostic connector and related electrical circuits, specification and use

VO (EU) 2018/1832; zur Änderung der Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 der Kommission und der Verordnung (EU) 2017/1151 der Kommission im Hinblick auf die Verbesserung der emissionsbezogenen Typgenehmigungsprüfungen und -verfahren für leichte Personenkraftwagen und Nutzfahrzeuge, unter anderem in Bezug auf die Übereinstimmung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge und auf Emissionen im praktischen Fahrbetrieb und zur Einführung von Einrichtungen zur Überwachung des Kraftstoff- und des Stromverbrauchs

VO (EU) 2019/631; zur Festsetzung von CO<sub>2</sub>-Emissionsnormen für neue Personenkraftwagen und für neue leichte Nutzfahrzeuge und zur Aufhebung der Verordnungen (EG) Nr. 443/2009 und (EU) Nr. 510/2011

## Bilder

Bild 2-1 Übersicht der Handlungsebenen der Europäischen Union: Quelle: Eigene Darstellung	26
Bild 2-2 Übersicht der EU Generaldirektionen Quelle: Eigene Darstellung	28
Bild 2-3 Organisationsschema der UNECE (Auszug), Quelle: Webpage der UNECE	29
Bild 2-4: OSI 7 Schichten Model aus SAE J1979	32
Bild 3-1: Darstellung der Diagnosefunktionen als 3-D Modell für Fahrzeughersteller mit mehreren Fahrzeugtypen	39
Bild 3-2: Beispiel Bedatung PID mit ausgewählten PID´s	43
Bild 3-3: Beispiel für die Bedatung von ausgesuchten Messwerten bei unterschiedlichen Herstellern und Modellen	44
Bild 3-4: Mehrmarkendiagnosegerät von Bosch (KTS 590)	49
Bild 3-5: Diagnosesoftware IDC5 und Interface von Texa	49
Bild 3-6: Auswahl des EOBD-Modus bei Bosch ESItronic (Screenshot)	50
Bild 3-7: Übersicht der Funktionen der EOBD-Diagnose bei Bosch ESItronic (Screenshot)	51
Bild 3-8: Auswahlmöglichkeiten der Istwerte (Screenshot)	52
Bild 3-9: Fahrzeugauswahl mit Hilfe der Schlüsselnummern aus der Zulassungsbescheinigung Teil I (Screenshot)	53
Bild 3-10: Übersicht der Steuergeräte (Screenshot)	54
Bild 3-11: Auswahlmöglichkeiten der Istwerte (Screenshot)	55
Bild 3-12: Auflistung der auswählbaren Istwerte (Screenshot)	56
Bild 3-13: Übersicht des Diagnosemenüs in der Software Texa IDC5 (Screenshot)	57
Bild 3-14: Übersicht und Auswahlmöglichkeiten der EOBD-Diagnose bei Texa IDC 5 (Screenshot)	57
Bild 3-15: Auswahlmöglichkeiten der einzelnen Istwerte (Screenshot)	58
Bild 3-16: Darstellung der ausgewählten Istwerte (Screenshot)	58
Bild 3-17: Fahrzeugauswahl (Screenshot)	59
Bild 3-18: Auswahlmöglichkeiten der verbauten Steuergeräte (Screenshot)	60
Bild 3-19: Anzeige der Istwerte des Motorsteuergeräts (Screenshot)	60
Bild 3-20: HU-Adapter 21 Plus (Quelle: FSD GmbH)	62
Bild 3-21: Ausgelesene OBFCM-Daten eines Beispielfahrzeugs mithilfe der Software FSD.HU 21	62
Bild 3-22: Kraftstoffverbrauch in l/100km	78
Bild 3-23: Fahranteile von Fahrzeug 4	79
Bild 3-24: Streckenanteile von Fahrzeug 5	79
Bild 3-25: Rein elektrisch gefahrener Anteil an Gesamtfahrstrecke des jeweiligen Fahrzeugs	80
Bild 3-26: Der Batterie zugeführte Netzenergie der einzelnen Fahrzeuge	80
Bild 3-27: Der Batterie zugeführte Netzenergie (normiert auf einen Kilometer)	81
Bild 4-2: Behandlung eines Software-Updates gemäß UN-Regelung Nr. 156 (Quelle UNECE)	84

## Tabellen

Tab. 2-1 Übersicht der relevanten europäischen und internationalen OBD-Regularien	25
Tab. 2-2: Auszug aus SAE J1979 DA – Annex B (Parameter IDs)	33
Tab. 2-3: Nutzer OBD-Daten	34
Tab. 3-1: Übersicht der Untersuchungsfahrzeuge	48
Tab. 3-2: Übersicht über die Anzahl der auslesbaren Sensorinformationen über OEM-Diagnoseprotokoll (schraffiert = auffällig)	64
Tab. 3-3: Vergleich der Werte zwischen OEM- und EOBD-Diagnose	65
Tab. 3-4: Vergleich der Diagnosegeräte untereinander (hell schraffiert = Diagnosegerät 1 mehr Werte; dunkel schraffiert = Diagnosegerät 2 mehr Werte)	66
Tab. 3-5: Vergleich der dargestellten Messwerte (schraffiert = auffällig hohe Anzahl gegenüber den anderen Fahrzeugen)	67
Tab. 3-6: Überblick über Anzahl der Fahrzeuge, an denen die definierten Werte auslesbar waren (Auffällige Werte markiert)	68
Tab. 3-7: Auszug aus den Untersuchungsergebnissen bezüglich der Einheiten der Ansauglufttemperatur	69
Tab. 3-8: Übersicht der Einheiten der Luftmasse beider Mehrmarkendiagnosegeräte	70
Tab. 3-9: Ausgelesene Bezeichnungen der EOBD-Parameter mit beiden Mehrmarkendiagnosegeräten (Auffälligkeiten markiert)	72
Tab. 3-10: Vergleich der Einheiten bei EOBD-Abfragen mit beiden Diagnosegeräten sowie Norm SAE J1979	73
Tab. 3-11: Übersicht der durchgeführten Supported-ID-Anfragen der Diagnosegeräte sowie fahrzeugseitige Unterstützung	74
Tab. 3-12: Vergleich der Benennungen der Sensorinformationen, die mit allen drei Diagnosegeräten auslesbar waren (identische Bezeichnungen schraffiert)	76
Tab. 3-13: Auszug aus den verwendeten Einheiten der einzelnen Diagnosegeräte	77
Tab. 3-14: Übersicht über unterstützte PIDs der Untersuchungsfahrzeuge	82
Tab. 4-1: Beispiel für eine Liste für das Quartals-Reporting von Software-Änderungen beim KBA	87

## Anhang

Übersicht über alle ausgelesenen Sensorinformationen eines Untersuchungsfahrzeugs über EOBD-Protokoll

Untersuchungsfahrzeug			Diagnosegerät 1		Diagnosegerät 2	
PID Anfragen	Beschreibung	PIDs vom Fahrzeug unterstützt?	Anfrage durchgeführt?	Wert auslesbar/angezeigt?	Anfrage durchgeführt?	Wert auslesbar/angezeigt?
0x00	Defined in Appendix A	ja	X	X	X	X
0x01	Status of monitors (non-continuous)	ja	X	X	X	X
0x02	Freeze Frame DTC	nein				
0x03	Fuel system status	nein				
0x04	Calculated LOAD Value	ja	X	X	X	X
0x05	Engine Coolant Temperature	ja	X	X	X	X
0x06	Short Term Fuel Trim - Bank 1	nein				
0x07	Long Term Fuel Trim - Bank 1	nein				
0x08	Short Term Fuel Trim - Bank 2	nein				
0x09	Long Term Fuel Trim - Bank 2	nein				
0x0A	Fuel Pressure (gauge)	nein				
0x0B	Intake Manifold Absolute Pressure	nein				
0x0C	Engine RPM	ja	X	X	X	X
0x0D	Vehicle Speed Sensor	ja	X	X	X	X
0x0E	Ignition Timing Advance	nein				
0x0F	Intake Air Temperature	nein				
0x10	Air Flow Rate from Mass Air Flow Sensor	nein				
0x11	Absolute Throttle Position	nein				

Untersuchungsfahrzeug			Diagnosegerät 1		Diagnosegerät 2	
PID Anfragen	Beschreibung	PIDs vom Fahrzeug unterstützt?	Anfrage durchgeführt?	Wert auslesbar/angezeigt?	Anfrage durchgeführt?	Wert auslesbar/angezeigt?
0x12	Commanded Secondary Air Status	nein				
0x13	Location of oxygen sensors	nein				
0x14	O2 Sensor and SHRFT Bank 1, Sensor 1	nein				
0x15	O2 Sensor and SHRFT Bank 1, Sensor 2	nein				
0x16	O2 Sensor and SHRFT Bank 1, Sensor 3	nein				
0x17	O2 Sensor and SHRFT Bank 1, Sensor 4	nein				
0x18	O2 Sensor and SHRFT Bank 2, Sensor 1	nein				
0x19	O2 Sensor and SHRFT Bank 2, Sensor 2	nein				
0x1A	O2 Sensor and SHRFT Bank 2, Sensor 3	nein				
0x1B	O2 Sensor and SHRFT Bank 2, Sensor 4	nein				
0x1C	OBd requirements for vehicle or engine	ja	X	X	X	X
0x1D	Location of oxygen sensors	nein				
0x1E	Auxiliary Input Status	nein				
0x1F	Time Since Engine Start	nein				
0x20	Defined in Appendix A	ja	X	X	X	X
0x21	Distance Traveled While MIL is Activated	ja	X	X	X	X
0x22	Fuel Pressure relative to manifold vacuum	nein				
0x23	Fuel Rail Pressure	nein				
0x24	Wide Ratio O2 Lambda value and Voltage, Bank 1, Sensor 1	nein				

Untersuchungsfahrzeug			Diagnosegerät 1		Diagnosegerät 2	
PID Anfragen	Beschreibung	PIDs vom Fahrzeug unterstützt?	Anfrage durchgeführt?	Wert auslesbar/angezeigt?	Anfrage durchgeführt?	Wert auslesbar/angezeigt?
0x25	Wide Ratio O2 Lambda value and Voltage, Bank 1, Sensor 2	nein				
0x26	Wide Ratio O2 Lambda value and Voltage, Bank 1, Sensor 3	nein				
0x27	Wide Ratio O2 Lambda value and Voltage, Bank 1, Sensor 4	nein				
0x28	Wide Ratio O2 Lambda value and Voltage, Bank 2, Sensor 1	nein				
0x29	Wide Ratio O2 Lambda value and Voltage, Bank 2, Sensor 2	nein				
0x2A	Wide Ratio O2 Lambda value and Voltage, Bank 2, Sensor 3	nein				
0x2B	Wide Ratio O2 Lambda value and Voltage, Bank 2, Sensor 4	nein				
0x2C	Commanded EGR	nein				
0x2D	EGR Error	nein				
0x2E	Commanded Evaporative Purge	nein				
0x2F	Fuel Level Input	nein				
0x30	Number of warm-ups since DTCs cleared	ja	X	X	X	X
0x31	Distance traveled since DTCs cleared	ja	X	X	X	X
0x32	Evap System Vapor Pressure	nein				
0x33	Barometric Pressure	nein				
0x34	Wide Ratio O2 Lambda value and Current, Bank 1, Sensor 1	nein				
0x35	Wide Ratio O2 Lambda value and Current, Bank 1, Sensor 2	nein				
0x36	Wide Ratio O2 Lambda value and Current, Bank 1, Sensor 3	nein				
0x37	Wide Ratio O2 Lambda value and Current, Bank 1, Sensor 4	nein				

Untersuchungsfahrzeug			Diagnosegerät 1		Diagnosegerät 2	
PID Anfragen	Beschreibung	PIDs vom Fahrzeug unterstützt?	Anfrage durchgeführt?	Wert auslesbar/angezeigt?	Anfrage durchgeführt?	Wert auslesbar/angezeigt?
0x38	Wide Ratio O2 Lambda value and Current, Bank 2, Sensor 1	nein				
0x39	Wide Ratio O2 Lambda value and Current, Bank 2, Sensor 2	nein				
0x3A	Wide Ratio O2 Lambda value and Current, Bank 2, Sensor 3	nein				
0x3B	Wide Ratio O2 Lambda value and Current, Bank 2, Sensor 4	nein				
0x3C	Catalyst Temperature Bank 1, Sensor 1	nein				
0x3D	Catalyst Temperature Bank 2, Sensor 1	nein				
0x3E	Catalyst Temperature Bank 1, Sensor 2	nein				
0x3F	Catalyst Temperature Bank 2, Sensor 2	nein				
0x40	Defined in Appendix A	ja	X	X	X	X
0x41	Monitor status this driving cycle	nein				
0x42	Control module voltage	nein				
0x43	Absolute Load Value	nein				
0x44	Fuel/Air Commanded Equivalence Ratio	nein				
0x45	Relative Throttle Position	nein				
0x46	Ambient Air Temperature	nein				
0x47	Absolute Throttle Position B	nein				
0x48	Absolute Throttle Position C	nein				
0x49	Accelerator Pedal Position D	ja	X	X	X	X
0x4A	Accelerator Pedal Position E	nein				
0x4B	Accelerator Pedal Position F	nein				
0x4C	Commanded Throttle Actuator Control	nein				

Untersuchungsfahrzeug			Diagnosegerät 1		Diagnosegerät 2	
PID Anfragen	Beschreibung	PIDs vom Fahrzeug unterstützt?	Anfrage durchgeführt?	Wert auslesbar/angezeigt?	Anfrage durchgeführt?	Wert auslesbar/angezeigt?
0x4D	Engine run time while MIL activated	nein				
0x4E	Engine run time since DTCs cleared	nein				
0x4F	External Test Equipment Configuration Information #1	nein				
0x50	External Test Equipment Configuration Information #2	nein				
0x51	Type of fuel currently being utilized by the internal combustion engine	nein				
0x52	Alcohol Fuel Percentage	nein				
0x53	Absolute Evap System Vapor Pressure	nein				
0x54	Evap System Vapor Pressure	nein				
0x55	Short Term Secondary O2 Sensor Fuel Trim – Bank 1 (use if only 1 fuel trim value)	nein				
0x56	Long Term Secondary O2 Sensor Fuel Trim – Bank 1 (use if only 1 fuel trim value)	nein				
0x57	Short Term Secondary O2 Sensor Fuel Trim – Bank 2 (use if only 1 fuel trim value)	nein				
0x58	Long Term Secondary O2 Sensor Fuel Trim – Bank 2 (use if only 1 fuel trim value)	nein				
0x59	Fuel Rail Pressure (absolute)	nein				
0x5A	Relative Accelerator Pedal Position	nein				
0x5B	Hybrid Battery Pack Remaining Charge	nein				
0x5C	Engine Oil Temperature	ja	X	X	X	X
0x5D	Fuel Injection Timing	nein				
0x5E	Engine Fuel Rate	ja	X	X	X	X

Untersuchungsfahrzeug			Diagnosegerät 1		Diagnosegerät 2	
PID Anfragen	Beschreibung	PIDs vom Fahrzeug unterstützt?	Anfrage durchgeführt?	Wert auslesbar/angezeigt?	Anfrage durchgeführt?	Wert auslesbar/angezeigt?
0x5F	Emission requirements to which vehicle is designed	nein				
0x60	Defined in Appendix A	ja	X	X		
0x61	Driver's Demand Engine - Percent Torque	nein				
0x62	Actual Engine - Percent Torque	ja	X	X		
0x63	Engine Reference Torque	ja	X	X	X	X
0x64	Engine Percent Torque Data	nein				
0x65	Auxiliary Inputs/Output Status	nein				
0x66	Mass Air Flow Sensor	ja	X	X	X	X
0x67	Engine Coolant Temperature	nein				
0x68	Intake Air Temperature	ja	X	X	X	X
0x69	Commanded EGR and EGR Error	nein				
0x6A	Commanded Diesel Intake Air Flow Control and Relative Intake Air Flow Position	nein				
0x6B	Exhaust Gas Recirculation Temperature	nein				
0x6C	Commanded Throttle Actuator Control and Relative Throttle Position	ja	X	X	X	X
0x6D	Fuel Pressure Control System	ja	X	X	X	X
0x6E	Injection Pressure Control System	nein				
0x6F	Turbocharger Compressor Inlet Pressure	nein				
0x70	Boost Pressure Control	ja	X	X	X	X
0x71	Variable Geometry Turbo Control	nein				
0x72	Wastegate Control	nein				
0x73	Exhaust Pressure	nein				
0x74	Turbocharger RPM	nein				

Untersuchungsfahrzeug			Diagnosegerät 1		Diagnosegerät 2	
PID Anfragen	Beschreibung	PIDs vom Fahrzeug unterstützt?	Anfrage durchgeführt?	Wert auslesbar/angezeigt?	Anfrage durchgeführt?	Wert auslesbar/angezeigt?
0x75	Turbocharger A Temperature	nein				
0x76	Turbocharger B Temperature	nein				
0x77	Charge Air Cooler Temperature	nein				
0x78	Exhaust Gas Temperature Bank 1	nein				
0x79	Exhaust Gas Temperature Bank 2	nein				
0x7A	Particulate Filter Bank 1	nein				
0x7B	Particulate Filter Bank 2	nein				
0x7C	Particulate Filter Temperature	nein				
0x7D	NOx NTE control area status	nein				
0x7E	PM NTE control area status	nein				
0x7F	Engine Run Time	nein				
0x80	Defined in Appendix A	ja	X	X		
0x81	Engine Run Time for AECD #1 - #5	nein				
0x82	Engine Run Time for AECD #6 - #10	nein				
0x83	NOx Sensor	nein				
0x84	Manifold Surface Temperature	nein				
0x85	NOx Control System	nein				
0x86	Particulate Matter Sensor	nein				
0x87	Intake Manifold Absolute Pressure	nein				
0x88	SCR Inducement System	ja	X	X	X	X
0x89	Engine Run Time for AECD #11 - #15	nein				
0x8A	Engine Run Time for AECD #16 - #20	nein				
0x8B	Aftertreatment Status	ja	X	X	X	X
0x8C	O2 Sensor (Wide Range)	nein				
0x8D	Absolute Throttle Position G	nein				

Untersuchungsfahrzeug			Diagnosegerät 1		Diagnosegerät 2	
PID Anfragen	Beschreibung	PIDs vom Fahrzeug unterstützt?	Anfrage durchgeführt?	Wert auslesbar/angezeigt?	Anfrage durchgeführt?	Wert auslesbar/angezeigt?
			0x8E	Engine Friction - Percent Torque	ja	X
0x8F	Particulate Matter (PM) Sensor Output	nein				
0x90	WWH-OBD Vehicle OBD System Information	nein				
0x91	WWH-OBD ECU OBD System Information	nein				
0x92	Fuel system status (Compression Ignition)	ja	X	X	X	X
0x93	WWH-OBD Vehicle OBD Counters	nein				
0x94	NOx control - driver inducement system status and counters	nein				
0x95	SCR Catalyst NH3 Storage data	nein				
0x96	Hydrocarbon Doser	nein				
0x97	NOx Mass Emission Rate	nein				
0x98	Exhaust Gas Temperature Bank 1	nein				
0x99	Exhaust Gas Temperature Bank 2	nein				
0x9A	Hybrid/EV Vehicle System Data	nein				
0x9B	Diesel Exhaust Fluid Sensor Output	nein				
0x9C	O2 Sensor (Wide Range)	nein				
0x9D	Fuel Rate	ja	X	X		
0x9E	Engine Exhaust Flow Rate	ja	X	X		
0x9F	Fuel System Percentage Use	nein				