



General Specification for Anti Lock Braking Systems (ABS) including Traction Control Systems (TCS) / Electronic Stability Program (ESP)

Allgemeine Vorschrift für Antilockiersysteme (ABS) einschließlich Antriebs-Schlupf-Regelung (ASR) / Elektronisches Stabilitätsprogramm (ESP)

Index

1	Introduction	5
1.1	Scope	5
1.2	Mission / Theme	6
1.3	Classification	6
2	References	7
2.1	Normative	7
2.2	GM	7
2.3	Additional	8
3	Test Preparation and Evaluation	8
3.1	Resources	8
3.1.1	Calibration	8
3.1.2	Alternatives	8
3.1.3	Facilities	8
3.1.3.1	Test Devices for Functional Testing of the ABS / TCS or ESP-Unit	8
3.1.3.2	Test Devices for Testing of Wheel Speed Sensors	10
3.1.4	Equipment	11
3.2	Test Samples	11
3.3	Conditioning	11
3.4	Documentation	11
3.4.1	Test Results	12
3.4.2	Deviations from Test Procedure	12
4	Requirements and Test Procedure	12
4.1	Definitions	12
4.1.1	Wheel-Road System	12
4.1.2	Safety Circuit	13
4.1.3	Wheel Speed Sensor Voltage	13
4.1.4	Integrated ABS-Unit	13
4.1.5	Integrated ABS-TCS Unit	14
4.1.6	ESP Control Unit	14
4.1.7	Integrated Wheel Speed Sensor	14
4.1.8	Passive and Active Sensors	14
4.1.9	MFL Lamp	14

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	5
1.1	Anwendungsbereich	5
1.2	Aufgabe / Thema	6
1.3	Einteilung	6
2	Referenzen	7
2.1	Normative	7
2.2	GM	7
2.3	Zusätzliche	8
3	Prüfungsvorbereitung und Auswertung	8
3.1	Geräte und Einrichtungen	8
3.1.1	Kalibrierung	8
3.1.2	Alternativen	8
3.1.3	Einrichtungen	8
3.1.3.1	Prüfgeräte für Funktionstests von ABS, ASR oder ESP	8
3.1.3.2	Prüfgeräte zur Prüfung der Raddrehzahlfühler	10
3.1.4	Ausrüstung	11
3.2	Prüfteile	11
3.3	Probenvorbehandlung	11
3.4	Dokumentation	11
3.4.1	Prüfergebnisse	12
3.4.2	Abweichungen bei der Versuchsdurchführung	12
4	Anforderungen und Prüfungen	12
4.1	Definitionen	12
4.1.1	Rad-Straße System	12
4.1.2	Sicherheitsschaltkreise	13
4.1.3	Spannung des Raddrehzahlfühlers	13
4.1.4	Integriertes ABS-Steuergerät	13
4.1.5	Integriertes ABS-ASR Steuergerät	14
4.1.6	ESP Steuergerät	14
4.1.7	Integrierte Raddrehzahlfühler	14
4.1.8	Passive und aktive Sensoren	14
4.1.9	MFL Lampe	14

4.1.10	Probability Function of Quiescent Current	14	4.1.10	Ruhestrom-Wahrscheinlichkeitsfunktion	14
4.2	General Requirements	15	4.2	Allgemeine Anforderungen	15
4.2.1	General Requirements to GMI/GMW	15	4.2.1	Allgemeine Anforderungen nach GMI/GMW	15
4.2.2	FMEA	15	4.2.2	FMEA	15
4.2.3	Fault Tree Analysis	16	4.2.3	Fehlerbaumanalyse	16
4.2.4	Materials	16	4.2.4	Materialien	16
4.2.5	Marking	17	4.2.5	Kennzeichnung	17
4.2.6	Visual and Dimensional Test	17	4.2.6	Sicht- und Maßprüfung	17
4.2.7	ABS and TCS Control Circuit	17	4.2.7	ABS und ASR Steuereinheit	17
4.2.8	ESP Control Unit	18	4.2.8	ESP-Steuergerät	18
4.2.9	Physical Content	19	4.2.9	Physikalischer Inhalt	19
4.2.10	Functional Requirements and Tests for ABS	20	4.2.10	Funktionelle Anforderungen und Prüfungen für ABS	20
4.2.10.1	Functional Content for ABS	20	4.2.10.1	Funktionelle Anforderungen für ABS	20
4.2.10.2	Function Test ABS	25	4.2.10.2	Funktionstest ABS	25
4.2.10.3	Test Acceptance for ABS	26	4.2.10.3	Test Akzeptanz für ABS	26
4.2.11	Functional Requirements and Tests for TCS	27	4.2.11	Funktionelle Anforderungen und Tests für ASR	27
4.2.11.1	Additional Functional Content for TCS	27	4.2.11.1	Zusätzlicher funktioneller Inhalt für ASR	27
4.2.11.2	Function Test for TCS	28	4.2.11.2	Funktionstest für ASR	28
4.2.11.3	Test Acceptance for TCS	29	4.2.11.3	Test Akzeptanz für ASR	29
4.2.12	Functional Requirements and Tests for ESP	30	4.2.12	Funktionelle Anforderungen und Prüfungen für ESP	30
4.2.12.1	Additional Functional Content for ESP	30	4.2.12.1	Zusätzliche Funktioneller Inhalt für ESP	30
4.2.12.2	Function Test for the ESP Unit	32	4.2.12.2	Funktionstest für die ESP Einheit	32
4.2.12.3	Test Acceptance for the ESP Unit	32	4.2.12.3	Versuchsdurchführung	32
4.3	Ambient Environment	32	4.3	Umgebungseinflüsse	32
4.3.1	Electrical Environment	33	4.3.1	Elektrische Umgebung	33
4.3.1.1	Operating Voltage Range	33	4.3.1.1	Betriebsspannungsbereiche	33
4.3.1.2	Short Circuit Protection	35	4.3.1.2	Kurzschlussfestigkeit	35
4.3.1.3	Current Consumption	35	4.3.1.3	Stromverbrauch	35
4.3.1.4	Reverse Polarity Protection	37	4.3.1.4	Verpolschutz	37
4.3.2	Electromagnetic Compatibility	37	4.3.2	Elektromagnetische Verträglichkeit	37
4.3.3	Mechanical Environment	37	4.3.3	Mechanische Umgebung	37
4.3.3.1	Shock	37	4.3.3.1	Schocken	37
4.3.3.2	Vibration	37	4.3.3.2	Schwingen	37
4.3.3.3	Free Fall Test	37	4.3.3.3	Fallprüfung	37
4.3.3.4	Crush Test	37	4.3.3.4	Quetschtest	37
4.3.4	Climatic Environment	37	4.3.4	Klimatische Umgebung	37
4.3.4.1	Temperature Ranges	37	4.3.4.1	Temperaturbereiche	37
4.3.4.2	Temperature Cycle and Shock Test	38	4.3.4.2	Temperaturwechsel und Schocktest	38
4.3.4.3	Protection against Ingress of Dust and Water	38	4.3.4.3	Staub und Wasserschutz	38
4.3.4.4	Salt Spray Test (Surface Protection)	38	4.3.4.4	Salzsprühnebelprüfung (Oberflächenschutz)	38
4.3.4.5	Low Air Pressure Test	38	4.3.4.5	Prüfung für niederen Luftdruck	38
4.3.5	Durability Test (with HIL)	39	4.3.5	Dauerlauftest (mit HIL)	39
4.3.5.1	Functions for HIL-Durability Test	39	4.3.5.1	Funktionen für den HIL-Dauerlauf	39
4.3.5.2	ABS/TCS/ESP Cycling Test	42	4.3.5.2	ABS/ASR/ESP Wechseltest	42

4.3.5.3	ABS/TCS/ESP High Temperature Test	43	4.3.5.3	ABS/ASR/ESP Hoch-Temperaturtest	43
4.3.6	ABS/TCS/ESP Life Cycle Temperature Test	43	4.3.6	ABS/ASR/ESP Lebensdauer-Temperatur -Zyklus Test	43
4.3.6.1	Preparation	44	4.3.6.1	Vorbereitung	44
4.3.6.2	Instructions	44	4.3.6.2	Anleitungen	44
4.3.6.3	Data	45	4.3.6.3	Daten	45
4.3.6.4	Targets	45	4.3.6.4	Vorgaben	45
4.3.6.5	Evaluation	45	4.3.6.5	Bewertung	45
4.3.6.6	Device Internal and External Inspection	45	4.3.6.6	Äußere und innere Prüfung des Geräts	45
4.4	Interfaces	47	4.4	Schnittstellen	47
4.4.1	Electrical Interfaces	47	4.4.1	Elektrische Schnittstellen	47
4.4.1.1	Interface for Power Supply	47	4.4.1.1	Schnittstelle Stromversorgung	47
4.4.1.2	Wheel Speed Sensor Input	47	4.4.1.2	Eingänge für Raddrehzahlfühler	47
4.4.1.3	Wheel Speed Output	48	4.4.1.3	Ausgänge für Raddrehzahlen	48
4.4.1.4	Input Brake Light Switch	48	4.4.1.4	Eingang Bremslichtschalter	48
4.4.1.5	Outputs for Dash Board / Warning Lamps	48	4.4.1.5	Ausgang für Instrumenten- und Kontrollleuchten	48
4.4.1.6	Diagnostic Data Link	48	4.4.1.6	Diagnose Datenleitung	48
4.4.1.7	CAN-Bus Interface	49	4.4.1.7	CAN-Bus Schnittstelle	49
4.4.1.8	TCS on/off Push Button	49	4.4.1.8	ASR Ein/Aus-Taster	49
4.4.1.9	Input Engine Speed TD	49	4.4.1.9	Eingang Motordrehzahl TD	49
4.4.1.10	Input Throttle Position DKG	49	4.4.1.10	Eingang Drosselklappenstellung DKG	49
4.4.1.11	Output Engine Torque Reduction (MMR)	50	4.4.1.11	Ausgang Motor Moment Reduktion MMR	50
4.4.1.12	Output Engine Torque Reduction via Engine Torque (MMS)	50	4.4.1.12	Ausgang Motor Moment Soll (MMS)	50
4.4.1.13	Input Engine Torque (MMI)	50	4.4.1.13	Eingang Motor Moment Istwert (MMI)	50
4.4.1.14	Input Gear Ratio (MIWG)	50	4.4.1.14	Eingang Momenten-Übersetzung Wandler-Getriebe (MIWG)	50
4.4.1.15	Output for Pump Motor	50	4.4.1.15	Ausgang Pumpen Motor	50
4.4.1.16	Output for Valves	50	4.4.1.16	Ausgang Magnetventile	50
4.4.1.17	Interface to the Main Instrument	50	4.4.1.17	Schnittstelle zum Instrument	50
4.4.1.18	Interfaces to the additional ESP Sensors	51	4.4.1.18	Schnittstellen zu den zusätzlichen ESP Sensoren	51
4.4.2	Interface to the Cable Harness	51	4.4.2	Schnittstellen zum Kabelsatz	51
4.4.3	Interface to Engine Control Module	51	4.4.3	Schnittstelle zum Motorsteuergerät	51
4.4.4	Deceleration Interface	51	4.4.4	Verzögerungsschnittstelle	51
4.4.5	Hydraulic Interfaces	52	4.4.5	Hydraulische Schnittstellen	52
4.4.6	Mechanical Interfaces	52	4.4.6	Mechanische Schnittstellen	52
4.5	Functional Test of the Relays Used on the ABS System	52	4.5	Funktionstest der Relais des ABS Systems	52
4.6	Hydraulic Actuator Requirements	52	4.6	Hydraulische Anforderungen	52
4.6.1	Function and Durability Test	52	4.6.1	Funktionstest und Dauerlauf	52
4.7	Requirements for Passive Wheel Speed Sensors	52	4.7	Anforderungen für passive Raddrehzahlfühler	52
4.7.1	General Requirements	52	4.7.1	Allgemeine Anforderungen	52
4.7.1.1	General Requirements	52	4.7.1.1	Allgemeine Anforderungen	52
4.7.1.2	Materials	52	4.7.1.2	Materialien	52
4.7.1.3	Marking	53	4.7.1.3	Kennzeichnung	53
4.7.1.4	Visual and Dimensional Test	53	4.7.1.4	Sicht- und Maßprüfung	53
4.7.1.5	Shielding of Wheel Speed Sensor Cables	53	4.7.1.5	Schirmung der Drehzahlfühlerleitungen	53

4.7.1.6 Pitch Deviation	53	4.7.1.6 Teilungsfehler	53
4.7.1.7 Functional Requirements	54	4.7.1.7 Funktionsanforderungen	54
4.7.1.8 Ohmic Resistance	54	4.7.1.8 Ohmscher Widerstand	54
4.7.1.9 Testing the Insulation Resistance	54	4.7.1.9 Test auf Isolationsfestigkeit	54
4.7.1.10 Testing Voltage Resistance	55	4.7.1.10 Prüfung der Spannungsfestigkeit	55
4.7.1.11 Test of Mechanical Strength	55	4.7.1.11 Prüfung der mechanischen Anforderungen	55
4.7.1.12 Salt Spray Test	56	4.7.1.12 Salzsprühnebelprüfung	56
4.7.1.13 Temperature Ranges	56	4.7.1.13 Temperaturbereiche	56
4.7.2 Requirements for Separate Wheel Speed Sensors	57	4.7.2 Anforderungen an separate Drehzahlfühler	57
4.7.2.1 Operating Temperature Range	57	4.7.2.1 Funktionstemperaturbereich	57
4.7.2.2 Short Term Operating Temperature Range	57	4.7.2.2 Kurzzeit-Funktionstemperaturbereich	57
4.7.2.3 High Temperature Test	57	4.7.2.3 Hoch-Temperatur Test	57
4.7.3 Requirements to Integrated Front Wheel Speed Sensor	58	4.7.3 Anforderungen für Integrierte Drehzahlfühler vorn	58
4.7.3.1 Operating Temperature Range	58	4.7.3.1 Funktionstemperaturbereich	58
4.7.3.2 Short Term Operating Temperature Range	58	4.7.3.2 Kurzzeit-Funktionstemperaturbereich	58
4.7.3.3 High Temperature Test	58	4.7.3.3 Hoch-Temperatur Test	58
4.7.3.4 Water Proof Immersion Test	58	4.7.3.4 Wasserdichtigkeits-Tauchtest	58
4.7.4 Requirements to Integrated Rear Wheel Speed Sensor	59	4.7.4 Anforderungen an Integrierte Drehzahlfühler hinten	59
4.7.4.1 Operating Temperature Range	59	4.7.4.1 Funktionstemperaturbereich	59
4.7.4.2 Short Term Operating Temperature Range	59	4.7.4.2 Kurzzeit-Funktionstemperaturbereich	59
4.7.4.3 High Temperature Test	59	4.7.4.3 Hoch-Temperatur Test	59
4.7.4.4 Free Fall Test / Low Air Pressure Test	59	4.7.4.4 Freier Fall Test und Unterdrucktest	59
4.7.4.5 Water Proof Immersion Test	60	4.7.4.5 Wasserdichtigkeits-Tauchtest	60
4.8 Requirements to Active Wheel Speed Sensors	60	4.8 Anforderungen an aktive Raddrehzahlfühler	60
4.8.1 General Requirements	60	4.8.1 Allgemeine Anforderungen	60
4.8.2 Functional and Electrical Requirements	60	4.8.2 Funktionelle und elektrische Anforderungen	60
4.8.2.1 Number of Pulses and Frequency Range	60	4.8.2.1 Anzahl von Pulsen und Frequenzbereich	60
4.8.2.2 Pitch Deviation	60	4.8.2.2 Teilungsfehler	60
4.8.2.3 Electrical Requirements	60	4.8.2.3 Elektrische Anforderungen	60
4.8.3 Temperature Ranges	61	4.8.3 Temperaturbereiche	61
4.8.3.1 Operating Temperature Range	61	4.8.3.1 Funktionstemperaturbereich	61
4.8.3.2 Short Term Operating Temperature Range	61	4.8.3.2 Kurzzeit-Funktionstemperaturbereich	61
4.8.3.3 High Temperature Test	61	4.8.3.3 Hoch-Temperatur Test	61
4.9 Requirements for ESP Sensors	62	4.9 Anforderungen an ESP-Sensoren	62
4.9.1 General Electrical Requirements for ESP-sensors	62	4.9.1 Allgemeine Anforderungen für ESP Sensoren	62
4.9.2 Steering Angle Sensor	63	4.9.2 Lenkwinkelsensor	63
4.9.2.1 General Requirements for SAS	63	4.9.2.1 Allgemeine Anforderungen für LWS	63
4.9.2.2 Mechanical Durability Test	64	4.9.2.2 Mechanische Dauerprüfung	64
4.9.3 Yaw Rate Sensor	65	4.9.3 Gierratensensor	65
4.9.4 Lateral Acceleration Sensor	66	4.9.4 Seitenbeschleunigungssensor	66
4.9.5 Pressure Sensor	66	4.9.5 Drucksensor	66

5	Additional Requirements	66	5	Zusätzliche Anforderungen	66
5.1	Software Development Tools	66	5.1	Software Entwicklungstools	66
5.2	Change Management before Release	67	5.2	Management-Änderung vor Freigabe	67
5.3	Reliability Requirements	68	5.3	Zuverlässigkeitsanforderungen	68
5.3.1	Electronic Components	68	5.3.1	Elektronische Komponenten	68
5.4	Serviceability	68	5.4	Wartungsfreundlichkeit	68
5.5	Environmental Concerns and Recycling	68	5.5	Umweltbelange und Recycling	68
5.6	Environmental Protection	69	5.6	Umweltschutz	69
5.7	Toxicity	69	5.7	Toxizität	69
5.8	Dust	69	5.8	Staub	69
5.9	Design for Assembly	69	5.9	Design für den Einbau	69
5.10	Serviceability	69	5.10	Wartungsfreundlichkeit	69
5.11	Identification and Marking	69	5.11	Identifizierung und Kennzeichnung	69
5.12	Suppliers	70	5.12	Lieferanten	70
5.13	References	70	5.13	Referenzen	70
6	Notes	70	6	Bemerkungen	70
6.1	Glossary	70	6.1	Glossar	70
6.2	Acronyms, Abbreviations and Symbols	70	6.2	Akronyme, Abkürzungen und Symbole	70
7	Additional Paragraphs	70	7	Zusätzliche Abschnitte	70
8	Coding System	70	8	Angabe in Dokumenten	70
9	Release and Revisions	71	9	Freigabe und Änderungen	71
9.1	Release	71	9.1	Freigabe	71
9.2	Revisions	71	9.2	Änderungen	71
Appendix A		72	Anhang A		72
Appendix B		75	Anhang B		75
Appendix C		78	Anhang C		78
Appendix D		80	Anhang D		80
Appendix E		82	Anhang E		82
Appendix F		84	Anhang F		84
Appendix G		86	Anhang G		86
Appendix H		88	Anhang H		88

1 Introduction

Note: This document is the replacement for GMI 12534 V and GME 12585. It contains additionally the requirements for the Electronic Stability Program (ESP).

1.1 Scope. Anti lock braking systems (ABS) are used in vehicles to ensure stability during braking and optimize braking performance. They are part of the brake system.

1 Einführung

Hinweis: Dieses Dokument ist Ersatz für GMI 12534 V und GME 12585. Es enthält zusätzlich die Anforderungen an das Elektronische Stabilitätsprogramm (ESP).

1.1 Anwendungsbereich. Antiblockiersysteme (ABS) werden in Fahrzeugen eingesetzt, um beim Bremsvorgang für Fahrstabilität zu sorgen und die Bremsleistung zu optimieren. Sie sind Teil der Bremsanlage.

Traction control systems (TCS) are used in vehicles to ensure stability and optimum traction performance.

The ESP (Electronic Stability Program) system shall, in addition to the conventional ABS and TCS, further increase driving safety under consideration of lateral dynamics when driving at the physical limits of adhesion between the tires and the road.

This specification defines the general requirements for all Anti Lock Braking Systems. All ABS have some common characteristics and shall fulfill some global requirements derived from the vehicle environment.

This specification describes all requirements for ABS-wheel speed sensors (active and passive sensors).

This specification defines also the general requirements for TCS systems that use brake and/or engine intervention for control of the vehicles traction.

This specification establishes the general ESP Subsystem requirements. The functions, performance, reliability, and validation required of the subsystem are defined in this document. Finally all general ESP sensor requirements are defined in this specification.

1.2 Mission / Theme. This document describes the requirements and tests for the following ABS, TCS and ESP components:

- Electronic control unit (ECU)
- Hydraulic actuator for ABS (EHCUC)
- Special hydraulic actuator for TCS/ESP
- Wheel speed sensors
- Wiring harness and connectors
- Interfaces to other electronic components
- Specific ESP sensors

1.3 Classification. This document is applicable to all anti lock braking systems and to all traction control functions and components included in that ABS-TCS control unit.

Die Antriebs-Schlupf-Regelung (ASR) wird in Fahrzeugen eingesetzt, um für Fahrstabilität und optimale Traktion zu sorgen.

Das ESP-System (Elektronisches Stabilitäts-Programm) soll zusätzlich zum konventionellen ABS und ASR die Fahrsicherheit unter Berücksichtigung der Querdynamik erhöhen, wenn sich das Fahrzeug in der Nähe der physikalischen Grenze des Kraftschlusses zwischen Rad und Straße befindet.

In dieser Spezifikation werden die allgemeinen Anforderungen an AntiBlockiersysteme festgelegt. Alle ABS Systeme haben Gemeinsamkeiten und müssen bestimmten Anforderungen entsprechen, die sich aus dem Einsatz in Fahrzeugen ergeben.

In dieser Spezifikation werden alle Anforderungen für ABS-Drehzahlfühler definiert (aktive und passive).

In dieser Spezifikation werden außerdem die allgemeinen Anforderungen an ASR Systeme festgelegt, die zur Regelung der Fahrzeugtraktion in den Betrieb der Bremsen und/oder den des Motors eingreifen.

Diese Spezifikation beschreibt zusätzlich alle allgemeinen ESP-Anforderungen. Die Funktionen, Leistungsfähigkeit, Zuverlässigkeit und Validierung des ESP-Teilsystems werden außerdem in dieser Spezifikation beschrieben. Schließlich werden alle allgemeinen ESP-Sensor-Anforderungen in dieser Spezifikation beschrieben.

1.2 Aufgabe / Thema. In diesem Dokument werden die Anforderungen und Prüfverfahren für folgende ABS, ASR und ESP Bauteile beschrieben:

- Elektronische Steuereinheit (ECU)
- Hydraulisches Stellglied für ABS (EHCUC)
- Spezielles hydraulisches Stellglied für ASR/ESP
- Raddrehzahlfühler
- Kabelstrang und -stecker
- Schnittstellen zu anderen elektronischen Bauteilen
- Spezifische ESP Sensoren

1.3 Einteilung. Dieses Dokument ist anwendbar für alle Antiblockiersysteme inklusive sämtlicher Funktionen und Bauteile der Antriebs-Schlupf-Regelung, einschließlich des ABS-ASR Steuergeräts.

This document is also applicable for all requirements of integrated or separate wheel speed sensors for ABS. For integrated sensors this specification is only applicable to the sensor part of the hub-unit.

This document is also applicable to all systems that control the vehicle dynamics and to all its components. Standard requirements for that system are derived from ABS and/or TCS requirements.

Note: Nothing in the specification, however, supercedes applicable laws and regulations unless a specific exemption has been obtained.

Note: In the event of a conflict between the English and the domestic language, the English language shall take precedence.

2 References

Note: Only the latest approved standards are applicable unless otherwise specified.

Requirements, and associated verification, on anti lock braking systems in motor vehicles are valid in the following order of precedence:

- Requirements stated in applicable legal demands.
- Requirements stated in the relevant specification for the actual subsystem and component (e.g. VTS, SSTS, CTS or component drawing).
- Requirements stated in document.
- Requirements stated in industry documents.

2.1 Normative.

71/320/EEC	93/112/EEC
78/316/EEC	ADR 31
91/155/EEC	Article 12
91/422/EEC	CMVSS 105

2.2 GM.

GME 12543-1	GMI 12554 R-3
GME 12543-4	GMI 12554 R-4
GMI 12502	GMI 12554 R-5
GMI 12514	GMI 12554 R-7
GMI 12537	GMI 12554 R-8
GMI 12550-6	GMI 12554 R-9
GMI 12554 R-1	GMI 12554 R-10
GMI 12554 R-2	GMI 12554 R-12

Dieses Dokument bezieht sich ebenfalls auf sämtliche Anforderungen an integrierte oder separate Raddrehzahlfühler für ABS. Bei integrierten Fühlern bezieht sich diese Spezifikation lediglich auf den Fühlerteil der Radnabeneinheit.

Das Dokument ist außerdem gültig für alle Systeme, die die Fahrdynamik regeln und alle seine Komponenten. Standard Anforderungen für ESP-Systeme sind von ABS und ASR-Anforderungen abgeleitet.

Hinweis: Falls keine Ausnahmen vereinbart wurden, darf die Vorschrift keine anzuwendenden Gesetze und Regelungen außer Kraft setzen.

Hinweis: Im Falle von Unstimmigkeiten zwischen dem englischen und dem landessprachlichen Text ist der englische Text ausschlaggebend.

2 Referenzen

Hinweis: Wenn nicht anders angegeben, ist jeweils die neueste Fassung der angegebenen Referenz gültig.

Die Anforderungen an Antiblockiersysteme in Kraftfahrzeugen sowie die damit verbundenen Prüfungen sind in der folgenden Reihenfolge gültig:

- Anwendbare gesetzliche Anforderungen
- Anforderungen der relevanten Spezifikation für das jeweilige Untersystem und das Bauteil (z.B. VTS, SSTS, CTS oder Bauteilzeichnung).
- Anforderungen aus dem vorliegenden Dokument.
- Anforderungen aus industriellen Dokumenten.

2.1 Normative.

CMVSS 116	ECE R-13	ISO 11898
DIN 25424-1	FMVSS 105	ISO 14230-1
DIN 25448	FMVSS 116	ISO 14230-4
DIN 3960	FMVSS 135	VDA 260

2.2 GM.

GMI 12554 V-1	GMW3097	GMW 3172
GMI 12557 R	GMW3100	GMW3191
GMI 12558	GMW3103	L 0000104
GMI 12590	GMW3104	ON 1397
GMI 60206	GMW3106	ON 1397.1
GMW3059	GMW3110	QT 126502-1
GMW3091	GMW3116	QT 126502-2
GMW3094	GMW3122	QT 126502-3

2.3 Additional. None.

3 Test Preparation and Evaluation

3.1 Resources.

3.1.1 Calibration. The test facilities and equipment shall be in good working order and shall have a valid calibration label.

3.1.2 Alternatives. Alternative test facilities and equipment may also be used. However, all measuring variables as specified in this specification shall be determined correctly with respect to its physical definition.

3.1.3 Facilities.

3.1.3.1 Test Devices for Functional Testing of the ABS / TCS or ESP-Unit. The following paragraphs contain the description of the test setup for the functional test of ABS, TCS or ESP ECU. Basically, the functional test may be performed also using another suitable test device. However, it shall be assured that the requirements defined in paragraph 4.2 will be physically correct determined in the sense of the present technical specifications.

3.1.3.1.1 The following hydraulic parts of the brake system of the vehicle will be used for ABS, TCS or ESP tests:

- main brake cylinder
- brake lines
- brake calipers or brake pistons with brake linings
- facultatively braking force booster
- braking force controller

3.1.3.1.2 A number of n braking pressure transducers, n is the number of independently controlled brake channels.

- measuring accuracy: 0.2 %
- resonance frequency: > 10 kHz

3.1.3.1.3 Measuring amplifiers with n channels for brake pressure transducers according to paragraph 3.1.3.1.2.

2.3 Zusätzliche. Keine.

3 Prüfungsvorbereitung und Auswertung

3.1 Geräte und Einrichtungen.

3.1.1 Kalibrierung. Alle Prüfeinrichtungen und -ausrüstungen müssen funktionsfähig sein und eine gültige Kalibrierplakette haben.

3.1.2 Alternativen. Es können auch alternative Prüfeinrichtungen und -ausrüstungen verwendet werden. Alle Messvariablen, wie sie in dieser Vorschrift angegeben werden, müssen jedoch in bezug auf ihre physikalische Definition korrekt festgelegt werden.

3.1.3 Einrichtungen.

3.1.3.1 Prüfgeräte für Funktionstests von ABS, ASR oder ESP. Die folgenden Abschnitte beschreiben die Prüfeinrichtung für Funktionstests des ABS, ASR oder ESP. Der Funktionstest kann prinzipiell auch mit einem anderen geeigneten Prüfgerät durchgeführt werden. Allerdings muss sichergestellt werden, dass die in Abschnitt 4.2 definierten Anforderungen im Sinne der vorliegenden technischen Spezifikation physikalisch korrekt bestimmt werden.

3.1.3.1.1 Die folgenden hydraulischen Teile der Bremsanlage des Fahrzeuges, werden für ABS, ASR oder ESP Tests eingesetzt:

- Hauptbremszylinder
- Bremsleitungen
- Bremssattel oder Bremskolben mit Bremsbelägen
- optionaler Bremskraftverstärker
- Bremskraftregler

3.1.3.1.2 Eine Anzahl von n Bremsdruckfühlern, wobei n die Anzahl der unabhängig gesteuerten Bremskanäle ist.

- Messgenauigkeit: 0.2 %
- Resonanzfrequenz: > 10 kHz

3.1.3.1.3 Messverstärker mit n Kanälen für Bremsdruckfühler gemäß Abschnitt 3.1.3.1.2.

3.1.3.1.4 Real-time simulation computer capable of performing all operations required for data acquisition, data processing (simulation of the vehicle) and data output (process control) in 1 ms max. and having the necessary storage capacity available for permanent storage of all major variables accrued during the simulation. This simulation is called Hardware-in-the-loop (HIL).

For function and HIL-durability tests of ABS, TCS and ESP at minimum the following parameters of the vehicle shall be available for exact simulation of the vehicle behavior:

The following parameters are only necessary for tests of single ABS

- mass of the vehicle and the wheels
- center of gravity of the vehicle
- inertia of mass of the vehicle
- radius of the wheels
- wheel base and wheel tread
- wheel slip curve as shown in Figure 1
- brake coefficients
- springs and dampers
- axle kinematics (including steering ratio)

The following parameters are only necessary for tests of TCS:

- gear ratio of all gears, axle ratio
- mass of inertia of the gearbox and the engine
- realistic engine torque behavior

The following parameters are only necessary for tests of ESP:

- Validated vehicle model up to 1 g side acceleration
- Elastokinematics
- Characteristic curve of ESP sensors

3.1.3.1.4 Echtzeit-Simulationscomputer zur Ausführung aller erforderlichen Operationen für die Datenerfassung, Datenverarbeitung (Fahrzeugsimulation) und Datenausgabe (Prozesskontrolle) innerhalb 1 ms max. sowie mit der erforderlichen Speicherkapazität für die dauerhafte Speicherung sämtlicher Hauptvariablen, die während der Simulation gesammelt wurden. Diese Simulation wird Hardware-In-The-Loop (HIL) genannt.

Um das Fahrzeugverhalten exakt zu simulieren, müssen für die Funktions- und HIL-Dauerlauf tests von ABS, ASR und ESP mindestens folgende Fahrzeugparameter verfügbar sein:

Die folgenden Parameter sind nur für Tests von Solo-ABS notwendig

- Masse des Fahrzeuges und der Räder
- Schwerpunkt des Fahrzeuges
- Massenträgheit des Fahrzeuges
- Radius der Räder
- Radstand und Spurweite
- Radschlupfcurve, wie in Abbildung 1 dargestellt
- Bremskoeffizienten
- Federn und Dämpfer
- Achskinematik (inklusive Lenkübersetzung)

Die folgenden Parameter sind nur bei Tests für ASR erforderlich:

- Übersetzungsverhältnis sämtlicher Gänge, Achsübersetzung
- Massenträgheit von Motor und Getriebe
- realistisches Drehmomentverhalten des Motors

Die folgenden Parameter sind nur für Tests des ESP erforderlich:

- Validiertes Fahrzeugmodell bis zu 1 g Seitenbeschleunigung
- Elastokinematik
- Kennlinie der ESP-Sensoren

3.1.3.1.5 Real-time 4-channel frequency generator for generation of wheel speed signals. Frequency range of (1...2000) Hz, adjustable amplitude in a range of (0...10) V, signal shape sine; accuracy < 1 % from desired frequency.

Or with active wheel speed sensors corresponding signals as defined in paragraph 4.8 (active sensors).

3.1.3.1.6 Four (4) induction coils for coupling of the signal voltage generated with the frequency generator (paragraph 3.1.3.1.5) to the wheel speed sensors of the ABS.

3.1.3.1.7 Actuator unit for the main brake cylinder.

3.1.3.1.8 Vacuum supply unit for the booster.

3.1.3.1.9 Electrical power supply unit for the ABS, TCS or ESP system. Power supply with < 50 A and buffer battery.

3.1.3.1.10 Real time interfaces (like PWM and CAN) to check the proper function of the signals for the TCS/ESP and software on the real time computer to simulate the reaction of the engine.

3.1.3.2 Test Devices for Testing of Wheel Speed Sensors. The following additional test devices are needed for testing the ABS wheel speed sensor:

3.1.3.2.1 Test devices for measuring the insulation resistance.

3.1.3.2.2 Test devices for testing the voltage resistance.

3.1.3.2.3 Test device for measuring the wheel speed sensor voltage consisting of the following components:

- Drive unit with the original toothed ring and an axial and radial clearance of the motor shaft ≤ 0.005 mm; the exactness of tone rings shall have an error of 0.01 mm max.
- Mount for wheel bearing with integrated wheel speed sensors. Drive unit for generating the rotary movement of the revolving bearing end in the wheel speed range required.

3.1.3.1.5 4-Kanal Echtzeit-Frequenzgenerator zur Erzeugung von Raddrehzahlsignalen. Frequenzbereich (1...2000) Hz, einstellbare Amplitude im Bereich (0...10) V, sinusförmiges Signal; Genauigkeit < 1 % der gewünschten Frequenz.

Oder bei aktiven Drehzahlsensoren entsprechende Signale wie in Abschnitt 4.8 (Aktive Sensoren) definiert.

3.1.3.1.6 Induktionsspulen (4 Stück) zur Kopplung der vom Frequenzgenerator erzeugten Signalspannung (Abschnitt 3.1.3.1.5) an die Raddrehzahlfühler des ABS.

3.1.3.1.7 Stellgliedeinheit für den Hauptbremszylinder.

3.1.3.1.8 Unterdruckversorgung für den Verstärker.

3.1.3.1.9 Elektrische Stromversorgungseinheit für das ABS, ASR oder ESP System. Stromversorgung mit < 50 A und Pufferbatterie.

3.1.3.1.10 Echtzeit-Schnittstellen (wie PWM und CAN) zum Prüfen der Signale für das ASR/ESP-System auf ordnungsgemäße Funktion, sowie Software auf dem Echtzeit-Computer zur Simulation der Motorreaktion.

3.1.3.2 Prüfgeräte zur Prüfung der Raddrehzahlfühler. Für die Prüfung der Raddrehzahlfühler des ABS sind außerdem folgende Prüfgeräte erforderlich:

3.1.3.2.1 Prüfgeräte zum Messen des Isolationswiderstands.

3.1.3.2.2 Prüfgeräte zum Prüfen des Spannungswiderstands.

3.1.3.2.3 Das Prüfgerät zum Messen der Spannung des Raddrehzahlfühlers, besteht aus folgenden Bauteilen:

- Antriebseinheit mit original Zahnkranz und einem Axial- und Radialspiel der Motorwelle von ≤ 0.005 mm; die Genauigkeit des Zahnkranzes lässt eine Abweichung von 0.01 mm max. zu.
- Aufnahme für Radlager mit integrierten Raddrehzahlführern. Antriebseinheit zur Erzeugung der Drehbewegung des sich drehenden Lagerteils im gewünschten Raddrehzahlbereich.

- Electronic counter on quartz time basis for speed adjustment.
- Oscilloscope for measuring the wheel speed sensor voltage or for active sensors current probe to measure the applicable sensor current.
- Electrical load as defined in paragraph 4.7.1 (passive sensors) and 4.8.2 (active sensors) to measure the wheel speed sensor voltage / current.

3.1.4 Equipment. Not applicable.

3.2 Test Samples. Unless otherwise stated for the individual tests, the tests shall be performed without pre-conditioning.

At least 6 test pieces of any component of an ABS, TCS or ESP shall be provided for first sampling and approval test to this specification.

3.3 Conditioning. Not applicable.

3.4 Documentation. Samples of components or material released to this specification shall be tested for conformity with the requirements of this specification and approved by the responsible GM Department prior to the start of delivery of production level components or materials.

Any change to the component or material, e.g. design, function, properties, manufacturing process and/or location of manufacture requires a new release of the product. It is the sole responsibility of the supplier to provide the customer, unsolicited, with documentation of any change or modification to the product/process, and to apply for a new release.

If not otherwise agreed to the entire verification test shall be repeated and documented by the supplier prior to start of delivery of the modified or changed product. In some cases a shorter test can be agreed to between the responsible GM Department and the supplier.

Upon request the supplier shall submit samples of the changed version for reapproval prior to delivery of deviant bulk supplies.

- Elektronische Zählvorrichtung (Quarz) zum Einstellen der Drehzahl.
- Oszilloskop zum Messen der Spannung der Rad-drehzahlfühler oder bei aktiven Sensoren Strom-zange zum Messen des entsprechenden Stromes.
- Elektrische Last, wie in Abschnitt 4.7.1 (passive Sensoren) und 4.8.2 (aktive Sensoren) definiert, zum Messen der Spannung / des Stromes der Rad-drehzahlfühler.

3.1.4 Ausrüstung. Nicht anwendbar.

3.2 Prüfteile. Soweit nicht anders für einzelne Tests angegeben, müssen die Tests ohne Vorbehandlung durchgeführt werden.

Es müssen mindestens 6 Prüfteile von jedem Bauteil eines ABS, ASR oder ESP für die Erstbemusterung und die Genehmigungsprüfung gemäß dieser Spezifikation bereitgestellt werden.

3.3 Probenvorbehandlung. Nicht anwendbar.

3.4 Dokumentation. Freigabemuster für die diese Vorschrift zutrifft, müssen nach dieser Vorschrift geprüft werden und von der verantwortlichen GM Abteilung genehmigt sein, ehe eine Lieferung erfolgen kann.

Änderungen von z.B. Aufbau, Funktion, Eigenschaften, Herstellungsprozess und Ort machen eine Neufreigabe notwendig. Der Hersteller ist verpflichtet, unaufgefordert den Abnehmer mit einer Dokumentation über alle Abstimmungen, Modifikationen von Teilen und / oder Prozessen zu informieren und eine Neufreigabe zu beantragen.

Wenn nicht anders vereinbart, ist die komplette Freigabeprüfung durch den Lieferanten zu wiederholen und das Ergebnis zu dokumentieren, bevor die Änderungen in der Lieferung einsetzen können. In Einzelfällen kann zwischen der verantwortlichen GM Abteilung und Lieferant eine verkürzte Prüfung vereinbart werden.

Auf Anforderung sind Prüfmuster in der geänderten Ausführung zur erneuten Bemusterung und Genehmigung vorzulegen, bevor die Abweichung in der Lieferung einsetzen kann.

The release sample submission report shall refer to parts of the same charge as the delivered release samples (or if not possible these parts shall have a status of development progress that leads to the same test results with the suppliers release tests).

3.4.1 Test Results. The test report shall have the same outline and numbering as this specification. The test report shall include for minimum the attached filled-in validation plan for the appropriate sample (see Appendix A to H).

3.4.2 Deviations from Test Procedure. Deviations from the requirements of the test procedures shall have been agreed upon. Such requirements shall be specified on component drawings, test certificates, reports etc.

4 Requirements and Test Procedure

No test sequence is defined. The tests shall work to each defined test sequence.

4.1 Definitions.

4.1.1 Wheel-Road System. The wheel-road system (see Figure 3) describes the frictional connection between the wheel and the road. The frictional connection is essentially described by the coefficient of friction μ_B which, in turn, depends on the properties of the wheel and the road. It depends on the general slip λ , which is defined as follows:

$$\lambda = \frac{v_R - v_F}{v_F}$$

v_F = Vehicle speed

v_R = Circumferential speed of the wheel

Der Erstmusterprüfbericht muss sich auf Teile beziehen, die aus der gleichen Charge stammen, wie die gelieferten Erstmuster (ist dies nicht möglich, so müssen die vom Hersteller geprüften Teile zumindest einen Entwicklungsstand aufweisen, der bzgl. der Einzelprüfungen zu gleichen Ergebnissen führt).

3.4.1 Prüfergebnisse. Der Prüfbericht muss den gleichen Aufbau und die gleiche Nummerierung wie diese Spezifikation aufweisen. Der Prüfbericht muss mindestens den ausgefüllten Prüfplan in Anhang A bis H für das entsprechende Prüfmuster enthalten.

3.4.2 Abweichungen bei der Versuchsdurchführung. Abweichungen von den Bedingungen der Test Procedures müssen vereinbart werden. Diese Bedingungen sind auf Teilezeichnungen vorgeschrieben bzw. müssen auf Prüfzeugnissen, Berichten u. dergl. angegeben werden.

4 Anforderungen und Prüfungen

Kein Prüfablauf definiert. Die Tests müssen gemäß aller definierten Prüfabläufe funktionieren.

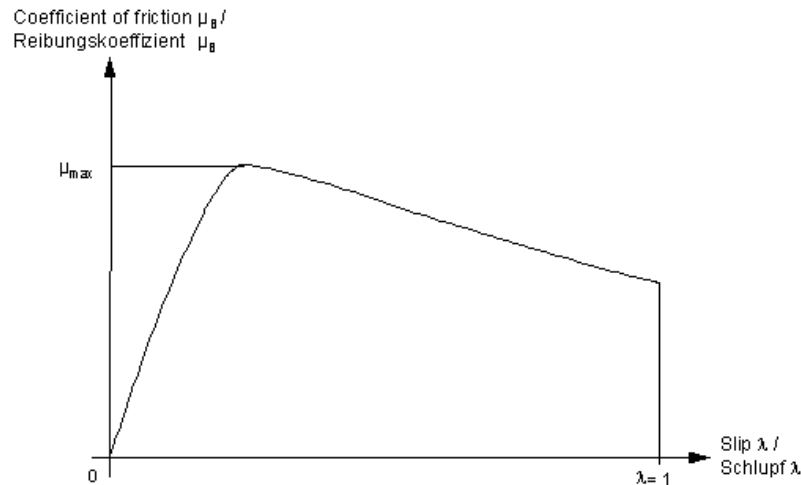
4.1 Definitionen.

4.1.1 Rad-Straße System. Das Rad-Straße System (siehe Abbildung 2) beschreibt die Reibungshaftung zwischen dem Rad und der Straße. Die Reibungshaftung wird wesentlich durch den Reibungskoeffizienten μ_B beschrieben, der wiederum von den Eigenschaften des Rades und der Straße abhängt. Er hängt vom allgemeinen Schlupf λ ab, der folgendermaßen definiert wird:

v_F = Fahrzeuggeschwindigkeit

v_R = Umfangsgeschwindigkeit des Rads

Figure 1: Coefficient of friction μ_B as a function of wheel slip



The coefficient of friction μ_B is depending on the wheel slip value λ in a non-linear function as shown in Figure 1. The brake slip will be defined a negative slip, the driven slip is a positive slip.

High μ values will have typically $\mu_{\max} = 0.8$, low μ surfaces will have typically $\mu_{\max} = 0.2$. The slip values μ of all wheels are key variables, controlled by anti lock systems. The variation of the braking slip is an important characteristic when evaluating any ABS. The variation of the driving slip to optimize the traction and the stability of a driven vehicle is the most important characteristic for developing a TCS.

4.1.2 Safety Circuit. The safety circuit is a part of the electrical system. It recognizes internal and external system failures and shuts the system down in a controlled and safe way in case of failure. The shutdown shall be indicated by one or several warning lamps.

4.1.3 Wheel Speed Sensor Voltage. The rotation of a sensor from soft magnetic material in front of the wheel speed sensor induces an electrical voltage, the wheel speed sensor voltage.

Abbildung 1: Reibungskoeffizient μ_B als Funktion des Radschlupfs

Der Reibungskoeffizient μ_B hängt vom Radschlupf λ in einer nichtlinearen Funktion ab (siehe Abbildung 1) dargestellt. Der Bremsschlupf wird als negativer Schlupf definiert, während der Antriebschlupf ein positiver Schlupf ist.

Hohe μ Werte liegen typischerweise bei $\mu_{\max} = 0.8$, niedrige μ Oberflächen liegen typischerweise bei $\mu_{\max} = 0.2$. Die Schlupfwerte μ aller Räder sind zentrale Variablen, die von Antiblockiersystemen gesteuert werden. Das Variieren des Bremsschlupfs ist ein wichtiger Aspekt bei der Prüfung eines ABS. Das Variieren des Antriebsschlupfes zur Optimierung der Traktion und der Fahrstabilität eines Fahrzeuges ist der wichtigste Aspekt bei der Entwicklung eines ASR.

4.1.2 Sicherheitsschaltkreise. Der Sicherheitsschaltkreis ist Bestandteil des elektrischen Systems. Er erkennt interne und externe Systemfehler und schaltet das System in diesem Fall sicher und kontrolliert ab. Das Abschalten muss durch eine oder mehrere Fehlerlampen angezeigt werden.

4.1.3 Spannung des Raddrehzahlfühlers. Durch die Drehung eines Gebers aus weichmagnetischem Material vor dem Raddrehzahlfühler wird eine elektrische Spannung induziert, die Spannung des Raddrehzahlfühlers.

4.1.4 Integrated ABS-Unit. Anti lock braking systems usually consist of two main parts, the electronic controller and the hydraulic actuator. If both parts are delivered as one single unit this is defined as integrated ABS-unit. Integrated ABS units shall fulfill the requirements for the electronic control unit as well as the hydraulic actuator requirements.

4.1.5 Integrated ABS-TCS Unit. Anti lock braking systems with TCS function usually consist of two main parts, the electronic controller and the hydraulic actuator. If both parts are delivered as one single unit this is defined as integrated ABS-TCS unit. Integrated ABS units with TCS shall fulfill the requirements for the electronic control unit as well as the hydraulic actuator requirements.

4.1.6 ESP Control Unit. Same as TCS unit, but with additional ESP functionality.

4.1.7 Integrated Wheel Speed Sensor. A wheel speed sensor integrated in the wheel bearing is defined as integrated wheel speed sensor. The requirements for integrated and separate wheel speed sensors differ.

4.1.8 Passive and Active Sensors. Two types of wheel speed sensors are handled in this specification: The passive, inductive sensors and the active sensors, that are e.g. working based on the hall-effect.

4.1.9 MFL Lamp. The MultiFunctionalLamp shall be the combination of the TCS and ESP Lamp. It shall indicate the driver TCS/ESP activity (blinking) and TCS/ESP malfunction.

4.1.10 Probability Function of Quiescent Current. Figure 1 shows a quiescent current (qc) probability distribution function. Three current definitions and the corresponding probability are characterized as follows:

- 50 % of all ECUs have a $q_c < i_{typ}$
- 80 % of all ECUs have a $q_c < i_{typ} + 20 \%$
- 100 % of all ECUs have a $q_c < i_{max}$

4.1.4 Integriertes ABS-Steuergerät. ABS Bremsensysteme bestehen in der Regel aus zwei Hauptbestandteilen, dem elektronischen Regler und dem hydraulischen Stellglied. Wenn beide Teile als eine Einheit geliefert werden, spricht man von einem integrierten ABS-Steuergerät. Integrierte ABS-Steuergeräte müssen sowohl die Aufgaben des elektronischen Steuergeräts als auch die des hydraulischen Stellglieds übernehmen.

4.1.5 Integriertes ABS-ASR Steuergerät. ABS Bremssysteme mit ASR Funktion bestehen in der Regel aus zwei Hauptbestandteilen, dem elektronischen Regler und dem hydraulischen Stellglied. Wenn beide Teile als eine Einheit geliefert werden, spricht man von einem integrierten ABS-ASR Steuergerät. Integrierte ABS-Steuergeräte mit ASR müssen sowohl die Aufgaben des elektronischen Steuergeräts als auch die des hydraulischen Stellglieds übernehmen.

4.1.6 ESP Steuergerät. Wie ASR Einheit, aber mit zusätzlicher ESP Funktionalität.

4.1.7 Integrierte Raddrehzahlfühler. Ein im Radlager integrierter Geschwindigkeitssensor wird als integrierter Raddrehzahlfühler definiert. Die Anforderungen an integrierte und separate Raddrehzahlfühler sind voneinander verschieden.

4.1.8 Passive und aktive Sensoren. Diese Spezifikation beinhaltet zwei Typen von Drehzahlsensoren: Die passiven, induktiven Sensoren und aktive Sensoren, die z.B. auf dem Hall-Prinzip basieren.

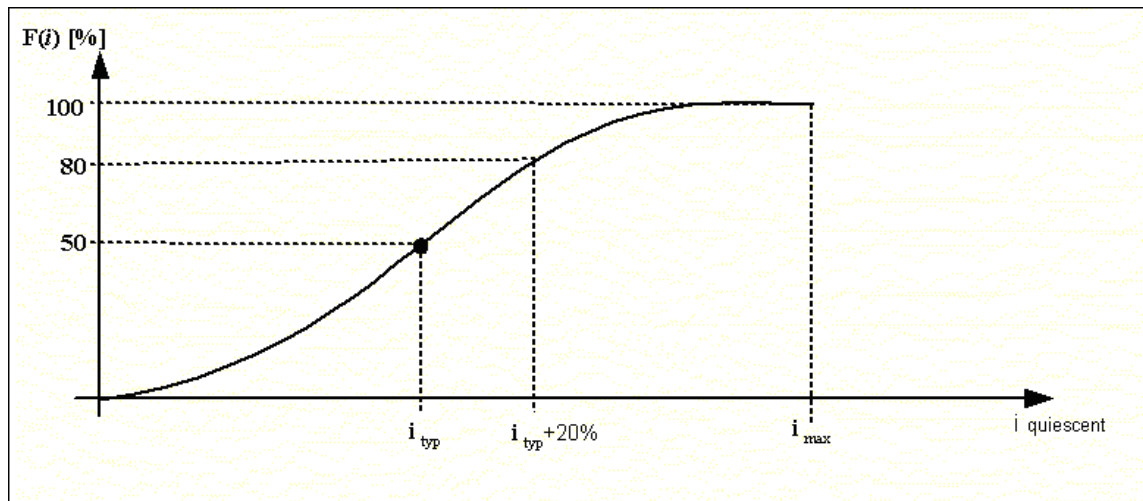
4.1.9 MFL Lampe. Die Multifunktionslampe stellt eine Kombination aus der TCS und der ESP Lampe dar. Sie soll TCS/ESP Regelaktivität und TCS/ESP Fehlfunktion anzeigen.

4.1.10 Ruhestrom-Wahrscheinlichkeitsfunktion. Abbildung 1 zeigt eine Ruhestrom- (qc) Wahrscheinlichkeits-Verteilungsfunktion. Drei Stromdefinitionen und die dazugehörige Wahrscheinlichkeit werden wie folgt charakterisiert:

- 50 % von allen ECUs haben einen Ruhestrom $< i_{typ}$.
- 80 % von allen ECUs haben einen Ruhestrom $< i_{typ} + 20 \%$
- 100 % aller ECUs haben einen Ruhestrom $< i_{max}$.

Figure 2: Quiescent Current probability Distribution Function

Abbildung 2: Ruhestrom-Wahrscheinlichkeits-Verteilungsfunktion



To define q_c correctly, the tolerated typical quiescent current ($i_{typ} + 20\%$) and the maximum quiescent current (i_{max}) shall be used.

Zur korrekten Definition des Ruhestroms, müssen der typische Toleranz-Ruhestrom ($i_{typ} + 20\%$) und der maximale Ruhestrom (i_{max}) verwendet werden.

4.2 General Requirements.

4.2 Allgemeine Anforderungen.

4.2.1 General Requirements to GMI/GMW. The ABS, TCS or ESP unit is installed in the engine compartment of the vehicle. Unless otherwise specified in this specification the requirements of vehicle installation position B2 are valid (general requirements to GMI 12537, GMI 12557, GMI 12558).

4.2.1 Allgemeine Anforderungen nach GMI/GMW. Die ABS, ASR oder ESP Einheit wird im Motorraum des Fahrzeuges eingebaut. Falls in dieser Vorschrift nicht anders angegeben, gelten die Anforderungen von Fahrzeugeinbaulage B2 (allgemeine Anforderungen siehe GMI 12537, GMI 12557, GMI 12558).

For newer systems (starting with A3300-project) the ABS/TC/ESP shall meet the requirements to GMW3172 Coding Z C F A E IP6K9K.

Für neuere Systeme (Beginn mit A3300-Projekt) soll das ABS/ASR/ESP den Anforderungen von GMW3172 Kodierung Z C F A E IP6K9K entsprechen.

The ABS, TCS and the ESP (including all sensors) are categorized a system of functional category 1.

Das ABS, ASR und das ESP (inclusive aller Sensoren) wird als System der Funktionskategorie 1 kategorisiert.

4.2.2 FMEA. The ABS, TCS or ESP supplier shall perform a design and process FMEA (failure mode and effects analysis) according to DIN 25448 for the electronic ABS, TCS or ESP and all parts belonging to its scope of delivery. Worst case operating and environmental conditions for the specific installation position shall be assumed when performing the FMEA. Any detected or resolved risks shall be disclosed. The FMEA shall be updated in case of any design changes and under all conditions stated in "Quality standards for purchase materials". All disclosure obligations are also valid for the updates. The process FMEA may be renounced if the supplier has proved his technical expertise during several development projects, and if the parts from those development projects had a high quality level for a longer time period.

The renouncement of the process FMEA will be decided for each project by the responsible GM development department.

4.2.3 Fault Tree Analysis. If during development it turns out that there exist hidden fault modes, further examinations will be requested, containing a fault tree analysis. In this case the supplier shall establish a fault tree analysis for the ABS, TCS and the ESP system, according to DIN 25424-1, and submit it as soon as possible. The analysis shall particularly examine single and double failures of components, that may lead to the improper activation of any power circuit, without recognition and indication of the failure. If, as a result of the analysis, single failures lead to the improper activation of a power circuit, the supplier shall submit proposals to eliminate this condition immediately. The objective is, that no single failure of any component may lead to improper activation of any power circuit that is relevant for road safety, or to impairment of the conventional braking function. In case of design changes during the further system development, the fault tree analysis shall be updated and disclosed immediately.

4.2.2 FMEA. Der ABS, ASR oder ESP Lieferant muss eine Konstruktions- und Prozess-FMEA (Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse) gemäß DIN 25448 für das elektronische ABS, ASR oder ESP und alle Bestandteile des Lieferumfangs durchführen. Bei der Durchführung der FMEA müssen die ungünstigsten Betriebs- und Umgebungsbedingungen für die angegebene Einbaulage angenommen werden. Jegliche ermittelten oder beseitigten Risiken müssen mitgeteilt werden. Die FMEA muss bei Konstruktionsänderungen unter all den Bedingungen aktualisiert werden, wie sie in "Qualitätsstandards für Einkaufsmaterialien" aufgeführt sind. Sämtliche Verpflichtungen zur Mitteilung gelten ebenfalls für die Aktualisierungen. Auf die Prozess-FMEA kann verzichtet werden, falls der Lieferant seinen technischen Sachverstand im Laufe diverser Entwicklungsprojekte unter Beweis gestellt hat, und die Teile aus diesen Entwicklungsprojekten über einen längeren Zeitraum einen hohen Qualitätsstand aufweisen.

Die Entscheidung für einen Verzicht auf die Prozess-FMEA liegt im Einzelfall bei der verantwortlichen GM Entwicklungsabteilung.

4.2.3 Fehlerbaumanalyse. Wenn sich während der Entwicklung herausstellt, dass verborgene Fehlermodi existieren, sind weitere Untersuchungen unter Einbeziehung einer Fehlerbaumanalyse erforderlich. In diesem Fall muss der Lieferant eine Fehlerbaumanalyse gemäß DIN 25424-1 für das ABS, ASR und das ESP System aufstellen und diese so schnell wie möglich vorlegen. In der Analyse müssen besonders Einzel- und Doppelfehler von Bauteilen untersucht werden, die zu einer nicht ordnungsgemäßen Aktivierung eines beliebigen Schaltkreises führen können, ohne dass der Fehler erkannt oder angezeigt wird. Wenn die Analyse ergibt, dass Einzelfehler zur nicht ordnungsgemäßen Aktivierung eines Schaltkreises führen, muss der Lieferant umgehend Vorschläge zur Behebung dieses Zustands unterbreiten. Ziel ist es, dass Einzelfehler eines beliebigen Bauteils nicht zu einer Beeinträchtigung der herkömmlichen Bremsfunktion oder zu einer nicht ordnungsgemäßen Aktivierung eines Schaltkreises führen können, der für die Fahrsicherheit relevant ist. Bei Konstruktionsänderungen im weiteren Verlauf der Systementwicklung muss die Fehlerbaumanalyse aktualisiert und umgehend mitgeteilt werden.

4.2.4 Materials. All of the non electronic components shall correspond to the drawing provisions and the references in the approvals in terms of their material properties. Plastic and elastomer parts shall be used under the effect of all protective agents (for instance protective wax) and operating supplies (for instance greases, oils and brake fluids) not adversely affect the function of the ABS, TCS or ESP and shall not decompose.

4.2.5 Marking. Affixed to the housing of the electronic controller, well legibly and durably, are the GM company logo according to ON 1397, the manufacturing date according to ON 1397.1, the part number, the manufacturer mark and, in case of plastic parts and as far as possible, the material symbol according to VDA 260.

Explicitly for this requirement the component drawing shall be met and overrides this chapter.

4.2.6 Visual and Dimensional Test. The dimensions and their tolerances specified in the drawings or approval documents shall be met by all ABS, TCS and ESP components.

4.2.7 ABS and TCS Control Circuit. Meant by the ABS control circuit is the functional interaction of the ABS with the conventional brake system under inclusion of the vehicle- and wheel dynamics and the road surface conditions. If a traction control function is included in that same control unit this will be called TCS control unit. This complete control circuit is schematically illustrated in Figure 3. The ABS control circuit itself excludes the interfaces for TCS (and has probably a different hydraulic actuator).

4.2.4 Materialien. Sämtliche nicht-elektronischen Bauteile müssen den Zeichnungsangaben und Referenzen der Genehmigungen hinsichtlich ihrer Werkstoffeigenschaften entsprechen. Kunststoff- und Elastomerteile müssen unter Einwirkung sämtlicher Konservierungsmittel (zum Beispiel Schutzwachs) und Betriebsmittel (zum Beispiel Fette, Öle und Bremsflüssigkeiten) verwendet werden, ohne dass dabei die Funktion des ABS, ASR oder ESP beeinträchtigt wird oder es zu Zersetzungserscheinungen kommt.

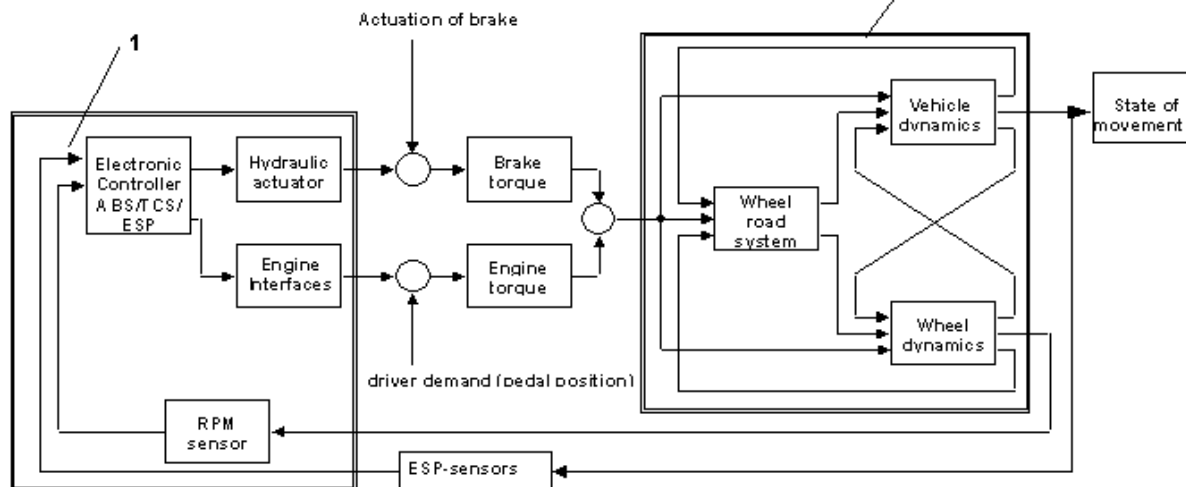
4.2.5 Kennzeichnung. Auf dem Gehäuse des elektronischen Steuergeräts sind deutlich lesbar und dauerhaft das GM Logo gemäß ON 1397, das Herstellungsdatum gemäß ON 1397.1, die Teilenummer, das Herstellerzeichen sowie bei Kunststoffteilen soweit möglich das Symbol gemäß VDA 260 anzubringen.

Speziell für diese Anforderung müssen die Angaben auf der Teilzeichnung eingehalten werden, die Vorrang vor diesem Kapitel hat.

4.2.6 Sicht- und Maßprüfung. Die in den Zeichnungen oder Genehmigungsdokumenten angegebenen Maße und deren Toleranzen müssen von sämtlichen ABS, ASR und ESP Bauteilen eingehalten werden.

4.2.7 ABS und ASR Steuereinheit. Unter der ABS Steuereinheit ist die funktionelle Interaktion zwischen ABS und herkömmlichem Bremssystem unter Einbeziehung der Fahrzeug- und Raddynamik sowie des Fahrbahnzustands zu verstehen. Falls das Steuergerät auch eine Funktion zur Schlupfregelung enthält, wird es ASR Steuergerät genannt. Die vollständige Regelstrecke ist schematisch in Abbildung 3 dargestellt. Das reine ABS Steuergerät besitzt keine ASR Schnittstellen (und verfügt möglicherweise über ein anderes hydraulisches Stellglied).

Figure 3: ABS/TCS/ESP Control Circuit



1 ABS/TCS/ESP

2 Vehicle

4.2.8 ESP Control Unit. The ESP system shall, in addition to the conventional ABS and TCS, further increase driving safety when driving at the physical limits of adhesion between the tires and the road. The system monitors the driver's steering, throttle and brake commands and compares the vehicle path to those and corrects by regulating the engine torque and the brakes.

The ESP system includes the ABS and TCS function. The main task for the ABS system is to limit the retarding torque which the brake system develops at each wheel and thereby avoiding wheel lockup. If the wheel speed sensors indicate wheel lockup the ABS system may override the brake torque requested by the driver with the brake pedal. The ABS system shall also implement the EBD-function (Electronic Brake force Distribution). EBD reduces rear brake pressure before actual lockup detection in the case of the rear wheels having an excessive slip compared to the front wheels. Furthermore the wheelspeeds detected by the speed sensors of the ABS system shall be buffered and conditioned so as to be able to be distributed to other subsystems in the car. In case of a failure in the ABS system making it impossible to fulfill the ABS- or EBD-function an instrument panel ABS warning lamp shall be energized by the ESP system.

Abbildung 3: ABS/ASR/ESP Steuereinheit

1 ABS/TCS/ESP

2 Fahrzeug

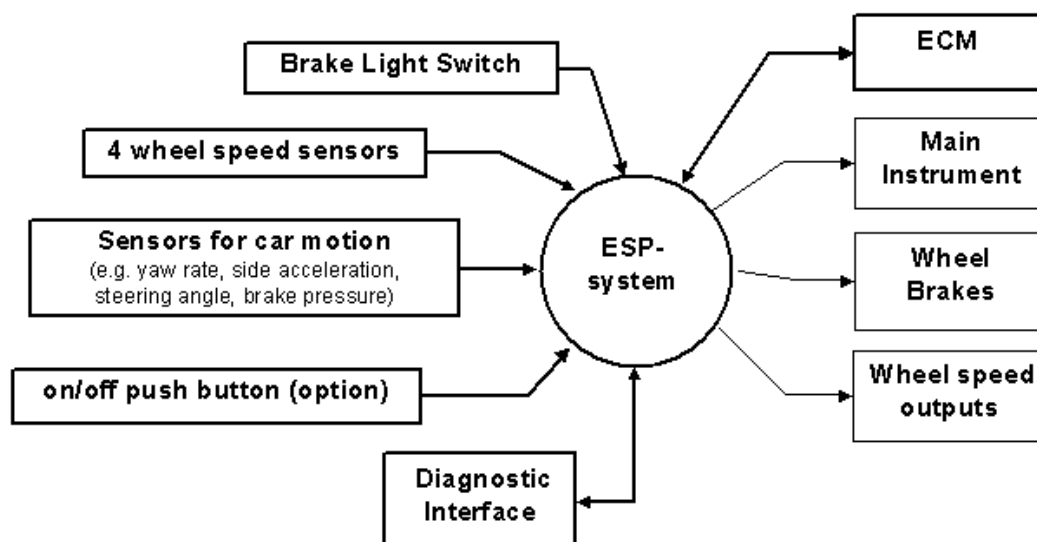
4.2.8 ESP-Steuergerät. Das ESP-System soll, zusätzlich zum konventionellen ABS und TCS, die Fahrsicherheit weiter verbessern, wenn das Fahrzeug an die physikalische Haftungsgrenze zwischen Reifen und Fahrbahn gerät. Das System überwacht Lenk-, Gaspedal- und Bremsbefehle des Fahrers, vergleicht diese mit dem Fahrzeugweg und korrigiert durch Regelung des Motordrehmoments und der Bremsen.

Das ESP-System beinhaltet ABS- und TCS-Funktionen. Die Hauptaufgabe des ABS-Systems ist die Begrenzung des von der Bremsanlage an jedem Rad erzeugten Verzögerungsmoments, wodurch ein Blockieren der Räder verhindert wird. Wenn der Raddrehzahlfühler ein Blockieren des Rades registriert, kann das ABS den vom Fahrer über das Bremspedal angeforderten Bremsdruck aufheben. Das ABS schließt auch die EBD-Funktion (Elektronische Bremskraftverteilung) ein. EBD reduziert den Bremsdruck an den Hinterrädern, bevor die tatsächliche Blockiererkennung im Falle der Hinterräder einen übermäßigen Schlupf im Vergleich mit den Vorderrädern erkennt. Des weiteren werden die von den Drehzahlfühlern des ABS erkannten Raddrehzahlen gepuffert und so aufbereitet, dass sie an andere Untersysteme im Fahrzeug weitergeleitet werden können. Im Falle eines Versagens des ABS, wodurch die ABS- oder EBD-Funktion unmöglich wird, wird die ABS-Kontrollleuchte in der Instrumententafel vom ESP-System aktiviert.

The ABS is a safety critical system that shall comply with government requirements on the markets as defined in paragraph 2. The ABS system during non-ABS events shall not adversely affect base brake operation.

In case of a failure in the ESP system making it impossible to fulfill the ESP, TCS, ABS or EBD-function the whole system or the failed part of it shall shutdown. In case of a partial shutdown of ESP shall the functions of ABS and TCS not be effected or at least have a function as on cars equipped with only ABS or TCS. A MFL warning lamp shall light up in the main instrument and a fault code shall be stored.

Figure 4: Physical Content for the ESP System



4.2.9 Physical Content.

4.2.9.1 All ABS/TCS/ESP systems shall have the following major parts:

- Integrated control unit comprising a hydraulic modulator with attached ECU (Electronics Control unit)
- Wheel speed sensors

4.2.9.2 ESP systems shall have the following additional parts:

Sensors for detecting desired and actual motion (e.g. yaw rate sensor, steering angle sensor, side acceleration sensor and pressure sensor).

Das ABS ist ein sicherheitsrelevantes System, das den gesetzlichen Bestimmungen wie unter Abschnitt 2 definiert, genügen muss. Das ABS-System darf im inaktiven Zustand zu keiner Beeinträchtigung der grundlegenden Bremsenfunktion führen.

Wenn ein Fehler im ESP-System die ESP-, TCS-, ABS- oder EBD-Funktion verhindert, muss entweder das ganze System oder der defekte Teil abschalten. Im Falle eines teilweisen Abschaltens des ESP wird die Funktion des ABS und TCS nicht beeinträchtigt oder es verbleibt eine Funktion wie bei Fahrzeugen, die nur ABS oder TCS besitzen. Die Störungskontrollleuchte leuchtet im Hauptinstrument auf und ein Fehlercode wird gespeichert.

Abbildung 4: Physikalischer Inhalt des ESP Systems

4.2.9 Physikalischer Inhalt.

4.2.9.1 Alle ABS-/TCS-/ESP-Systeme müssen folgende Hauptbestandteile haben:

- Integriertes Steuergerät, bestehend aus einem Hydroaggregat mit angebaute ECU (Electronic Control Unit)
- Raddrehzahlfühler

4.2.9.2 ESP-Systeme müssen folgende zusätzlichen Teile haben:

Sensoren zur Erkennung der gewünschten und tatsächlichen Bewegung (z.B. Gierrate-, Lenkwinkel-, Querbeschleunigungs- und Drucksensor).

4.2.10 Functional Requirements and Tests for ABS. All herein (paragraph 4.2.10 to 4.2.12) defined functional requirements are released by the responsible development department.

4.2.10.1 Functional Content for ABS.

4.2.10.1.1 ABS Function. Maintaining steerability and stability of the vehicle, with shortest possible brake distance under all road surface conditions. The optimum between steerability, stability and shortest stopping distance shall be determined and released by the responsible development department.

4.2.10.1.2 Wheel Speed Sensing. Wheel speed sensing at each of the 4 wheels of the car. Conditioning and buffering of the signals from the wheel speed sensors for internal use in the ECU and for external use in other subsystems. At minimum wheel speed signal from one driven wheel and one non-driven wheel via separate output, 4 signals via CAN (only TCS and ESP).

4.2.10.1.3 Base Brake Functions. Capability to modulate brake pressure at each brake caliper. In the powerless state of the valves and electrically driven pump the hydraulic modulator shall perform a simple distribution of each master cylinder circuit to corresponding brake calipers to achieve a diagonal brake system.

4.2.10.1.4 Evac and Fill. At end of line and at the dealer ship the hydraulic system must be able to be evacuated and filled by toggling the inlet and outlet valves via diagnosis services. The existing evacuate and fill equipment shall be used.

4.2.10.1.5 Self Test. A self test at ignition on and continuous self test which shall include the electronics, hydraulics and sensors.

The initialization test shall comply ECE R-13.

4.2.10 Funktionelle Anforderungen und Prüfungen für ABS. Alle hier (Abschnitt 4.2.10 bis 4.2.12) definierten funktionellen Inhalte werden von der verantwortlichen Entwicklungsabteilung freigegeben.

4.2.10.1 Funktionelle Anforderungen für ABS.

4.2.10.1.1 ABS-Funktion. Aufrechterhaltung der Lenkbarkeit und Stabilität des Fahrzeugs, mit einem Bremsweg, der unter allen Fahrbahnbedingungen so kurz wie möglich ist. Das Optimum zwischen Lenkbarkeit, Stabilität und kürzestem Bremsweg wird ermittelt und von der verantwortlichen Entwicklungsabteilung freigegeben.

4.2.10.1.2 Raddrehzahlermittlung. Die Ermittlung der Raddrehzahl erfolgt an allen 4 Rädern des Fahrzeugs. Aufbereitung und Pufferung der Signale von den Raddrehzahlfühlern für den internen Gebrauch im ECU sowie für den externen Gebrauch in anderen Untersystemen. Minimal ein Signal von einem Antriebsrad sowie ein Signal von einem nicht angetriebenen Rad über einen getrennten Ausgang, 4 Signale über CAN (nur TCS und ESP).

4.2.10.1.3 Grundfunktionen der Bremse. Fähigkeit zum Regeln des Bremsdrucks an jedem Bremsattel. Im deaktivierten Zustand der Ventile und der elektrischen Pumpe muss das Hydroaggregat eine einfache Verteilung des Bremsdruckes vom Hauptbremszylinderkreislauf zum Bremsattel durchführen, um eine diagonal wirkende Bremsanlage zu erhalten.

4.2.10.1.4 Evakuieren und Befüllen. Am Ende der Montagelinie und beim Händler muss das Hydrauliksystem evakuiert und befüllt werden können, indem Einlass- und Auslassventile über den Diagnoseservice ein- und ausgeschaltet werden. Die vorhandene Evakuier- und Befüllausrüstung ist zu verwenden.

4.2.10.1.5 Selbsttest. Bei Einschalten der Zündung erfolgt ein Selbsttest sowie ein ständiger Selbsttest, der Elektronik, Hydraulik und Sensoren einbezieht.

Der Initialisierungstest muss der ECE R-13 entsprechen.

4.2.10.1.6 Safety Circuit. The electronic system shall comprise a safety circuit that is capable of recognizing system failures and disables some or all system functions. The function of the conventional braking system shall be guaranteed in case of any ABS shutdown situation. Also the function of the normal engine performance shall be guaranteed in case of any TCS shutdown situation. The manufacturer agrees to prove the safety circuit worthiness in a defect simulation and to disclose the results to the responsible GM development department for approval.

If the safety concept has proven good in earlier versions of the same ABS, TCS, ESP type, and if no changes of the safety concept were conducted, the supplier may be freed from disclosing the results of a defect simulation to the responsible GM development department. This shall be decided by this responsible department.

4.2.10.1.7 Diagnostic Option. ABS systems shall feature a diagnostic option according to the technical specification Keyword protocol 2000. This protocol shall follow ISO 14230-1 to ISO 14230-3.

For new systems diagnosis on CAN-Bus is required. The diagnostic requirements shall be according to GMW3110.

Specification parts which are not finalized shall be substituted with specifications as specified by the responsible GM development department.

The following is a list of diagnostic functions to be serviced in the ESP unit on request from the diagnostics instrument:

- Physical addressing
(startCommunication)
- Read fault codes
(readDiagnosticTroubleCodesByStatus)
- Reset fault codes
(clearDiagnosticTroubleCodes)
- Read actual inputs
(readDataByLocalIdentifier)
- Set outputs to requested state
(e.g. IOControlByLocalId or via Download-Routine or DeviceControl)

4.2.10.1.6 Sicherheitsschaltkreise. Das elektronische System müssen einen Sicherheitsschaltkreis enthalten, der Systemfehler erkennt und die Systemfunktionen teilweise oder vollständig ausschaltet. Das Funktionieren des herkömmlichen Bremssystems muss im Fall einer ABS Abschaltung gewährleistet sein. Außerdem muss im Fall einer ASR Abschaltung das normale Funktionieren des Motors gewährleistet sein. Der Hersteller verpflichtet sich, die Tauglichkeit des Sicherheitsschaltkreises in einer Fehlersimulation unter Beweis zu stellen und die Ergebnisse der zuständigen GM Entwicklungsabteilung zwecks Genehmigung vorzulegen.

Wenn sich das Sicherheitskonzept bei früheren Versionen desselben ABS, ASR oder ESP Typs bewährt hat und es keine Änderungen des Sicherheitskonzepts gegeben hat, kann der Lieferant von der Mitteilungspflicht bezüglich der Ergebnisse von Defektsimulationen an die zuständige GM Entwicklungsabteilung entbunden werden. Die Entscheidung hierüber liegt bei dieser verantwortlichen Abteilung.

4.2.10.1.7 Diagnose Option. ABS Systeme müssen über eine Diagnoseoption gemäß der technischen Vorschrift Keyword Protokoll 2000 verfügen. Dieses Protokoll muss ISO 14230-1 bis ISO 14230-3 folgen.

Für neue Systeme wird die Diagnose-Funktion über CAN gefordert. Diese ist nach GMW3110 auszuführen.

Nicht abgeschlossene Spezifikationsteile müssen durch die von der verantwortlichen GM Entwicklungsabteilung angegebenen Spezifikationen ersetzt werden.

Es folgt eine Liste der Diagnosefunktionen, die auf Anforderung über das Diagnoseinstrument in der ABS/ESP-Einheit abgerufen werden müssen:

- Physikalische Adressierung (nur bei ISO)
(startCommunication)
- Fehlercodes auslesen
(readDiagnosticTroubleCodesByStatus)
- Fehlercodes zurücksetzen
(clearDiagnosticTroubleCodes)
- Tatsächliche Eingänge lesen
(readDataByLocalIdentifier oder readDataByPacketIdentifier)
- Ausgänge auf den geforderten Zustand setzen
(z.B. IOControlByLocalId oder über Download-Routine oder DeviceControl)

- Read system information (article number, System supplier ECU software version number, System supplier ECU hardware number, alphacode, variant coding, software version number)
(readECUIdentification or readDataByIdentifier)

Remark: the System information SW-number shall indicate the complete Software-number of the system

- Optionally download test and support software (e.g. for evacuate and fill)
(write DataByLocalIdentifier)
- Start included or downloaded test and support software
(start Routine By Local Identifier)
- Variant coding if necessary
(e.g. start Routine By Local Id or IO Control or WriteDataByIdentifier)
- Flash-programming if necessary
(required for development or production)

For new systems this diagnostic services shall be served via CAN-Bus.

4.2.10.1.8 Warning Functions. The ECU shall comprise at least two independent warning lamp driver circuits. The partial or complete shutdown of the ABS shall be signaled to the driver by a warning lamp. If a (partial) shutdown occurs during an ABS cycle the warning lamp shall be lit after this ABS-stop.

The function of the warning lamps after a previous ignition cycle with an system error or component error shall be according to ECE R13.

An optional third warning lamp to indicate a malfunction of the electronic brake force distribution (EBD) shall be provided.

4.2.10.1.9 Electronic Brake Force Distribution (EBD). The ABS shall include provisions for an electronic brake force distribution. This function improves vehicle stability during normal braking by the means of rear pressure control. The EBD shall be able to reduce each rear pressure individual.

4.2.10.1.10 Monitoring of ECU System. The following is a list of major monitoring functions:

- Monitoring of all input signals

- Systeminformationen lesen (Artikelnummer, Nummer der ECU-Software-Version des Systemlieferanten, ECU-Hardwarenummer des Systemlieferanten, Alphacode, Varianten-Codierung, Nummer der Softwareversion)
(readECUIdentification oder readDataByIdentifier)

Bemerkung: Die SW-Nummer bezeichnet die vollständige Softwarenummer des Systems

- Optional einen Download für Test und Support-Software (z.B. zum Evakuieren und Befüllen)
(writeDataByLocalIdentifier)
- Start der eingebundenen oder heruntergeladenen Test- und Support-Software
(startRoutineByLocalIdentifier)
- Varianten Codierung, falls erforderlich
(z.B. startRoutineByLocal Id oder IOControl oder WriteDataByIdentifier)
- Flash-Programmierung, falls erforderlich
(gefordert für Entwicklung oder für Produktion)

Für neue Systeme erfolgen diese Diagnose-Services über den CAN-Bus.

4.2.10.1.8 Warnfunktionen. Die Elektronik muss mindestens zwei unabhängige Schaltkreise für Fehlerlampen beinhalten. Das teilweise oder vollständige Abschalten des ABS muss dem Fahrer über eine Fehlerlampe angezeigt werden. Wenn es während eines ABS Zyklus zu einem (teilweisen) Abschalten kommt, muss die Fehlerlampe nach diesem ABS Stopp aufleuchten.

Die Funktion der Fehlerlampen nach einem vorangegangenen Startvorgang mit System- oder Bauteilfehler muss gemäß ECE R13 erfolgen.

Optional soll eine dritte optionale Fehlerlampe für das Anzeigen von Fehlfunktionen der elektronischen Bremskraftverteilung (EBV) vorhanden sein.

4.2.10.1.9 Elektronische Bremskraftverteilung (EBV). Das ABS muss eine Vorkehrung für die elektronische Bremskraftverteilung beinhalten. Mit dieser Funktion wird die Fahrzeugstabilität beim Bremsen ohne ABS über die Hinterdruckregelung erhöht. Die EBV-Funktion muss in der Lage sein, den Druck an jedem Hinterrad individuell abzubauen.

4.2.10.1.10 Überwachung des Steuergerätes. Nachfolgend ist eine Liste der Hauptüberwachungsfunktionen:

- Überwachung aller Eingangssignale

- Monitoring of output drive circuitry
- Monitoring of valves and the electric motor
- Monitoring of the digital parts of the ECU (processors, memory, etc.)

The monitoring shall be designed to the extent needed to achieve the targets of critical failure rate of paragraph 5.3.

4.2.10.1.11 Partial System Shutdown. The ABS, TCS and the ESP shall include provisions for a partial system shutdown. Some system functions shall keep on working in presence of failure conditions while other system functions are disabled.

The warning lamp functions and the wheel speed sensor output circuits shall operate under all failure conditions that do not directly affect them.

The EBD function shall keep on functioning in case of failure conditions, where the normal ABS function is disabled. No single wheel speed sensor failure or any other failure that does not directly affect the electronic brake force distribution may cause it to shut down.

Special shut down requirements are valid when failures occur during an ABS stop. In case of rear wheel or rear channel failures, the wheels shall be excluded from the control by reducing the braking pressure to zero (during the error is active). In the case of front wheel or front channel failures, the wheels shall be excluded from the control, by releasing full brake pressure to that wheel brake cylinders. (Exceptions see next sentence).

At the end of the ABS-stop the ABS and TCS function shall be switched off.

If better control modes exist, which result in an ABS control during wheel speed error with a decreased stopping distance without losing stability, then these control modes shall be implemented.

Fallback-levels:

The functions of ABS/TCS/ESP system shall be divided in functional fallback-levels:

- ESP-Level includes all functions, e.g. ESP, TCS, ABS, EBD, (Level 4)

- Überwachung des Ausgangs-Treiberkreises
- Überwachung von Ventilen und des Elektromotors
- Überwachung der digitalen Teile des ECU (Prozessoren, Speicher,...)

Die Überwachung muss so ausgelegt sein, dass sie die Ziele einer kritischen Fehlerrate in Abschnitt 5.3 erreicht.

4.2.10.1.11 Teilabschaltung des Systems. Das ABS, ASR und das ESP müssen Vorkehrungen für eine Teilabschaltung des Systems beinhalten. Einige Systemfunktionen müssen bei Fehlerzuständen weiter arbeiten, während andere Systemfunktionen deaktiviert werden.

Die Fehlerlampen und die Ausgangsschaltkreise der Raddrehzahlfühler müssen bei jedem Fehlerzustand funktionieren, von dem sie selbst nicht direkt betroffen sind.

Die EBD-Funktion muss bei Fehlerzuständen weiterhin funktionieren, während die normale ABS Funktion deaktiviert ist. Einzelfehler der Raddrehzahlfühler sowie andere Fehler, die keine direkte Auswirkung auf die elektronische Bremskraftverteilung haben, dürfen nicht zu ihrer Abschaltung führen.

Bei Fehlern während einer ABS Bremsung gelten besondere Anforderungen. Bei Fehlern der Hinterräder oder der hinteren Kanäle müssen die Räder von der Steuerung ausgenommen werden, indem der Bremsdruck auf Null vermindert wird (solange der Fehler besteht). Bei Fehlern der Vorderräder oder der vorderen Bremskanäle müssen die Räder von der Steuerung ausgenommen werden, indem jene Radbremszylinder mit dem vollen Bremsdruck belastet werden. (Ausnahme, siehe nächster Abschnitt).

Am Ende des ABS Stopps müssen die ABS und ASR Funktionen abgeschaltet werden.

Falls bessere ABS-Regelstrategien existieren, die während der ABS-Bremsung mit einem fehlerhaften Radsensor einen besseren Bremsweg erzielen, ohne die Stabilität zu verlieren, dann soll diese Strategie implementiert werden.

Rückfall-Ebenen:

Die Funktion von ABS-/TCS-/ESP-Systemen wird in funktionale Rückfall-Ebenen eingeteilt:

- ESP-Ebene beinhaltet alle Funktionen, z.B. ESP, TCS, ABS, EBD (Ebene 4)

- TCS-Level includes functions TCS, ABS, EBD (Level 3)
- ABS-Level includes functions ABS, EBD (& CBC) (Level 2)
- EBD-Level has only EBD functionality (and diagnostics, interfaces if possible) (Level 1)
- The lowest fallback-level is no function, normal pressure apply shall be possible (Level 0)

Any specific ESP-sensor fault shall to a fallback Level 3 (only TCS), any TCS relevant failure (e.g. engine failure or CAN failure) shall lead to Level 2, ABS specific failures (e.g. not more than two wheel-speed errors) shall lead to Level 1.

4.2.10.1.12 Yawing-Moment Control (GMA). The ABS shall provide provisions for decreasing the yawing-moment of the vehicle in case of braking in a turn or on μ split surfaces.

4.2.10.1.13 Wheel Tolerance Compensation (RTA). The ABS shall provide provisions for compensating the tolerances of the wheel circumferential (tolerance compensation for $\pm 3\%$ of nominal value).

4.2.10.1.14 Mini Spare Function. Optionally the ABS shall provide provisions for compensating a mini spare wheel (circumferential of the mini spare wheel to be defined in the requirements plan) in the control algorithm.

4.2.10.1.15 Drag Torque Control (MSR). The ABS shall provide provisions for reducing the drag torque of the engine during braking in order to reduce the so called drag-slip of the vehicle. This function shall increase vehicle stability during braking or down-shifts. This function needs an interface to ECM.

4.2.10.1.16 Minimum Regulation Speed. The minimum ABS regulation speed shall be ≤ 2 km/h, for active or passive sensors.

4.2.10.1.17 Modular Software Design. The software design for EBD, ABS, TCS, ESP shall be modular. The system design shall allow to create a ABS respectively ABS/TCS software based on the ABS/TCS/ESP Software.

- TCS-Ebene beinhaltet folgende Funktionen TCS, ABS, EBD (Ebene 3)
- ABS-Ebene beinhaltet folgende Funktionen ABS, EBD (& CBC) (Ebene 2)
- EBD-Ebene hat nur EBD-Funktionalität (und ggf. Diagnose und Schnittstellen) (Ebene 1)
- Die niedrigste Rückfall-Ebene ist keine Funktion, normale Druckeinwirkung muss möglich sein (Ebene 0)

Jeder spezifische ESP-Sensorfehler führt zu Rückfall-Ebene 3 (nur TCS), alle TCS-relevanten Fehler (z.B. Motorfehler oder CAN-Fehler) führen zu Ebene 2, ABS-spezifische Fehler (z.B. nicht mehr als zwei Raddrehzahlfehler) müssen zu Ebene 1 führen.

4.2.10.1.12 Giermoment Aufbau Regelung (GMA). Das ABS-ASR muss Vorkehrungen zur Verminderung des Giermoments des Fahrzeuges beim Bremsen in Kurven oder auf μ -split Untergründen aufweisen.

4.2.10.1.13 Reifen Toleranz Abgleich (RTA). Das ABS muss Vorkehrungen zum Abgleichen der Reifenumfangstoleranz aufweisen (Toleranz-Abgleich für $\pm 3\%$ des Sollwertes).

4.2.10.1.14 Notrad Funktion. Das ABS muss optional Vorkehrungen zum Abgleichen des Notradumfangs (wird im Anforderungsplan festgelegt) im Steueralgorithmus aufweisen.

4.2.10.1.15 Motorschleppmomentregelung (MSR). Das ABS System muss Vorkehrungen zur Verminderung des Motorschleppmoments während des Bremsvorganges aufweisen, um den sogenannten Schleppschlupf des Fahrzeuges zu reduzieren. Diese Funktion soll die Fahrzeug-Stabilität während der Bremsung oder Rückschaltungen erhöhen. Diese Funktion benötigt ein geeignetes Interface zum Motor.

4.2.10.1.16 Mindest-Regelgeschwindigkeit. Die Mindest ABS-Regelgeschwindigkeit darf für aktive oder passive Sensoren ≤ 2 km/h liegen.

4.2.10.1.17 Modulares Softwaredesign. Das Softwaredesign für EBD, ABS, TCS und ESP muss modular sein. Das Systemdesign muss die Erstellung einer ABS- bzw. ABS-/TCS-Software auf Basis der ABS-/TCS-/ESP-Software erlauben.

4.2.10.1.18 Change Management before Release.

The components content must be realized as specified. However, GM may always request changes of functional content, appearance, packaging or other.

Minor (average) changes during the development have to be executed without increase of price. Average changes include additional software contents of $\leq 25\%$ of the total software memory space.

4.2.10.2 Function Test ABS.

4.2.10.2.1 Test Description. The function test of the ABS shall be performed by a simulation of the vehicle operation. The vehicle reaction is simulated by a computer model. The dynamic behavior of the ABS during various braking operations is assessed. The ABS wiring harness is electrically connected as in the vehicle. The computer system will simulate a vehicle speed of 100 km/h. Then, a high deceleration braking situation is created by sudden operation of the actuator unit for the main brake cylinder. The computer system stores the following physical variables as functions of the time during the controlled braking:

- the braking torque exerted by the brake linings on the wheels
- the 4 wheel speeds
- the vehicle speed
- the braking slip of the 4 wheels
- the yaw-speed and yaw-velocity of the vehicle

With the aid of these state variables it is possible to illustrate the ABS intervention in the braking operation. The function assessment is based on the exact knowledge of the ABS control algorithms.

4.2.10.2.2 Test Procedure. The brake pressure modulation shall be performed on the following wheel/pavement combinations in two sequences, one sequence simulating straight braking and the second one simulating in turn braking.

4.2.10.2.3 High μ Test. High μ condition (dry asphalt road) on all four wheels during the entire braking time.

4.2.10.1.18 Management-Änderung vor Freigabe.

Der Komponenteninhalt muss spezifiziert sein. Dennoch kann GM jederzeit Änderungen des funktionalen Inhalts, des Aussehens, der Verpackung oder Sonstiges fordern.

Kleinere (durchschnittliche) Änderungen während der Entwicklung müssen ohne Preiserhöhung ausgeführt werden. Durchschnittliche Änderungen beinhalten einen zusätzlichen Softwareinhalt von $\leq 25\%$ des gesamten Software-Speicherplatzes.

4.2.10.2 Funktionstest ABS.

4.2.10.2.1 Versuchsbeschreibung. Der Funktionstest des ABS ist mittels Simulation des Fahrzeugbetriebs durchzuführen. Die Fahrzeugreaktion wird von einem Computermodell simuliert. Es wird das dynamische Verhalten des ABS während diverser Bremsvorgänge untersucht. Der Kabelsatz des ABS ist wie im Fahrzeug angeschlossen. Das Computersystem simuliert eine Fahrzeug-Geschwindigkeit von 100 km/h. Dann wird durch plötzliches Betätigen des Stellglieds für den Hauptbremszylinder eine Vollbremssituation erzeugt. Das Computersystem speichert die folgenden physikalischen Variablen als Funktionen der Zeit während des gesteuerten Bremsvorgangs:

- das von den Bremsbelägen auf die Räder ausgeübte Bremsmoment
- die vier Raddrehzahlen
- die Fahrzeuggeschwindigkeit
- der Bremsschlupf der vier Räder
- die Giergeschwindigkeit und die Gierbeschleunigung (Gierrate) des Fahrzeuges

Mit Hilfe dieser Variablen kann der Eingriff des ABS in den Bremsvorgang dargestellt werden. Die Funktionsprüfung basiert auf der genauen Kenntnis der ABS Steueralgorithmen.

4.2.10.2.2 Versuchsdurchführung. Die Bremsdruckmodulation muss auf den folgenden Rad/Fahrbahn Kombinationen in zwei Durchgängen vorgenommen werden, nämlich je eine Simulation für das Bremsen auf gerader Strecke und für das Bremsen in Kurven.

4.2.10.2.3 Test auf hohem μ Wert. Fahrbahn mit hohem μ Wert (trockene Asphaltstraße) an allen vier Rädern während der gesamten Bremsdauer.

Accelerate to 100 km/h then apply brake up to > 7 MPa. One with steering angle = 0, one with steering control.

Measure brake distance, brake time, a_x , yaw rate.

Acceptance criteria:

Brake distance < 45 m (or see VTS for relevant Vehicle)

minimum $a_x > 6 \text{ m/s}^2$

average $a_x > 8.5 \text{ m/s}^2$

yaw rate < 10 °/s

Accelerate to 160 km/h then apply brake up to > 7 MPa. One with steering angle = 0, one with steering control.

Measure brake distance, brake time, a_x , yaw rate.

Acceptance criteria:

brake distance < 110 m (or see VTS for relevant Vehicle)

minimum $a_x > 6 \text{ m/s}^2$ (for entire braking)

middle $a_x > 8.5 \text{ m/s}^2$

yaw rate < 10 °/s

4.2.10.2.4 Low μ Test. Low μ condition (icy road) on all four wheels during the entire braking time.

Accelerate high μ up to 60 km/h, then apply brake up to 3 MPa. One with steering angle = 0, one with steering control.

Measure brake distance, brake time, a_x , yaw rate.

Acceptance criteria: TBD

4.2.10.2.5 μ Transition Test. Transition high low (after 2 s) and low high (after 4 s more) on all four wheels.

Maneuver description: TBD

4.2.10.2.6 Split μ Test. Split μ condition (high μ left vehicle side, low μ right vehicle side and vice versa) during the entire braking time.

Maneuver description: TBD

4.2.10.3 Test Acceptance for ABS. The electronic controller shall modulate the braking pressure in each of the controlled wheel brake cylinders according to the correct control algorithms. If a condition occurs that varies thereof, this shall not lead to critical driving conditions. For the simulation of the vehicle and wheel movement, the physical data (see paragraph 4.2.10.2.1) of the vehicle concerned shall be used. The above requirements shall be met for all tests.

Auf 100 km/h beschleunigen, dann die Bremse mit > 7 MPa betätigen. Einmal mit Lenkwinkel = 0, einmal mit Lenkungsbetätigung.

Bremsweg, Bremszeit, a_x und Gierrate messen.

Akzeptanzkriterien:

Bremsweg < 45 m (oder siehe VTS für entsprechendes Fahrzeug)

Mindest- $a_x > 6 \text{ m/s}^2$

Durchschnitt- $a_x > 8.5 \text{ m/s}^2$

Gierwinkel < 10 °/s

Auf 160 km/h beschleunigen, dann die Bremse mit > 7 MPa betätigen. Einmal mit Lenkwinkel = 0, einmal mit Lenkungsbetätigung.

Bremsweg, Bremszeit, a_x , Gierrate messen.

Akzeptanzkriterien:

Bremsweg < 110 m (oder siehe VTS für entsprechendes Fahrzeug)

Mindest- $a_x > 6 \text{ m/s}^2$ (für gesamten Bremsvorgang)

Durchschnitt- $a_x > 8.5 \text{ m/s}^2$

Gierwinkel < 10 °/s

4.2.10.2.4 Test auf niedrigem μ Wert. Fahrbahn mit niedrigem μ Wert (vereiste Fahrbahn) an allen vier Rädern während der gesamten Bremsdauer.

Auf 60 km/h beschleunigen, dann die Bremse mit bis zu 3 MPa betätigen. Einmal mit Lenkwinkel = 0, einmal mit Lenkungsbetätigung.

Bremsweg, Bremszeit, a_x , Gierrate messen.

Akzeptanzkriterium: TBD

4.2.10.2.5 μ Sprung Test. Sprung von hohem μ zu niedrigem μ (nach 2 s) und umgekehrt (nach weiteren 4 s) an allen vier Rädern.

Manöverbeschreibung wird nachgetragen.

4.2.10.2.6 Split μ Test. Split μ Zustand (hohes μ auf linker Fahrzeugseite, niedriges μ auf rechter Fahrzeugseite und umgekehrt) während der gesamten Bremsdauer.

Manöverbeschreibung wird nachgetragen.

4.2.10.3 Test Akzeptanz für ABS. Das elektronische Steuergerät muss den Bremsdruck in jedem der gesteuerten Radbremszylinder gemäß der korrekten Steueralgorithmien modulieren. Bei abweichenden Zuständen darf dies nicht zu einer kritischen Fahr-situation führen. Für die Simulation der Fahrzeug- und Radbewegung müssen die physikalischen Daten (siehe Abschnitt 4.2.10.2.1) des jeweiligen Fahrzeuges verwendet werden. Die obigen Anforderungen müssen bei allen Prüfungen erfüllt werden.

Additional requirements e.g. for the maximum yaw velocity of the vehicle in the various test situations are according to the VTS of the relevant car.

The functional requirements above (e.g. Partial system shut down, GMA, etc.) shall be tested at minimum in the above defined road conditions.

All functional requirements and performance requirements are defined and released by the responsible GM development department.

4.2.11 Functional Requirements and Tests for TCS.

4.2.11.1 Additional Functional Content for TCS. TCS systems shall provide all functional requirements as defined for ABS. Additionally the following functions shall be provided:

4.2.11.1.1 TCS Function. Maintaining steerability and stability of the vehicle, with maximum traction performance under all road surface conditions. The TCS function shall be reached with engine torque intervention and brake intervention. The optimum between steerability, stability and traction performance shall be determined by the responsible development department.

Further requirements for the specific platform application is defined in the VTS.

4.2.11.1.2 Torque & Brake Apply. With input from sensors in the system TCS regulates the engine torque and the brake pressure of the driven wheels individually to minimize the difference between drivers requested motion and the actual motion of the vehicle.

4.2.11.1.3 On-Off Push-button. Optionally an input for on/off push button to switch off or to change some specific ESP or TCS functions shall be available. For newer systems this could be a signal via CAN.

4.2.11.1.4 Partial System Shutdown. The TCS function shall be switched off immediately if there is a failure condition that affect the TCS.

If an engine error occurs during TCS control the TCS-requested engine torque shall be ramped up to the non-active value.

Zusätzliche Anforderungen, z.B. hinsichtlich der maximalen Giergeschwindigkeit des Fahrzeuges in den verschiedenen Testsituationen erfolgen gemäß VTS des entsprechenden Fahrzeugs.

Die o.a. Funktionsanforderungen (z.B. Systemteilabschaltung, GMA...) müssen mindestens in jedem der o.a. Fahrbahnen durchgeführt werden.

Sämtliche Funktions- und Leistungsanforderungen werden von der verantwortlichen GM Entwicklungsabteilung festgelegt und freigegeben.

4.2.11 Funktionelle Anforderungen und Tests für ASR.

4.2.11.1 Zusätzlicher funktioneller Inhalt für ASR. Zusätzlich zu den Anforderungen für ABS soll das ASR folgende Funktionen zur Verfügung stellen:

4.2.11.1.1 TCS-Funktion. Aufrechterhalten der Lenkbarkeit und Stabilität des Fahrzeugs mit maximaler Traktionsleistung unter allen Fahrbahnbedingungen. Die TCS-Funktion muss durch Motordrehmoment- und Bremseneingriff erreicht werden. Das Optimum zwischen Lenkbarkeit, Stabilität und Traktionsleistung wird von der verantwortlichen Entwicklungsabteilung festgelegt.

Weitere Anforderungen für die spezifische Plattformanwendung sind in der VTS definiert.

4.2.11.1.2 Drehmoment- & Bremseingriff. Durch Eingabe von den Sensoren in das System regelt das TCS das Motordrehmoment und den Bremsdruck der einzelnen Antriebsräder, um die Differenz zwischen der vom Fahrer angeforderten Geschwindigkeit und der tatsächlichen Geschwindigkeit so gering wie möglich zu halten.

4.2.11.1.3 Ein-/Ausschalter. Optional ist ein Eingang für einen Ein-/Ausschalter zum Ein- und Ausschalten oder zum Umschalten von bestimmten ESP- oder TCS-Funktionen verfügbar. Bei neueren Systemen könnte dies ein Signal über CAN sein.

4.2.11.1.4 Systemteilabschaltung. Beim Auftreten eines Fehlerzustands mit Auswirkung auf das ASR wird die ASR Funktion umgehend abgeschaltet.

Falls ein Motorfehler während der Regelung auftritt, soll das vom TCS angeforderte Motormoment mit einer Rampe auf das nicht-aktive Niveau hochgefahren werden.