

OnGuardACTIVE™

SYSTEMBESCHREIBUNG



WABCO

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeine Hinweise	6
2	Sicherheitshinweise	9
3	Funktionsbeschreibung	10
3.1	Einleitung	10
3.2	Adaptive Geschwindigkeitsregelung (ACC).	10
3.2.1	<i>Allgemeine Beschreibung</i>	10
3.2.2	<i>HMI-Betrieb (Mensch-Maschine-Schnittstelle)</i>	11
3.2.2.1	<i>Eingaben vom Fahrer</i>	11
3.2.2.2	<i>Signalausgaben vom ACC</i>	12
3.2.3	<i>ACC-Regelungsverhalten</i>	13
3.2.3.1	<i>Folgefahrt</i>	13
3.2.3.2	<i>Annäherung</i>	14
3.2.3.3	<i>Entfernen</i>	15
3.2.3.4	<i>Objektverlust</i>	15
3.2.3.5	<i>Radbremsanforderung</i>	16
3.3	ACC-Sonderfunktionen	16
3.3.3.1	<i>Bergabfahrt</i>	16
3.3.3.2	<i>Querbeschleunigungsbegrenzung</i>	16
3.3.3.3	<i>Funktion "Einfrieren"</i>	17
3.3.3.4	<i>Bremsmodus (BOM)</i>	17
3.4	Abstandswarnung (DW).	18
3.5	Kollisionswarnung (FCW)	18
3.6	Kollisionsminderungssystem (CMS) inkl. Kollisionswarnung (FCW)	19
3.7	Notbremsassistent (AEBS)	19
3.7.1	<i>Funktion "FCW"</i>	20
3.7.1.1	<i>Warnstufen</i>	20
3.7.1.2	<i>Haptische Kollisionswarnung (HCW)</i>	20
3.7.1.3	<i>Bremsen anlegen</i>	20
3.7.1.4	<i>Eingeschränkter Notbremsassistent (AEBS)</i>	20
3.7.2	<i>Situationsbewertung durch AEBS</i>	20
3.7.3	<i>Warn- und Bremskaskade</i>	21
3.7.3.1	<i>Normale Reaktion bei bewegten oder anhaltenden Objekten</i>	21
3.7.3.2	<i>Normale Reaktion bei stehenden Objekten</i>	22
3.7.3.3	<i>Reaktion auf Objekte, die in die Spur des eigenen Fahrzeugs einscheren</i>	23
3.7.4	<i>Einschränkungen vom AEBS</i>	24
3.7.4.1	<i>Falsche und unerwünschte Warnungen</i>	24
3.7.4.2	<i>Allgemeine Einschränkung der Algorithmen</i>	25
3.7.4.3	<i>Einschränkungen aufgrund der Umgebung</i>	25
3.7.4.4	<i>Einschränkung aufgrund der Erkennungsleistung des Sensors</i>	25
3.7.4.5	<i>Weitere Sicherheitseinschränkungen des Systems</i>	26
3.7.4.6	<i>Einschränkung, die Vorwarnzeit zu gewährleisten</i>	26

3.7.4.7	Einschränkung aufgrund hoher Querbewegung	26
3.7.4.8	Einschränkung aufgrund Fahrt in einem Tunnel	26
3.7.4.9	Einschränkung aufgrund aktiver Ereignisse der Fahrzeugstabilitätssystem	26
3.7.4.10	AEBS – eingeschränkter Sensibilitätsmodus	26
3.7.4.11	Geschwindigkeitsbereich vom AEBS	27
3.7.5	Ereigniszähler des AEBS	27
3.7.6	Deaktivierungs- und Übertretungsbedingungen	27
3.7.6.1	Bedingungen für das Übertreten durch den Fahrer	27
3.7.7	Ausgabesignale des Notbremsassistenten (AEBS)	28
3.7.7.1	AEBS1-Botschaft	28
3.7.7.2	Mitteilung von Warn- oder Bremsstatus	28
3.7.7.3	Externe Bremsanforderung	28
3.8	Erweiterter Bremsassistent (EBA)	28
3.8.1	Sicherheitseinschränkung des EBA	28
3.9	Funktionen für die Plausibilitätsprüfung	29
3.9.1	Kalibrierfunktion für die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs	29
3.9.2	Kalibrierfunktion des internen Sensor	29
3.9.3	Signalplausibilität für den internen Sensor der Gierrate	30
4	Systemarchitektur	31
4.1	Spannungsversorgung	32
5	Einbau	34
5.1	Sicherheitshinweise	34
5.2	Fahrzeuginstallation	34
5.2.1	Einbaulage	34
5.2.2	Automatische Ausrichtung	36
5.2.2.1	Ausrichtung in Servicestationen (Werkstätten)	37
6	Hardware Radarsensormodul	38
6.1	Sensorübersicht	38
6.1.1	Detaillierte Sensoreigenschaften	38
6.1.2	Blockierungserkennung	39
6.1.3	Elektrischer Steckverbinder	40
7	Installation	41
7.1	Voraussetzungen	41
7.1.1	Installationsposition des Sensors	41
7.2	Installation des Sensors	41
7.2.1	Abdeckung des Sensors	41
7.3	Wartung	42
8	Diagnose	43
8.1	Training	43
8.2	Hardware	43
8.3	Software	44
8.4	Inhalt des Diagnosespeichers anzeigen	45

8.5	Anzeige der aktuellen Messwerte	46
8.6	Parametrieren der ECU	47
8.7	Service-Abgleich	48
8.8	Event Frame Zähler	50
8.9	Testgeräteidentifikation	51
8.10	Optionen und Hilfe	52

Ausgabe 1
Version 1 (08.2017)
815 020 218 3 (de)

Diese Druckschrift unterliegt keinem Änderungsdienst.
Die aktuelle Version finden Sie unter:
<http://www.wabco.info/i/195>




1 Allgemeine Hinweise

ABKÜRZUNG	BEDEUTUNG
ABS	(engl. Anti-lock Braking System); Anti Blockier-System
ACC	(engl. Adaptive Cruise Control); Adaptive Geschwindigkeitsregelung
AEBS	(engl. Advanced Emergency Braking System); Notbremsassistent
AEB	(engl. Advanced Emergency Braking); Notbremsung
BOM	(engl. Break Only Mode); Bremsmodus
CC	(engl. Cruise Control); Tempomat
CMS	(engl. Collision Mitigation System); Kollisionsminderungssystem
DW	(engl. Distance Warning); Abstandswarnung
DR	(engl. Driveline Retarder); Antriebsstrang-Retarder
DSC	(engl. Downhill Speed Control); Geschwindigkeitskontrolle im Gefälle
EBA	(engl. Extended Brake Assist); Erweiterter Bremsassistent
ER	(engl. Engine Retarder); Dauerbremse (Konstantdrossel)
ESC	(engl. Electronic Stability Control); Elektronische Stabilitätskontrolle
EXR	(engl. Exhaust Retarder); Dauerbremse (Abgasstaudruck)
FCW	(engl. Forward Collision Warning); Kollisionswarnung
HCW	(engl. Haptic Collision Warning); Haptische Kollisionswarnung
RSC	(engl. Roll Stability Control); Kippvermeidungskontrolle
TSC1	(engl. Torque/Speed Control 1); (Dreh) Moment-/Geschwindigkeitsregelung
XBR	(engl. External Brake Request); Externe Bremsanforderung

Zweck der Druckschrift

Diese Druckschrift wendet sich an Mitarbeiter von Fahrzeugherstellern und Fachwerkstätten zur Reparatur und Nachrüstung von Nutzfahrzeugen, mit Kenntnissen der Fahrzeugelektrik. Sie erläutert den Einbau und die Inbetriebnahme des WABCO OnGuardACTIVE Bremsassistenten in Nutzfahrzeugen.

Verwendete Symbolik

 WARNUNG	<p>Bezeichnet eine mögliche Gefahrensituation Bei Nichtbeachten des Sicherheitshinweises können schwere Personenschäden oder Tod die Folge sein.</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Befolgen Sie die Anweisungen in diesem Warnhinweis, um Verletzungen oder den Tod von Personen zu vermeiden.</i>
VORSICHT	<p>Bezeichnet einen möglichen Sachschaden Bei Nichtbeachten des Sicherheitshinweises können Sachschäden die Folge sein.</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Befolgen Sie die Anweisungen in diesem Warnhinweis, um Sachschäden zu vermeiden.</i>

! Wichtige Informationen, Hinweise und/oder Tipps, die Sie unbedingt beachten müssen.



Verweis auf Informationen im Internet

- Handlungsschritt
 - ⇒ Ergebnis einer Handlung
- Aufzählung/-listung
 - Aufzählung/-listung

Technische Druckschriften



- Rufen Sie im Internet den WABCO Online-Produktkatalog INFORM auf: <http://inform.wabco-auto.com>
- Suchen Sie die Druckschriften über die Eingabe der Druckschriftennummer in das Suchfeld *Produktnummer*.

Mit dem WABCO Online-Produktkatalog INFORM haben Sie einen komfortablen Zugang zur kompletten technischen Dokumentation.

Alle Druckschriften sind im PDF-Format verfügbar. Für gedruckte Exemplare sprechen Sie bitte Ihren WABCO Partner an.

Bitte beachten Sie, dass die Druckschriften nicht in allen Sprachversionen vorliegen.

DRUCKSCHRIFTENTITEL	DRUCKSCHRIFTENNUMMER
OnGuardACTIVE Systembeschreibung	815 XX0 218 3

*Sprachencode XX: 01 = Englisch, 02 = Deutsch, 03 = Französisch, 04 = Spanisch, 05 = Italienisch, 06 = Niederländisch, 07 = Schwedisch, 08 = Russisch, 09 = Polnisch, 10 = Kroatisch, 11 = Rumänisch, 12 = Ungarisch, 13 = Portugiesisch (Portugal), 14 = Türkisch, 15 = Tschechisch, 16 = Chinesisch, 17 = Koreanisch, 18 = Japanisch, 19 = Hebräisch, 20 = Griechisch, 21 = Arabisch, 24 = Dänisch, 25 = Litauisch, 26 = Norwegisch, 27 = Slowenisch, 28 = Finnisch, 29 = Estnisch, 30 = Lettisch, 31 = Bulgarisch, 32 = Slowakisch, 34 = Portugiesisch (Brasilien), 98 = multilingual, 99 = nonverbal

Entscheiden Sie sich für WABCO Originalprodukte

WABCO Originalprodukte sind aus qualitativ hochwertigen Materialien gefertigt und werden vor dem Verlassen unserer Werke gründlich getestet. Zusätzlich haben Sie die Sicherheit, dass die Qualität aller WABCO Produkte von einem hervorragenden WABCO Kundenservice-Netzwerk unterstützt wird.

Als einer der führenden Zulieferer arbeitet WABCO mit den weltweit bedeutendsten Erstausrüstern zusammen und verfügt über die nötige Erfahrung und die erforderlichen Kapazitäten, um auch den anspruchsvollsten Produktionsstandards zu genügen. Die Qualität jedes einzelnen WABCO Produktes wird gewährleistet durch:

- Für die Serienproduktion hergestellte Werkzeuge
- Regelmäßige Überprüfung (Audits) der Zulieferer
- Umfassende "End-of-Line"-Kontrollen
- Qualitätsstandards von < 50 PPM

Der Einbau von Nachbauteilen kann Leben kosten – WABCO Originalprodukte schützen Ihr Geschäft.

WABCO Zusatzleistungen

Zusatzleistungen, die Sie mit einem WABCO Originalprodukt erhalten:

- 24 Monate Produktgarantie
- Lieferung über Nacht
- Technischer Support von WABCO
- Professionelle Schulungsangebote der WABCO Academy
- Zugang zu Diagnosewerkzeugen und Support durch das WABCO Servicepartnernetzwerk
- Unkomplizierte Bearbeitung von Reklamationen
- Sicherheit der Übereinstimmung und Einhaltung der hohen Qualitätsstandards der Fahrzeughersteller.

WABCO Service Partner

WABCO Service Partner – das Netzwerk, auf das Sie sich verlassen können. Über 2.000 Werkstätten höchster Qualität stehen Ihnen mit mehr als 6.000 spezialisierten Mechanikern zur Verfügung, die gemäß der hohen Standards von WABCO geschult wurden und unsere modernste Systemdiagnostik sowie unsere Services nutzen.

Ihr direkter Kontakt zu WABCO

Zusätzlich zu unseren Online Services stehen geschulte Mitarbeiter in unseren WABCO Kunden-Centern für Sie bereit, um Ihre technischen oder kaufmännischen Fragen umgehend zu beantworten.

Kontaktieren Sie uns, wenn Sie Unterstützung benötigen:

- Finden des richtigen Produktes
- Diagnose-Support
- Training
- System-Support
- Auftragsverwaltung



Hier finden Sie Ihren WABCO Partner:

<http://www.wabco-auto.com/en/how-to-find-us/contact/>

2 Sicherheitshinweise

Beachten Sie alle notwendigen Vorschriften und Anweisungen:

- Lesen Sie diese Druckschrift sorgfältig durch.
Halten Sie sich unbedingt an alle Anweisungen, Hinweise und Sicherheitshinweise, um Personen- und/oder Sachschäden zu vermeiden.
WABCO gewährleistet nur dann die Sicherheit, Zuverlässigkeit und Leistung seiner Produkte und Systeme, wenn alle Informationen dieser Druckschrift beachtet werden.
- Leisten Sie den Vorgaben und Anweisungen des Fahrzeugherstellers unbedingt Folge.
- Halten Sie die Unfallverhütungsvorschriften des Betriebes sowie regionale und nationale Vorschriften ein.
- Fahrerassistenzsysteme entbinden den Fahrer nicht aus der Pflicht, den Verkehrsregeln aktiv zu folgen.

Treffen Sie Vorkehrungen für ein sicheres Arbeiten am Arbeitsplatz:

- Nur geschultes und qualifiziertes Fachpersonal darf Arbeiten am Fahrzeug vornehmen.
- Verwenden Sie – soweit erforderlich – eine Schutzausrüstung (z. B. Schutzbrille, Atemschutz, Gehörschutz).
- Pedalbetätigungen können zu schweren Verletzungen führen, wenn sich Personen gerade in der Nähe des Fahrzeuges befinden. Stellen Sie folgendermaßen sicher, dass keine Pedalbetätigungen vorgenommen werden können:
 - Schalten Sie das Getriebe auf „Neutral“ und betätigen Sie die Handbremse.
 - Sichern Sie das Fahrzeug mit Unterlegkeilen.
 - Befestigen Sie sichtbar einen Hinweis am Lenkrad, auf dem steht, dass Arbeiten am Fahrzeug durchgeführt werden und die Pedale nicht betätigt werden dürfen.

3 Funktionsbeschreibung

3.1 Einleitung

OnGuardACTIVE ist ein fortschrittliches Fahrerassistenzsystem mit folgenden Funktionen:

- ACC (Adaptive Geschwindigkeitsregelung)
- DW (Abstandswarnung)
- FCW (Kollisionswarnung)
- CMS (Kollisionsminderungssystem)
- AEBS (Notbremsassistent)
- EBA (Erweiterter Bremsassistent)

Jede dieser Funktionen kann durch eine Parametrierung abhängig von den Anforderungen des jeweiligen Marktes, in dem das Fahrzeug mit OnGuardACTIVE angemeldet ist, de- bzw. aktiviert werden. Nicht alle Funktionskombinationen sind möglich, weil einige Funktionen voneinander abhängig sind. Tabelle 1 zeigt alle möglichen Kombinationen. Die DW ist vollständig unabhängig von allen anderen Funktionen und kann deshalb ohne jede Einschränkung aktiviert werden.

Funktion	MÖGLICHE KOMBINATIONEN DER OnGuardACTIVE-FUNKTIONEN								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ACC		x	x	x	x				
FCW			x	x	x	x	x	x	x
CMS/AEBS*				x	x		x	x	
EBA					x			x	x
DW	x	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)

Tabelle 1 Kombinationsmöglichkeiten der OnGuardACTIVE Funktionen

! *) CMS und AEBS können nicht kombiniert werden, das bedeutet, das System ist entweder mit einem CMS oder mit einem AEBS ausgestattet.

Die oben genannten Funktionen verwenden Objektdaten von einem nach vorn gerichteten Radarsensor, der an der Front des eigenen Fahrzeugs montiert ist. Dieser Radarsensor erstellt für die oben genannten Funktionen eine Objektliste der sechs nächstgelegenen Objekte auf jeder Spur (je zwei Objekte auf der eigenen Spur, der linken Nachbarspur und der rechten Nachbarspur). Die Funktionen AEBS, EBA, CMS und FCW berücksichtigen alle diese Objekte, während ACC und DW nur ein Objekt verwenden – das nächstgelegene Objekt auf der Spur des eigenen Fahrzeugs.

3.2 Adaptive Geschwindigkeitsregelung (ACC)

3.2.1 Allgemeine Beschreibung

Die adaptive Geschwindigkeitsregelung ist eine Erweiterung des konventionellen Tempomats (CC). Der Tempomat gehört nicht zu OnGuardACTIVE, befindet sich aber üblicherweise in der Motorregelung.

Während der Tempomat eine vom Fahrer eingestellte Sollgeschwindigkeit hält, passt ACC die Fahrzeuggeschwindigkeit automatisch an, um einen sicheren Folgeabstand zu einem vor dem Fahrzeug befindlichen Objekt einzuhalten (weitere Informationen ▶ Kapitel "3.2.2 HMI-Betrieb (Mensch-Maschine-Schnittstelle)", Seite 11). Die ACC-Funktion trägt dazu bei, den Fahrkomfort zu verbessern.

Das System hilft dabei, die allgemeine Kraftstoffeffizienz zu optimieren. Der Einfluss der Gewohnheiten einzelner Fahrer auf die Kraftstoffeinsparung und den Fahrzeugverschleiß soll so gering wie möglich gehalten werden. Obwohl die Unfallstatistiken keine Systemanforderung bilden, deuten sie darauf hin, dass ACC durch seine Abstandsregelung auch die Fahrsicherheit erhöht.

ACC reagiert nur auf sich bewegende und angehaltene Objekte, die in dieselbe Richtung fahren. Es reagiert nicht auf stehende oder entgegenkommende Objekte. Ein Objekt, das zunächst als bewegt erkannt wurde und dann zum Stehen kommt, wird als angehaltenes Objekt klassifiziert.

Beispiel: ACC kontrolliert den Abstand zu einem vorausfahrenden bewegten Fahrzeug. Bei Annäherung an eine rote Ampel bremst das vorausfahrende Fahrzeug bis zum Stillstand ab. Damit wird dieses Objekt als angehalten eingeordnet. ACC reagiert also weiterhin auf dieses Objekt und setzt die Abstandsregelung dafür fort.

Ein Objekt, das nie zuvor als bewegt erkannt wurde, wird als stehendes Objekt klassifiziert.

Beispiel: ACC nähert sich einer roten Ampel an, an der bereits Fahrzeuge im Stillstand warten. Aus diesem Grund reagiert ACC nicht auf diese Fahrzeuge.

Diese Maßnahme ist erforderlich, um zu verhindern, dass ACC versehentlich auf nicht relevante stehende Objekte reagiert, wie beispielsweise Verkehrsschilder, Gullideckel oder Brücken.

Die ACC-Funktion ist für einen Geschwindigkeitsbereich zwischen 5 km/h und 125 km/h spezifiziert. Unterhalb oder oberhalb dieser Schwellenwerte wird ein aktiviertes ACC automatisch deaktiviert, unabhängig von den Anforderungen des Fahrers.

Um den Abstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug zu kontrollieren, begrenzt ACC das vom Tempomat angeforderte Motordrehmoment und steuert die Dauerbremsen (je nach Ausführung und Verfügbarkeit) sowie die Radbremsen. Aus diesem Grund kann ACC ein Fahrzeug nicht von sich aus beschleunigen. Das Antriebsdrehmoment für die Beschleunigung wird nur vom Tempomat angefordert. Weitere Informationen über die Retarder- und Radbremssteuerung ▶ Kapitel "Retarderregelung", Seite 15 und ▶ Kapitel "3.2.3.5 Radbremsanforderung", Seite 16.

3.2.2 HMI-Betrieb (Mensch-Maschine-Schnittstelle)

3.2.2.1 Eingaben vom Fahrer

Wenn das Fahrzeug mit einem CC/ACC-Auswahlschalter ausgestattet ist, wird dessen Status von der Instrumententafel in der ACC2-Botschaft mit dem jeweiligen Signal übertragen. In diesem Fall wird ACC immer dann aktiviert, wenn der Fahrer den Tempomat (CC) selbst aktiviert. Befindet sich der CC/ACC-Auswahlschalter in Position CC, bleibt ACC passiv, wenn der Tempomat (CC) aktiviert wird.

Ist kein CC/ACC-Auswahlschalter vorhanden, wird mit Einschalten des CC, immer ACC aktiviert. In diesem Fall muss das jeweilige Signal immer als gültig übertragen werden.

Der Fahrer kann ACC jederzeit deaktivieren, indem er den Tempomat über seine Bedienelemente deaktiviert. Insbesondere wird der Tempomat (CC) deaktiviert, wenn der Fahrer das Bremspedal tritt, einen Retarder aktiviert oder den Tempomat direkt über einen Schalter deaktiviert.

Normalerweise wird ACC zusammen mit dem Tempomat (CC) deaktiviert, es gibt jedoch einige Ausnahmen (aufgrund von Sicherheitskriterien), wie die Funktion "Einfrieren" (▶ Kapitel "3.3.3.3 Funktion "Einfrieren"", Seite 17) und BOM (▶ Kapitel "3.3.3.4 Bremsmodus (BOM)", Seite 17). Wenn sich ACC in einem dieser Modi befindet, bleibt es aktiv, während der Tempomat bereits abgeschaltet ist. In diesen speziellen Modi kann ACC das eigene Fahrzeug nur bremsen, weil der Tempomat (CC) abgeschaltet ist und ACC eigenständig nicht beschleunigen kann.

Wenn das Fahrzeug mit einem ACC-Distanzschalter ausgestattet ist, wird der angeforderte Abstandsmodus von der Instrumententafel in der ACC2-Botschaft über ein Signal „Abstandsauswahl“ übertragen. Mit diesem Schalter kann der Fahrer einen gewünschten Folgeabstand einstellen, um das Abstandsverhalten von ACC zu beeinflussen. OnGuardACTIVE unterstützt bis zu 5 mögliche Abstandsmodi.

Der Fahrer kann ACC jederzeit mit dem Fahrpedal übertreten. Retarder- und Radbremsanforderungen werden in dieser Phase ausgesetzt. Nichtsdestotrotz bleibt ACC während dieser Zeitdauer aktiv, d. h. es befindet sich weiterhin im Überwachungsmodus. Nachdem der Fahrer das Fahrpedal löst, wird

ACC wieder aktiviert und setzt seine Kontrolle gegebenenfalls fort. Wenn keine aktive Kontrolle mehr notwendig ist, bleibt ACC aktiv und überwacht weiterhin den Abstand/die Geschwindigkeit des vor dem Fahrzeug befindlichen Objekts. Das Übertreten durch das Fahrpedal im ACC wird abhängig von der Architektur der Motor ECU verarbeitet.

3.2.2.2 Signalausgaben vom ACC

ACC überträgt seinen Betriebsstatus über die ACC1-Botschaft. Falls in diesem Dokument nicht anderweitig angegeben, werden alle spezifizierten Signale von ACC1 unterstützt.

ACC überträgt seinen aktuellen Status in Signal "ACC-Modus". Die nachfolgende Tabelle 2 zeigt die verschiedenen Modi und ihre Bedeutung.

WERT	MODUS	BESCHREIBUNG
0	Aus	ACC ist ausgeschaltet/im Standby-Modus, kann aber aktiviert werden. Es werden keine oder nur passive Regelungsbotschaften (TSC1, XBR) gesendet.
1	Geschwindigkeitsregelung	ACC ist aktiviert und der Tempomat behält die eingestellte Geschwindigkeit bei, weil kein vorausfahrendes Fahrzeug ein Eingreifen durch ACC notwendig macht. Es werden keine oder nur passive Regelungsbotschaften (TSC1, XBR) gesendet.
2	Abstandsregelung	ACC ist aktiv und versucht den gewünschten Folgeabstand zu erreichen oder zu halten. Der Tempomat wird durch das Motordrehmoment, die Retarder-Steuerung oder die Aktivierung der Radbremse begrenzt. Vom ACC werden aktive Regelungsbotschaften gesendet.
3	Steuern	Der Fahrer übersteuert ACC mit dem Fahrpedal. Aus diesem Grund wird die Anforderung des Fahrers ausgeführt und ACC ist passiv. Abhängig von der Systemarchitektur kann ACC weiterhin aktive TSC1-Begrenzungsbotschaften an den Motor senden. XBR ist passiv.
4	Halten	ACC sendet aktive Steuerungsbotschaften (TSC1, XBR) aufgrund einer der folgenden Funktionen: <ul style="list-style-type: none"> ■ Objektverlust-Begrenzung <ul style="list-style-type: none"> ▶ Kapitel "3.2.3.4 Objektverlust", Seite 15 ■ Querbeschleunigungsbegrenzung <ul style="list-style-type: none"> ▶ Kapitel "3.3.3.2 Querbeschleunigungsbegrenzung", Seite 16 ■ Funktion "Einfrieren" <ul style="list-style-type: none"> ▶ Kapitel "3.3.3.3 Funktion "Einfrieren"", Seite 17
5	Ende	ACC sendet aktive Steuerungsbotschaften (TSC1, XBR) aufgrund einer der folgenden Funktionen: <ul style="list-style-type: none"> ■ Es gibt kein vorausfahrendes Objekt mehr, welches das Eingreifen vom ACC erforderlich machen würde und die aktuelle Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs liegt unter der Sollgeschwindigkeit des Tempomaten (CC). Das heißt ACC gibt die Kontrolle an den Tempomaten (CC) zurück. ■ ACC wurde abgeschaltet und erhöht/reduziert jetzt vorhandene Drehmoment- oder Verzögerungsanforderungen, um die Kontrolle nahtlos an den Fahrer abzugeben.
6	Fehler	ACC befindet sich im Fehlerzustand und steht deshalb nicht zur Verfügung. Es werden keine oder nur passive Regelungsbotschaften (TSC1, XBR) gesendet.

Tabelle 2

ACC Modi und ihre Bedeutung

Falls der Tempomat (CC, und damit auch ACC) durch andere Ursachen als eine Anforderung durch den Fahrer deaktiviert wird, wird eine Abschaltwarnung ausgegeben.

Beispiele für Aktionen, die nicht vom Fahrer ausgehen: ACC schaltet aufgrund eines Fehlers ab oder CC/ACC schalten aufgrund zu niedriger Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs ab.

Die maximale Abbremsung, die ACC von der Bremsanlage anfordern kann, beträgt $-2,5 \text{ m/s}^2$. Wenn die Verkehrssituation ein stärkeres Abbremsen erforderlich macht, wird der Fahrer vom ACC mit einer so genannten Systemgrenzenwarnung gewarnt, d. h. er muss die Kontrolle übernehmen und auch selbst bremsen. Diese Systemgrenzenwarnung wird über ein Signal in der ACC1-Botschaft übertragen. Um eine Systemgrenzenwarnung abzuleiten, wertet ACC zusätzlich das Signal "ABS (Anti-Blockier System)" und das Signal „Verzögerungsbegrenzung“ aus.

Falls das ABS während der ACC-Regelung eine aktive Regelung durchführt, könnte ACC eine Systemgrenzenwarnung ausgeben, auch wenn die maximale Abbremsung von $-2,5 \text{ m/s}^2$ noch nicht erreicht ist. In diesem Fall wird eine aktive ABS-Regelung so interpretiert, dass eine höhere Verzögerungsanforderung durch ACC aufgrund eines Straßenbelags mit geringem Reibwert möglicherweise nicht ausführbar ist.

Wenn die Bremsanlage die Verzögerungsbegrenzung reduziert (z. B. aufgrund einer Bremstemperaturüberwachung), verwendet ACC diesen reduzierten Pegel, um eine Systemgrenzenwarnung abzuleiten.

Außer für ACC wird die Systemgrenzenwarnung auch für die Funktion DW verwendet. Details zu diesem Thema und die Informationen über die Unterscheidung zwischen einer ACC-Systemgrenzenwarnung und einer DW ▶ Kapitel "3.4 Abstandswarnung (DW)", Seite 18.

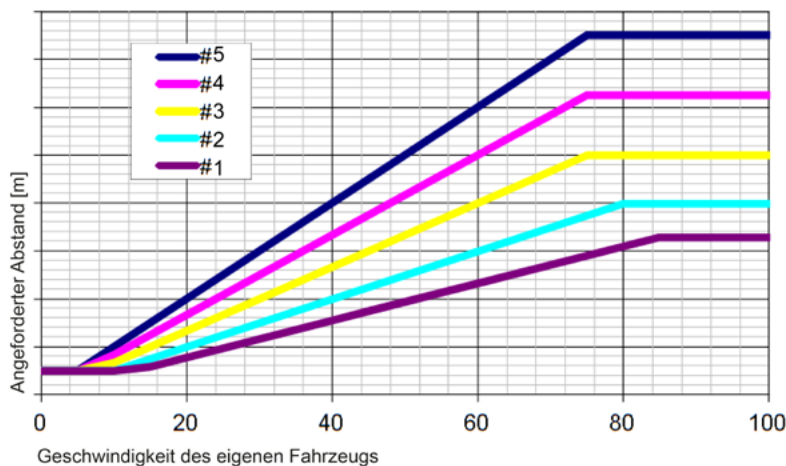
Die ACC-Systemgrenzenwarnung unterscheidet sich auch von einer FCW ▶ Kapitel "3.5 Kollisionswarnung (FCW)", Seite 18.

3.2.3 ACC-Regelungsverhalten

Die ACC-Funktion unterstützt drei verschiedene Hauptregelungsmechanismen, abhängig vom aktuellen Fahrmanöver. Sie unterscheidet zwischen stetiger Folgefahrt, Annäherungsmanöver mit Unterschreitung des Soll-Folgeabstandes an ein langsames Objekt und Entfernen von einem Objekt (z. B. nach einem Annäherungsmanöver oder aufgrund eines Objekts, das in den aktuellen Folgeabstand einschert).

3.2.3.1 Folgefahrt

Basierend auf dem vom Bediener ausgewählten Abstandsmodus (d. h. zeitlicher Abstand zum Vorfahrenden) und der aktuellen Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeuges berechnet ACC einen geforderten Abstand ▶ Tabelle 3 auf Seite 14. ACC berechnet eine Verzögerungsanforderung, indem es den aktuell gemessenen Abstand zu dem vorfahrenden Objekt mit dem angeforderten Abstand vergleicht und dabei die Differenzgeschwindigkeit zum Objekt berücksichtigt. Abhängig vom Fahrzeuggewicht wird diese Verzögerungsanforderung in eine Drehmomentanforderung umgerechnet, die dann für eine Motordrehmomentbegrenzung und die Retarder-Bremsmomentregelung verwendet wird. In der Folgeregelung reagiert ACC sehr weich und wirtschaftlich. Wenn der Abstand zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem Zielobjekt zu klein ist, oder wenn die relative Geschwindigkeit zu hoch ist (d. h. man nähert sich dem Objekt zu schnell an), schaltet ACC in einen anderen Modus und passt seine Regelungsstrategie an.



ABSTANDSMODUS	DEFAULT	MIN.	MAX.
#1 (kürzester)	5 m	5 m	33 m
#2	5 m	5 m	40 m
#3	5 m	5 m	50 m
#4	5 m	5 m	63 m
#5 (längster)	5 m	5 m	75 m

Tabelle 3 ACC-Folgeabstände (abhängig von der Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs)

Um die Kraftstoffeffizienz weiter zu optimieren, beobachtet ACC das Fahrverhalten des vorausfahrenden Fahrzeugs während der Folgefahrt. Wird eine Geschwindigkeitsschwankung des vorausfahrenden Fahrzeugs erkannt, vergrößert ACC den Standardfolgeabstand. Dadurch werden Geschwindigkeitsschwankungen kompensiert, ohne die eigene Geschwindigkeit verändern zu müssen. Falls das vorausfahrende Fahrzeug zu beschleunigen beginnt und sich weiter entfernt, kann diese Funktion einen einmaligen zu großen Folgeabstand verursachen, der später wieder aufgeholt wird.

3.2.3.2 Annäherung

Wenn sich das eigene Fahrzeug einem langsameren Fahrzeug annähert, stellt ACC den angeforderten Folgeabstand sicher (▶ Kapitel "3.2.3.1 Folgefahrt", Seite 13), indem das Motordrehmoment reduziert wird. Wenn das ohne Verwendung von Retarder- oder Radbremsen nicht möglich ist, erkennt ACC das Unterschreiten des Folgeabstandes, welches zwangsläufig nicht dem vom Fahrer angeforderten Folgeabstand entspricht.

Um die Kraftstoffeffizienz zu verbessern und den Belagverschleiß der Radbremsen zu reduzieren, toleriert ACC während eines solchen Annäherungsmanövers für eine kurze Zeit eine Unterschreitung des Folgeabstands. Diese reduzierten Annäherungsabstände und die Zeitlücken können vom Erstausrüster oder bei der Nachrüstung (auch vom Erstausrüster) parametrisiert werden. Im Annäherungsmodus kann ACC den Retarder und auch die Radbremsen verwenden, wenn es immer noch nicht möglich ist, den kürzeren Folgeabstand nur durch Begrenzung des Motordrehmoments zu erreichen.

ABSTANDSMODUS	DEFAULT	MIN.	MAX.
#1	5 m	5 m	27 m
#2	5 m	5 m	29 m
#3	5 m	5 m	31 m
#4	5 m	5 m	34 m
#5	5 m	5 m	38 m

Tabelle 4 ACC-Folgeabstände im Annäherungsmodus

ACC verwendet die Radbremsen so wenig wie möglich, d. h. die Retarder werden zuerst angefordert. Bedingt die Situation jedoch eine schnelle Reaktion (z. B. geringer Abstand und/oder hohe relative Geschwindigkeit), fordert ACC unmittelbar die Aktivierung der Radbremse an ▶ Kapitel "3.2.3.5 Radbremsanforderung", Seite 16.

3.2.3.3 Entfernen

Wenn der im vorigen Kapitel erwähnte reduzierte Folgeabstand erreicht wird, oder wenn der Abstand noch kleiner ist, weil sich das vorausfahrende Objekt verlangsamt oder ein Objekt in die Spur des eigenen Fahrzeugs einschert, schaltet ACC in den Entfernenmodus.

Wenn ein schnelleres Objekt (z. B. ein überholender PKW) in die Spur des eigenen Fahrzeugs einschert, bietet ACC ein spezielles Verhalten an. Wenn der durch das Einscheren erzeugte Abstand sehr gering ist, wäre die Reaktion von ACC normalerweise sehr stark. In der oben genannten Situation ist eine solche drastische Reaktion jedoch nicht erwünscht, weil Überholmanöver die Dynamik des eigenen Fahrzeugs nicht beeinträchtigen sollen. Dies ist weniger kraftstoffeffizient und unkomfortabel. Schert somit ein schnelleres Objekt ein und bleibt schneller, reagiert ACC in den meisten dieser Fälle überhaupt nicht.

Nachdem der Folgeabstand wieder erreicht ist, schaltet ACC zurück von dem Entfernen- in den Folgefahrtmodus.

3.2.3.4 Objektverlust

Aufgrund einer Kurve oder einer Bergkuppe kann der Radar ein relevantes vorausfahrendes Objekt möglicherweise nicht mehr erkennen. In diesem Fall wird ACC nicht sofort passiv, sondern schaltet wegen Objektverlust intern in den Begrenzungsmodus. Da es wahrscheinlich ist, dass das Objekt nach einem kurzen Zeitraum wieder erkannt wird, bleibt ACC für eine parametrierbare Zeitdauer im Begrenzungsmodus aktiv und begrenzt die Beschleunigung des eigenen Fahrzeuges, ohne dabei die Kontrolle an den Tempomat (CC) zurückzugeben.

Wenn das Objekt auf einer geraden Straße verloren geht, wird die Beschleunigungsbegrenzung des ACC auf $+0,4 \text{ m/s}^2$ gesetzt, d. h. ACC begrenzt das Motordrehmoment weiter und damit auch die Beschleunigung des Tempomaten (CC), auch wenn aktuell kein relevantes Objekt vom Radar erkannt wird. Wenn der Objektverlust in einer Kurve auftritt, wird die Beschleunigungsbegrenzung auf $+0,05 \text{ m/s}^2$ gesetzt. Die Zeitspanne für die Verarbeitung eines Objektverlusts bei geraden Straßen beträgt 4 Sekunden, für Kurven 12,5 Sekunden. ACC schaltet sich auch zwischen beiden Zeitdauern ein und begrenzt, wenn das relevante Objekt auf einer Geraden verloren wird, aber das eigene Fahrzeug kurz danach in eine Kurve fährt.

Ist der Begrenzungsmodus wegen Objektverlust aktiv, wird der ACC-Modus als Modus 4 übertragen ("Halten-Modus").

Retarderregelung

ACC unterstützt drei verschiedene Retarder-Typen (ER, EXR und DR) ▶ Kapitel "3.2.1 Allgemeine Beschreibung", Seite 10. Es kann parametrierbar werden, welche Retarder im Fahrzeug installiert sind, d. h. welche Retarder dem ACC zur Verfügung stehen.

ACC kann alle drei Retarder-Typen unabhängig regeln und alle Kombinationen installierter Retarder sind möglich. Um jeden einzelnen Retarder zu regeln, verwendet ACC separate TSC1-Botschaften für jeden Retarder.

In der Parametrierung kann ausgewählt werden, welcher Retarder priorisiert werden soll: ER, EXR oder DR.

Wenn über die Parametrierung der ER als erster zu verwendender Retarder ausgewählt wird, verwendet ACC immer den EXR als zweiten Retarder, falls dieser verfügbar ist. Ist EXR als erster Retarder eingestellt, ist das Verhalten ähnlich, d. h. der ER wird als zweiter verwendet. Wenn das Bremsmoment des ER/EXR überschritten wurde, fordert ACC zusätzlich den DR an, d. h. es fordert das volle Bremsmoment von ER/EXR an und den Rest vom DR.

Wenn der DR als erster zu verwendender Retarder eingestellt ist und das maximal verfügbare Bremsdrehmoment des DR überschritten wurde, fordert ACC das maximale Drehmoment vom ER/EXR

an (in diesem Fall gibt es keine separate Regelung von ER/EXR – selbst wenn beide separat geregelt werden könnten), und die restliche Drehmomentanforderung vom DR.

EX/EXR und DR haben Vor- und Nachteile, die sich auf die Entscheidung auswirken können, welcher davon als erster zu verwendender Retarder eingestellt wird.

Die Reaktion von ER und EXR ist sehr schnell. Andererseits können sie ihr Bremsmoment nur schrittweise regeln. Somit ist es fast immer der Fall, dass das vom ACC angeforderte Bremsdrehmoment von ER/EXR nicht präzise umgesetzt werden kann. Dies führt zu einer Über- oder Unterbremsung, was sich auf den Komfort der Abbremsungsregelung auswirkt.

Die DR ist in der Lage und kann eine stetige Bremsdrehmomentanforderung umsetzen, d. h. die Drehmomentregelung ist sehr viel gleichmäßiger, komfortabler und präziser. Die Reaktionszeit des DR ist jedoch im Vergleich zu ER/EXR sehr viel langsamer.

3.2.3.5 Radbremsanforderung

Während Motor und Retarder über die Bremsmomentanforderung geregelt werden, wird für die Aktivierung der Radbremsen eine XBR-Botschaft mit einer Verzögerungsanforderung gesendet. Die XBR-Botschaft wird nur für die Radbremsanforderungen verwendet. Das heißt, die Dauerbremsintegration der Bremsanlage ist deaktiviert. Eine aktiv gesendete XBR-Botschaft bedeutet nicht unbedingt, dass die Radbremsen die angeforderten Verzögerungswerte der Bremsanlage unmittelbar umsetzen. Basierend auf der tatsächlichen Fahrzeuggeschwindigkeit im Vergleich zu angeforderten Verzögerungen über XBR entscheidet die Bremsanlage, wieviel Druck in die Bremszylinder der Radbremsen eingesteuert wird.

ACC verwendet die Radbremsen, wenn aufgrund der aktuellen Verkehrssituation eine schnelle Reaktion erforderlich ist. Nachdem eine solche Abbremsung angefordert wurde, erhöht ACC das von den Retardern angeforderte Bremsmoment. Ziel ist es, eine Reibbremsung und damit den Verschleiß für die betreffende Bremse so früh und so weit wie möglich durch Dauerbremsen zu ersetzen.

ACC fordert die Radbremsen auch an, wenn das maximal verfügbare Bremsmoment der Retarder erreicht ist und zusätzliche Bremskraft benötigt wird.

Die maximale Abbremsung, die ACC von der Bremsanlage anfordert, beträgt $-2,5 \text{ m/s}^2$. Wenn die Verkehrssituationen eine höhere Verzögerung erforderlich macht, wird der Fahrer vom ACC mit einer Systemgrenzenwarnung gewarnt.

3.3 ACC-Sonderfunktionen

3.3.3.1 Bergabfahrt

Wenn in einer Bergabfahrtsituation die maximal verfügbare Bremsleistung der installierten Dauerbremsen überschritten wurde, d. h. der Folgeabstand zu dem vorausfahrenden Fahrzeug nicht durch die Begrenzung des Motordrehmoments und die Nutzung des Retarders beibehalten werden kann, fordert ACC zusätzlich die Radbremsen an – dies jedoch anders als im Vergleich zu den Radbremsanforderungen im Normalfall. Eine stetige Anforderung der Radbremse beinhaltet das Risiko einer Überhitzung der Radbremsen, was unter allen Umständen vermieden werden muss. Aus diesem Grund fordert ACC die Radbremsen nur in kurzen und starken Intervallen an. Dies simuliert ein fahrerähnliches Verhalten, wie in einer realen Fahrsituation. Während der Anwendung der Radbremse wird der Abstand größer und wenn die Bremse gelöst wird, wird der Abstand wieder kleiner.

ACC beinhaltet keine Geschwindigkeitsregelung im Gefälle (auch als Bremsomat bezeichnet). Diese Funktion ist im Allgemeinen in der Motorregelung oder im Antriebsstrang-Retarder enthalten. ACC behält nur einen Folgeabstand zu einem vorausfahrenden Objekt bei. Das bedeutet, ohne ein relevantes vorausfahrendes Objekt und ohne ein separates DSC könnte das Fahrzeug durch das Gefälle schneller werden, als die Sollgeschwindigkeit für das Fahren in einer Gefällefahrtsituation.

3.3.3.2 Querschleunigungsbegrenzung

ACC bietet eine zusätzliche Komfortfunktion, die als Querschleunigungsbegrenzung bezeichnet wird. Diese Funktion ersetzt nicht die Funktion einer Elektronischen Stabilitätsregelung wie ESC oder RSC.

Wenn die tatsächliche Querbewegung beginnt, den parametrierten Schwellenwert zu überschreiten (der Standardwert beträgt 2 m/s^2), begrenzt ACC das Motordrehmoment, um eine weitere Beschleunigung und damit eine weitere Erhöhung der Querbewegung zu verhindern. Unter besonderen Bedingungen kann die Funktion der Querbewegungsbegrenzung auch die Retarder und/oder die Radbremsen anfordern.

Eine Beispielsituation ist die Fahrt in eine Autobahneinfahrt mit scharfer Kurve, während der Tempomat (CC) beschleunigt und ACC aktiviert ist. Eine Überschreitung der Querbewegungsbegrenzung führt dazu, dass nicht weiter beschleunigt wird.

Die Funktion der Querbewegungsbegrenzung ist immer aktiviert (d. h. ACC überwacht die Querbewegung und greift gegebenenfalls ein), wenn ACC aktiviert ist, auch wenn es kein vorausfahrendes Objekt gibt. Wenn ACC das Motordrehmoment aufgrund der Querbewegungsbegrenzung begrenzt, wird der übertragene ACC-Modus auf 4 gesetzt.

3.3.3.3 Funktion "Einfrieren"

ACC wird normalerweise zusammen mit dem Tempomat (CC) deaktiviert ▶ Kapitel "3.2.1 Allgemeine Beschreibung", Seite 10. Eine Ausnahme ist die Funktion "Einfrieren". Diese Funktion wird aktiviert, wenn der Fahrer zusätzlich zum ACC manuell eine Bremse betätigt, welche bereits über eine aktive Anforderung (an Retarder - oder Radbremsen) in Benutzung ist. Die Funktion stellt sicher, dass der Fahrer eine deutliche Reaktion vom Fahrzeug erhält, wenn er eine Bremse manuell aktiviert. Deshalb friert ACC seine aktuelle Drehmomentanforderung an die Dauerbremse(n) ein und beginnt nur langsam, die Verzögerungsanforderung an die Bremsanlage zurückzugeben. Ein unmittelbarer Abbruch der ACC-Bremsanforderungen (Retarder- und Radbremsen) würde den Fahrer überraschen, weil seine manuelle Betätigung der Bremse geringer als die vorhergehende des ACC sein könnte. Stattdessen sorgt die Funktion "Einfrieren" für eine komfortable und sichere Methode, die Kontrolle über die Bremse an den Fahrer zurückzugeben.

Eine **Beispielsituation für die Funktion "Einfrieren"** ist die Annäherung an eine rote Ampel hinter einem vorausfahrenden Fahrzeug, das zum Stillstand kommt. Das vorausfahrende Fahrzeug bremst, deshalb regelt ACC aktiv die Retarder- und Radbremsen. Der Fahrer drückt das Bremspedal, weil er weiß, dass der Tempomat/ACC unterhalb einer bestimmten minimalen Fahrzeuggeschwindigkeit deaktiviert wird (in der Regel wird dieser Schwellenwert auf Werte zwischen 5 und 30 km/h gesetzt). Das Drücken des Bremspedals deaktiviert sofort den Tempomaten und hätte normalerweise auch ACC entsprechend deaktiviert. Stattdessen bleibt ACC aktiv und friert seine Bremsanforderung für Retarder ein. Die Radbremsanforderung steigt linear mit einem Gradienten von $+0,4 \text{ m/s}^3$ an. Bei einer EBS-Bremsanlage fordert ACC diese Abbremsung darüber hinaus in einem „Additionsmodus“ an, um den subjektiven Eindruck des Fahrers zu verbessern, wenn das Bremspedal gedrückt wird.

Die Funktion "Einfrieren" wird aktiviert, wenn der Fahrer manuell eine der verfügbaren Dauerbremsen bzw. die Radbremse betätigt, während ACC bereits aktiv Retarder- und/oder Radbremsen anfordert.

In der Funktion "Einfrieren" wird der ACC-Modus 4 („Halten-Modus“) übertragen. Die Funktion "Einfrieren" wird verlassen, wenn der Fahrer die manuelle Bremsaktivierung beendet oder wenn das Fahrzeug zum Stillstand kommt.

3.3.3.4 Bremsmodus (BOM)

Neben der im vorigen Kapitel beschriebenen Funktion "Einfrieren" ist der so genannte Bremsmodus ein weiterer spezieller ACC-Modus, wobei ACC aktiv bleibt und seine Abstandsregelung fortsetzt, obwohl der Tempomat (CC) abgeschaltet wurde. Aufgrund des deaktivierten Tempomats kann das Fahrzeug nicht mehr beschleunigt werden, sodass nur die Retarder- und/oder Radbremsen im BOM angewendet werden.

Es gibt zwei Anwendungsfälle mit entsprechenden Aktivierungsbedingungen für den BOM:

- Der Tempomat (CC) wird deaktiviert, weil die aktuelle Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs unter die minimale Geschwindigkeit des Tempomaten fällt. In dieser Situation gewährleistet der BOM eine komfortable und sichere Abstandsregelung zu dem vorausfahrenden Ziel. Eine bereits begonnene ACC-Bremsaktivierung wird nicht abgebrochen, wenn der Tempomat (CC) abgeschaltet wird.
- Der Tempomat (CC) wird aufgrund eines Eingreifens von ESC deaktiviert. Normalerweise wird ACC immer zusammen mit dem Tempomat (CC) deaktiviert. Wenn die Deaktivierung des Tempomaten

(CC) jedoch durch ein ESC-Ereignis verursacht wird, ist eine unmittelbare Deaktivierung vom ACC nicht immer die sicherste Vorgehensweise. Wird während einer aktiven ESC-Regelung das Einbremsen aktiviert, würde eine Deaktivierung der Abstandregelung den Fahrer zumindest überraschen, weil er ohne vorherige Warnung die Kontrolle übernehmen müsste. Aus diesem Grund bleibt ACC aktiv und bremst in dieser Situation weiter. WABCO aktiviert diesen Modus immer aus Sicherheitsgründen, wenn der Tempomat so konfiguriert ist, dass er aufgrund eines ESC-Ereignisses abschaltet.

Im Vergleich zur Funktion "Einfrieren", bei der ACC keine geschlossene Regelschleife mehr ausführt, ist das Verhalten innerhalb des BOM identisch mit der normalen ACC-Abstandregelung, was die Anforderungen von Dauer- und Radbremse betrifft. Der während des BOM übertragene ACC-Modus ist 2 „Abstandsregelung“ (▶ Kapitel Kapitel "3.2.2.2 Signalausgaben vom ACC", Seite 12).

Die Abbruchbedingungen für beide Anwendungsfälle (d. h. Aktivierung aufgrund minimaler Geschwindigkeit des Tempomaten oder ESC-Ereignis) sind identisch.

3.4 Abstandswarnung (DW)

DW ist eine Erweiterung vom ACC und reagiert wie ACC nur auf bewegte und angehaltene Objekte, die auf derselben Spur und in dieselbe Richtung fahren wie das eigene Fahrzeug. Sie reagiert nicht auf stehende oder entgegenkommende Objekte.

Während der manuellen Fahrt, das heißt ACC ist deaktiviert oder der Fahrer übersteuert ACC durch das Fahrpedal, informiert DW den Fahrer, wenn der tatsächliche Folgeabstand unter einen bestimmten Wert fällt, der als sicherer Folgeabstand betrachtet wird. Dieser Schwellenwert wird aus einer Zeitlücke abgeleitet und wirkt nur für vorausfahrende Fahrzeuge, die annähernd dieselbe Geschwindigkeit oder eine niedrigere Geschwindigkeit als das eigene Fahrzeug haben. Aus diesem Grund benachrichtigt DW den Fahrer nicht, wenn ein schnelleres Fahrzeug überholt und in die Spur des eigenen Fahrzeugs einschert, obwohl dieses Objekt näher als der zeitlückenbasierte Abstandswert ist. DW informiert den Fahrer nur, wenn er sich einem Zielfahrzeug nähert und schneller als dieses ist.

Die Benachrichtigung erfolgt mit Hilfe eines Abstandswarnsignals in der ACC1-Botschaft. Da diese Botschaft vom ACC auch für seine Systemgrenzenwarnung (▶ Kapitel "3.2.1 Allgemeine Beschreibung", Seite 10) verwendet wird, muss eine weitere Bedingung berücksichtigt werden, um die Bedeutung dieses Signals zu unterscheiden. Wenn das Abstandswarnsignal den Wert 1 annimmt und der ACC-Modus sich in dem Modus "Aus" oder "Übertreten" bzw. "Fehler" befindet, wird eine Abstandswarnung ausgegeben. In allen anderen Fällen wird eine Systemgrenzenwarnung durch ACC übertragen.

DW wird automatisch aktiviert, wenn das eigene Fahrzeug über einen bestimmten Geschwindigkeitsschwellenwert gelangt. DW beginnt dann mit der Überwachung des Folgeabstands und wird automatisch deaktiviert, wenn die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs unter den Schwellenwert für die Deaktivierungsgeschwindigkeit fällt.

DW ist aktiv, wenn die aktuelle Zeitlücke zwischen dem eigenen Fahrzeug und Objekt unter die Warnschwelle fällt, während das eigene Fahrzeug schneller als das Objekt ist.

DW wird vom Erstausrüster per EEPROM-Parameter aktiviert. Es ist nicht vorgesehen, dass der Fahrer diese Funktion während des Betriebs aktiviert oder deaktiviert. Derzeit können die Schwellenwerte nur von WABCO geändert werden.

3.5 Kollisionswarnung (FCW)

FCW warnt den Fahrer in Situationen einer bevorstehenden Kollision. Dazu erzeugt FCW eine Bewegungsprognose für das eigene Fahrzeug und für vorausfahrende Fahrzeuge. Durch die Berücksichtigung der geschätzten Reaktionszeit des Fahrers und die Prognose seiner Fähigkeit zu bremsen erzeugt das System eine entsprechende FCW, wenn der Fahrer stark bremsen muss, um einen bevorstehenden Aufprall zu verhindern. Im Allgemeinen verwendet FCW dieselben Algorithmen wie die FCW als Bestandteil der vollständigen AEBS-Funktion und fordert damit den Fahrer auf, aktiv einzugreifen und ggf. auch stärker zu bremsen, um einen evtl. bevorstehenden Aufprall zu verhindern.

▶ 3.7 auf Seite 19.

FCW überwacht den vorausfahrenden Verkehr unabhängig davon, ob ACC vom Fahrer aktiviert wurde.

In der Standardeinstellung unterstützt FCW keinen Bremsengriff und keine Motormomentbegrenzung; sie gibt nur eine Kollisionswarnung über die Instrumententafel aus. Die Warnung wird entweder über das Signal "FCW" in der ACC1-Botschaft mitgeteilt oder optional über das Signal "FCW" in der AEBS1-Botschaft.

3.6 Kollisionsminderungssystem (CMS) inkl. Kollisionswarnung (FCW)

CMS veranlasst automatisch eine Teilbremsung von max. $-3,5 \text{ m/s}^2$, die den Zweck hat, die Gesamtaufprallenergie zu reduzieren, wenn das System von einer unvermeidlichen Kollision ausgeht. Der Unfall kann vom CMS nicht verhindert werden.

Für seine Funktionalität erzeugt das CMS eine Bewegungsprognose für das eigene Fahrzeug und vorausfahrende Fahrzeuge. Unter Berücksichtigung der geschätzten Reaktionszeit des Fahrers, eine Notbremsung oder ein Ausweichmanöver durchzuführen, veranlasst das CMS ein automatisches Bremsen, wenn eine Kollision als unvermeidlich durch Brems- oder Lenkaktionen durch den Fahrer bewertet wird. Im Allgemeinen verwendet das CMS dieselben Algorithmen wie die AEBS-Funktion, wird aber anders eingestellt.

CMS reagiert nur auf Objekte, die als bewegt oder angehalten erkannt werden. Es reagiert nicht auf stehende oder entgegenkommende Objekte.

CMS überwacht den vorausfahrenden Verkehr unabhängig davon, ob ACC vom Fahrer aktiviert wurde. Die Möglichkeiten und die Mittel für den Fahrer, das CMS zu übertreten oder zu deaktivieren, sind parametrierbar ▶ Kapitel "3.7.6 Deaktivierungs- und Übertretungsbedingungen", Seite 27. CMS ist immer mit FCW kombiniert. Um die automatische Teilbremsung für die Kollisionsminderung des CMS zu starten, ist eine zuvor aktivierte FCW erforderlich.

CMS unterscheidet sich von einer vollständigen AEBS-Funktion wie folgt:

- kein Eingreifen der Bremse und keine Motorbegrenzung bei stehenden Objekten – nur eine Warnung
- spätere Reaktion in Kurven
- CMS wird nach Überschreiten einer minimalen Geschwindigkeit aktiviert
- CMS verwendet eine höhere Sicherheitsspanne für das Bremskriterium ▶ Kapitel "3.7.2 Situationsbewertung durch AEBS", Seite 20.

3.7 Notbremsassistent (AEBS)

2009 gab die Europäische Union die Allgemeine Sicherheitsverordnung heraus, die ein so genanntes AEBS für LKWs für den Mittel- und Schwerlastverkehr und Reisebusse ab 10/2013 (mit neuer Typengenehmigung) und 10/2015 (Neuzulassung) zwingend vorschreibt.

Gemäß dieser Verordnung ist AEBS ein System, das eine Notsituation automatisch erkennt und die Bremsanlage des Fahrzeugs aktiviert, um das Fahrzeug abzubremsen und eine Kollision zu vermeiden oder abzuschwächen“. Eine technische Definition eines AEBS steht in der Verordnung der Europäischen Kommission zur Verfügung.

Der in OnGuardACTIVE enthaltene AEBS umfasst die in den folgenden Kapiteln beschriebenen Unterfunktionen.

3.7.1 Funktion "FCW"

3.7.1.1 Warnstufen

OnGuardACTIVE unterstützt eine mehrstufige Warnkaskade, sodass der Fahrzeughersteller die Instrumententafel des Fahrzeugs so konfigurieren kann, dass visuelle, akustische oder haptische Warnungen oder Kombinationen davon unterstützt werden. FCW der Funktion "AEBS" kann bis zu drei verschiedene Kollisionswarnstufen unterstützen, die unterschiedlich kritisch sein können. In der Standardeinrichtung verwendet das System nur eine Stufe.

3.7.1.2 Haptische Kollisionswarnung (HCW)

Neben den im vorherigen Kapitel beschriebenen Warnsignal gibt HCW dem Fahrer eine haptische Warnung aus, indem es die Radbremsen für einen kurzen Zeitpunkt aktiviert (d. h. Bremsruck), um die FCW zu verstärken. HCW wird während einer aktiven FCW angewendet, mit unterschiedlichen Parametern für jede Kollisionswarnstufe. Bei der Standardparametrierung beginnt HCW 0,6 s nach der FCW und fordert eine Abbremsung von $-2,5 \text{ m/s}^2$ für 0,5 s an.

3.7.1.3 Bremsen anlegen

Während der aktiven FCW werden von OnGuardACTIVE, mit Hilfe der XBR-Botschaft, die Radbremsen zum Anlegen gebracht. Wenn dies von der Bremsanlage nicht unterstützt wird, müssen zumindest die Bremsleuchten während der Bremsanforderung aktiviert werden, um das funktionale Sicherheitskonzept des Systems zu erfüllen.

Die Begründung zum Anlegen der Radbremsen ist eine Vorbereitung der Bremssättel, indem Anlegedruck verwendet wird, um den Luftspalt zwischen den Bremsbelägen und den Brems scheiben oder -trommeln zu überwinden und beim Start der Notbremsung schneller zu reagieren – unabhängig davon, ob diese vom Fahrer oder vom AEBS veranlasst wurde. Darüber hinaus werden die aktivierten Bremsleuchten von dem Fahrer eines nachfolgenden Fahrzeugs gesehen, der somit auch auf eine Bremsung vorbereitet wird.

Für bewegte oder angehaltene Objekte versucht der AEBS die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs um bis zu 70 km/h zu reduzieren, um einen Unfall zu vermeiden. Für stehende Objekte versucht der AEBS die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs vor dem Aufprall um 20 km/h zu reduzieren, um den Unfall abzuschwächen.

AEBS kann bedingt durch die verschiedenen Einflussfaktoren wie beispielsweise den Reibwert des Straßenbelags eine Unfallvermeidung selbst für bewegliche Objekte nicht garantiert werden ▶ Kapitel "3.7.4 Einschränkungen vom AEBS", Seite 24.

3.7.1.4 Eingeschränkter Notbremsassistent (AEBS)

In einigen Situationen bietet AEBS nur eine eingeschränkte Leistung ▶ Kapitel "3.7.4 Einschränkungen vom AEBS", Seite 24. Aus gesetzlicher Perspektive ist dieser eingeschränkte AEBS keine Notbremsung – stattdessen ist es als Warnung mit Bremsung eingestuft.

3.7.2 Situationsbewertung durch AEBS

Das grundlegende Prinzip des AEBS ist es, die automatische Bremsung nur zu veranlassen, wenn eine kollisionskritische Situation nicht mehr vom Fahrer des LKW entschärft werden kann. Um eine solche Situation zu erkennen, verhalten sich die Funktionen "FCW" und "AEBS" ähnlich und verwenden dieselben Kriterien, zur Prüfung und Einstufung der jeweiligen kritischen Situation – aber mit unterschiedlicher Parametrierung.

Eine Übersicht über die verwendeten Kriterien ist nachfolgend zu finden. Um diese Kriterien zu analysieren, muss AEBS die aktuelle Verkehrssituation für die nahe Zukunft prognostizieren. Diese Prognose erfolgt durch Vorhersagen der Längs- und Querbewegung der erkannten Objekte und des eigenen Fahrzeugs.

- Lenkkriterium: Basierend auf verschiedenen Lenktrajektorien und der prognostizierten Position der vorausfahrenden Objekte entscheidet AEBS, ob es für den Fahrer noch möglich ist, den Aufprall auf das Objekt durch Ausweichmanöver zu vermeiden.
- Bremskriterium: Das Bremskriterium berechnet die Längsbeschleunigung des eigenen Fahrzeugs, die vom Fahrer ausgeführt werden muss, um einen bevorstehenden Zusammenstoß mit dem vorausfahrenden Objekt unter Berücksichtigung seiner Reaktionszeit zu vermeiden. Basierend auf dem Ergebnis entscheidet AEBS, ob es für den Fahrer noch möglich ist, einen Aufprall durch Bremsen zu vermeiden.

Die für diese Prognosen verwendete Reaktionszeit des Fahrers wird von den Fahrerreaktion beeinflusst. Wenn er das Bremspedal bereits drückt, geht AEBS davon aus, dass er die Verkehrssituation kennt und bereits darauf reagiert. Um falsche Warnungen oder Bremsengriffe in dieser Situation zu vermeiden, wird eine kürzere Fahrerreaktionszeit verwendet, die die partiellen Zeiten für die Augenbewegung oder die Fußbewegung auf das Bremspedal nicht mehr mit einbezieht.

AEBS beendet seine Bremsaktivierung unter den folgenden Bedingungen:

- das eigene Fahrzeug hat den Stillstand erreicht
- das Bremskriterium bewertet die Situation nicht mehr als kritisch und das vorausfahrende Objekt hat dieselbe Geschwindigkeit oder ist schneller
- das Objekt ist nicht mehr relevant, weil es sich aus der Bewegungsrichtung des eigenen Fahrzeugs entfernt hat – z. B. aufgrund der Lenkung des Objekts oder aufgrund eines Ausweichmanövers des eigenen Fahrzeugs

Wenn das Objekt auf nicht nachvollziehbare Weise verschwindet, beendet AEBS das Bremsen nicht sofort, sondern setzt seine Abbremsanforderung für zusätzliche 2 Sekunden fort ▶ Kapitel "3.7.3.2 Normale Reaktion bei stehenden Objekten", Seite 22.

3.7.3 Warn- und Bremskaskade

Dieses Kapitel zeigt die Abfolge, in der FCW, HCW und AEBS ihre Warn- und Bremsaktivitäten ausführen.

Die typische Standardabfolge (z. B. während der Freigabe) einer vollständigen Reaktion des AEBS sieht wie folgt aus:

- Start der FCW mit Bremsen anlegen
- 0,6 s nach dem Start der FCW wird HCW mit einer Dauer von 0,5 s ausgeführt
- anschließend ist die FCW während einer kurzen Bremspause von ca. 0,5 s aktiv.
- schließlich folgt die Aktivierung einer automatischen Notbremsung

3.7.3.1 Normale Reaktion bei bewegten oder anhaltenden Objekten

Abbildung 1 zeigt beispielhaft die Warn- und Bremskaskade für ein bewegtes oder anhaltendes Objekt. Dies ist die optimale Warnkaskade, die zur Vermeidung einer Kollision führt. Die Notbremsung wird beendet, sobald kein Unfallrisiko mehr vorliegt – unabhängig von der Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs zu diesem Zeitpunkt. Nach der Notbremsung ist die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs höher oder niedriger als die Aktivierungsgeschwindigkeit des AEBS – siehe Abschnitt "Geschwindigkeitsbereich vom AEBS" auf Seite 27 – welches auch abhängig von der Geschwindigkeit des Objekts ist. Eine aktive Notbremsung wird nicht beendet, auch wenn die eigene Geschwindigkeit unter die Aktivierungsgeschwindigkeit des AEBS fällt.

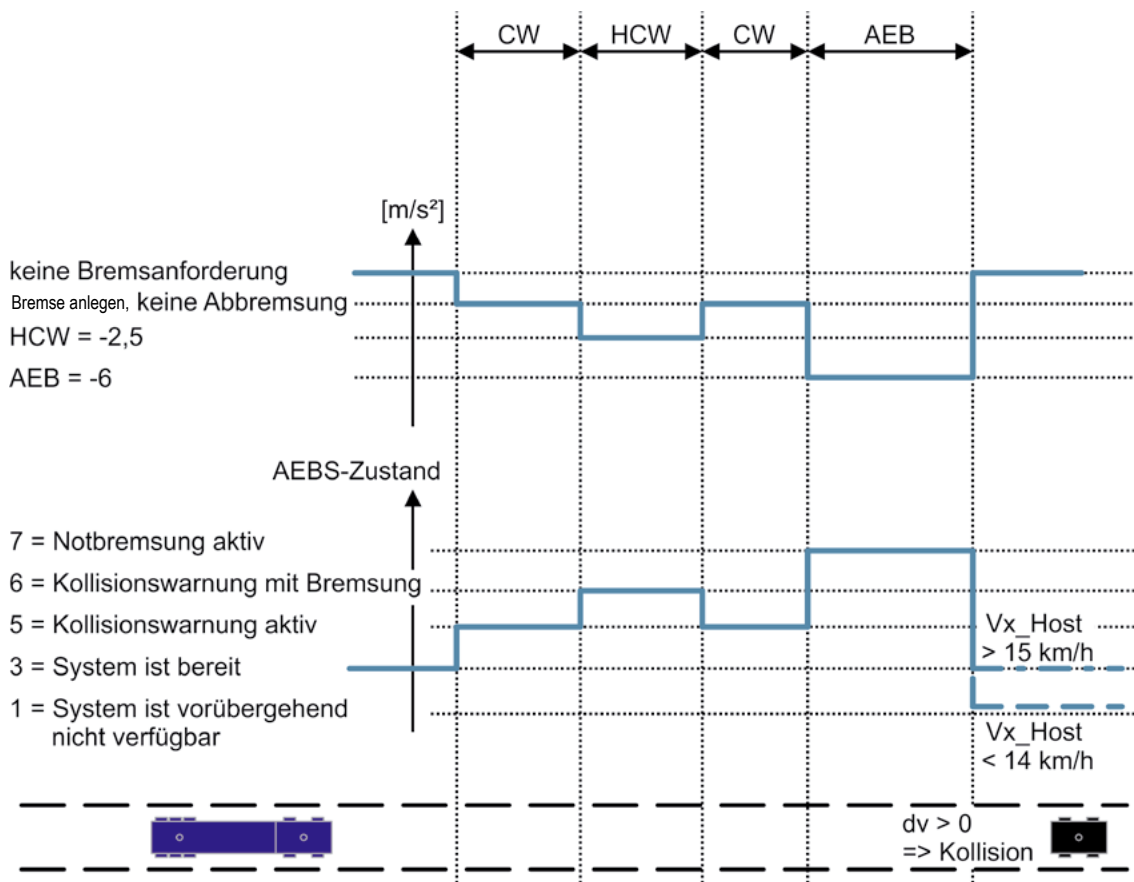


Abbildung 1 Bsp. für eine Warn- und Bremskaskade für bewegte/angehaltene Objekte

3.7.3.2 Normale Reaktion bei stehenden Objekten

Die normale Warnkaskade für stehende Objekte ist ähnlich der in Abbildung 2 gezeigten. Im Gegensatz zur Situation bei bewegten/anhaltenden Objekten wird während der Notbremsung und im Verhalten nach dem Ereignis weniger Verzögerung angefordert – hierbei wird ein Unfall erwartet. Abbildung 2 zeigt beispielhaft die betreffende Abfolge für stehende Objekte.

Nach dem Ereignis sind drei verschiedene Verhalten möglich, die anschließend beschrieben sind (sie können anhand der nachfolgend angegebenen Nummern auch in Abbildung 2 identifiziert werden).

1. Während der Notbremsung wird der Sensor beschädigt und die Kommunikation zur Bremsanlage geht verloren. Falls von der installierten Bremsanlage unterstützt, wird das "Bremsen während des Unfalls" aktiv gehalten und die letzte Notbremsung für eine einstellbare Zeit fortgesetzt.
2. Der Sensor ist nicht beschädigt und das Objekt ist auf nicht nachvollziehbare Weise verloren gegangen

In diesem Fall wird die Notbremsung für einen kurzen Moment fortgesetzt (in der Regel 2 s).

3. Der Sensor ist nicht beschädigt und das Objekt ist auf nachvollziehbare Weise verloren gegangen (z. B. wenn davon wegelenkt wurde). Die automatische Bremsung wird beendet und AEBS steht vorübergehend nicht zur Verfügung.

Normalerweise führt eine Notbremsung bei stehenden Objekten schließlich zu einem Unfall. Nach einem solchen Unfall schaltet sich das System mit der aktiv ausgeführten Notbremsung selbstständig für folgende 20s ab, weil es annimmt, dass es in seiner Bremsentscheidung fehlgeleitet wurde und daher versucht, eine ggf. weitere Fehl-Bremsung unmittelbar nach der Ersten zu vermeiden.

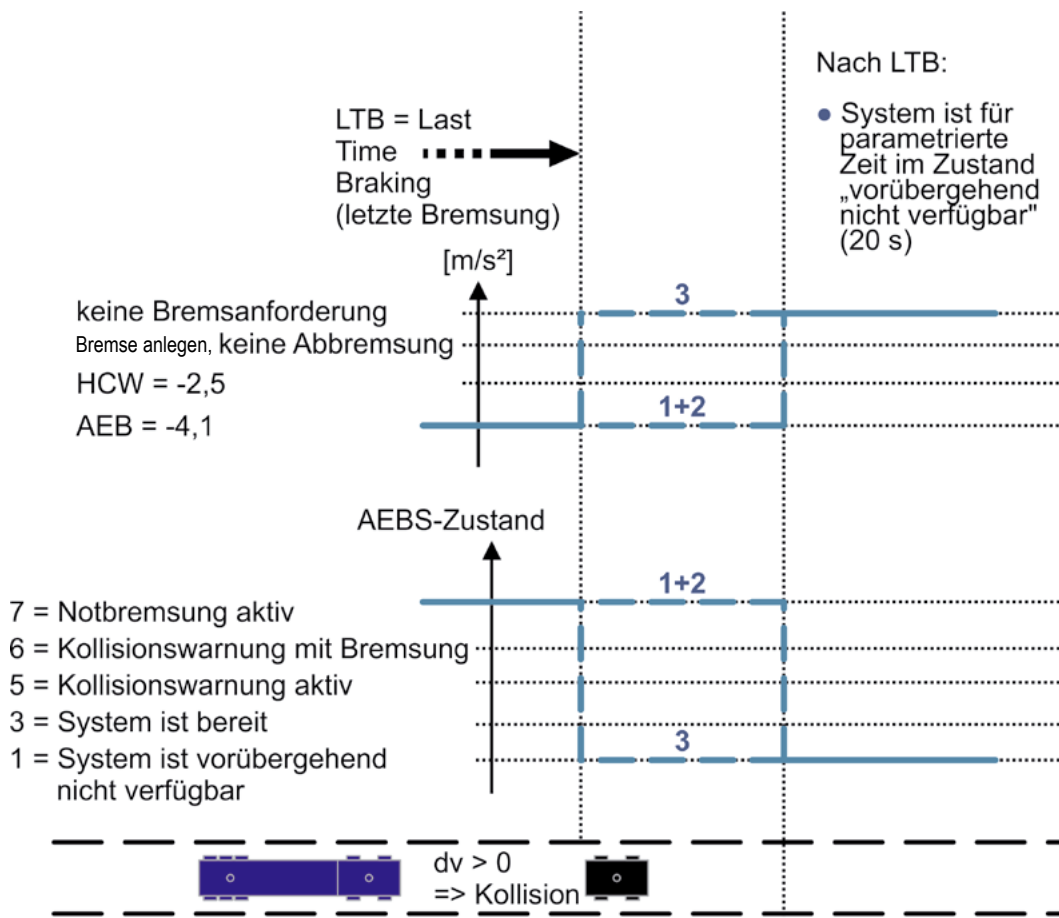


Abbildung 2 Bsp. für eine Warn- und Bremskaskade für stehende Objekte

3.7.3.3 Reaktion auf Objekte, die in die Spur des eigenen Fahrzeugs einscheren

Die Abfolge der Notbremsung kann sich unterscheiden, wenn die FCW nicht früh genug starten kann. Diese Situation könnte auftreten, wenn die Kriterien für die Ausgabe der Warnung zu spät erfüllt sind – z. B. wenn ein Objekt in die Fahrspur des eigenen Fahrzeugs mit sehr geringem Abstand einschert. Abbildung 3 zeigt beispielhaft eine solche Einschersituation mit geringem Abstand. Die Folge ist, dass die Warnung zu spät ausgegeben wird, weil das Objekt für die Warnung nicht relevant war, bevor es sein Einschermanöver ausgeführt hat. Nach der Ausgabe der FCW ist die Situation so kritisch, dass AEBS kurz nach der FCW mit der Aktivierung der Bremsen beginnt. Die HCW wird übersprungen, aber AEBS wird in seiner Abbremsung begrenzt, solange die minimale Warnzeit (1,4 Sekunden) noch nicht erreicht wurde. Nachdem die minimale Vorwarnzeit abgelaufen ist, fordert AEBS seine volle Bremsleistung an. In dieser Situation ist eine Kollisionsvermeidung nicht möglich aufgrund der begrenzten Notbremsung zu Beginn des Ereignisses.

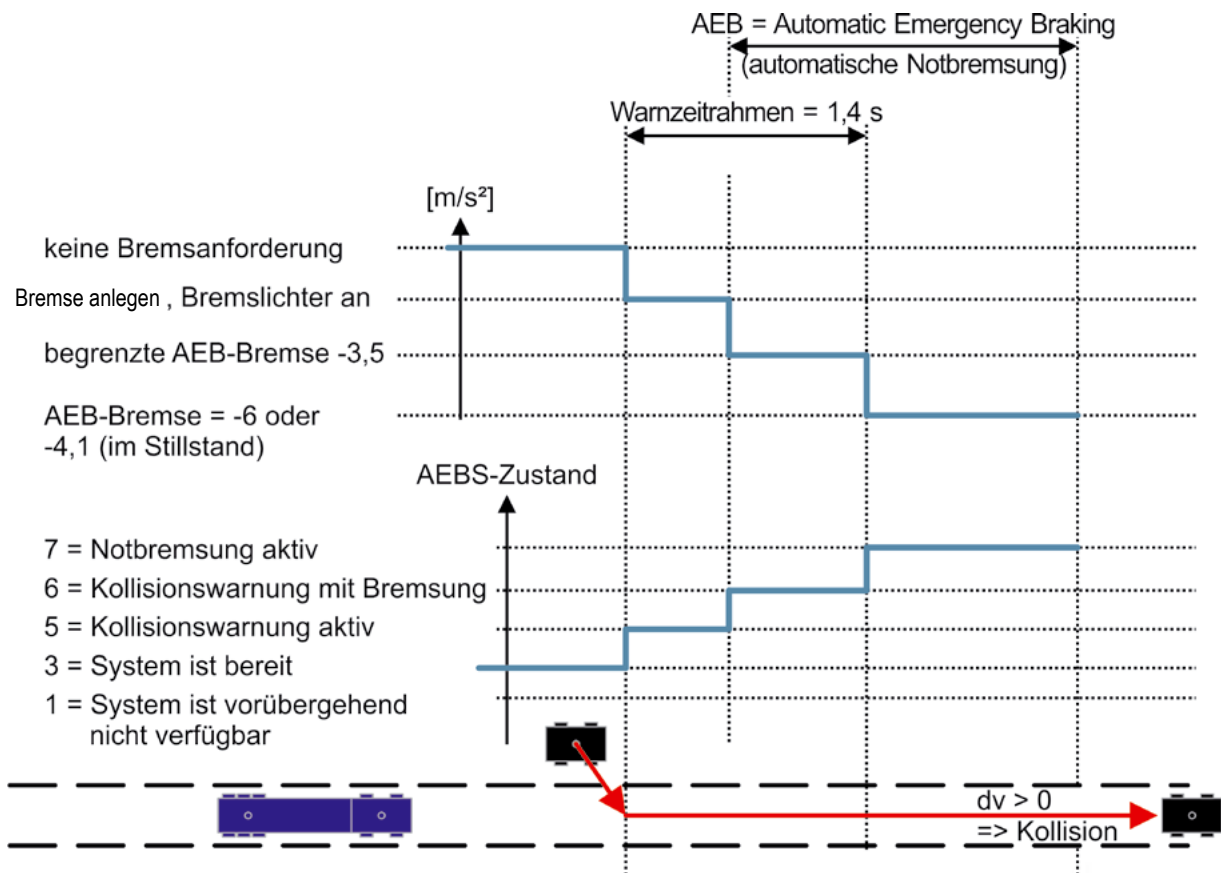


Abbildung 3

Bsp. für begrenzten AEBS aufgrund des Einschlerens des vorausfahrenden Fahrzeugs mit geringem Abstand

3.7.4 Einschränkungen vom AEBS

Die folgenden Unterkapitel zeigen verschiedene Einschränkungen des AEBS, die zu einer unerwarteten Reaktion und einer verminderten Systemleistung führen können.

3.7.4.1 Falsche und unerwünschte Warnungen

In der FCW gibt es konfliktverursachende Zielsetzungen. Eine Zielsetzung ist es, in kritischen Situationen sehr früh zu reagieren, sodass es selbst für einen abgelenkten Fahrer möglich ist, eine kritische Situation selbst zu entschärfen. Andererseits sollten unnötige oder falsche Warnungen so weit wie möglich vermieden werden.

Eine unnötige Warnung ist nicht das Ergebnis einer falschen Objekterkennung. Stattdessen tritt sie in einer Situation auf, in der der Fahrer sich der Situation bewusst ist, seine Reaktion für die Auflösung der Situation bereits geplant hat und gerade seine Gegenmaßnahmen veranlasst. Im Gegensatz dazu muss die FCW die Reaktionszeit des Fahrers berücksichtigen und kennt die aktuelle Absicht des Fahrers nicht. Die Warnung tritt also kurz vor Ausführung der Reaktion des Fahrers auf und wird damit vom Fahrer als unnötige Warnung eingeordnet. Unnötige Warnungen sind, wie oben beschrieben, damit kein Systemfehler, sondern werden durch die zueinander im Konflikt stehenden Zielsetzungen verursacht. Nichtsdestotrotz ist unter normalen Bedingungen eine „aggressive“ Fahrweise nötig, um solche Warnungen zu erzeugen.

Unnötige Warnungen können auch auftreten, wenn das vorausfahrende Objekt seinen Bewegungsstatus plötzlich ändert. Da die Algorithmen des AEBS die Bewegung des vorausfahrenden Objekts prognostizieren müssen und sie keine weiteren Informationen über die Absicht des Fahrers haben, gehen sie davon aus, dass der aktuelle dynamische Status des Objekts (z. B. Beschleunigung oder Quergeschwindigkeit) konstant ist. Jede plötzliche Änderung im dynamischen Status des Objekts, würde eine kritische Situation auslösen, welches bereits vom Fahrer des eigenen Fahrzeugs erkannt wurde, dies könnte ebenfalls vom Fahrer zu einer als unnötig wahrgenommenen Warnung führen.

Eine Beispielsituation für ein solches Verhalten liegt vor, wenn das vorausfahrende Objekt abbremst oder mit niedrigerer Geschwindigkeit fährt und die Fahrtrichtungsanzeiger aktiviert sind. Der Fahrer des eigenen Fahrzeugs reagiert nicht, weil er davon ausgeht, dass das Ziel die Straße verlassen will. Weil es aber noch keine oder nur eine geringe Querbewegung des Objekts gibt, wertet das System die Situation als kollisionskritisch und veranlasst eine entsprechende Warnung. Nichtsdestotrotz muss die Annahme vom Fahrer des eigenen Fahrzeugs in dieser Situation nicht richtig sein – z. B. wenn das Objekt unerwartet nicht abbiegt oder vollständig anhält, weil die andere Straße durch einen Fußgänger blockiert ist.

Neben unnötigen Warnungen können auch falsche Warnungen auftreten. Falsche Warnungen werden durch eine falsche Messung oder Klassifizierung erkannter Objekte verursacht. Solche Einschränkungen sind bei einzelnen Radarsensoren momentan der neueste Stand.

3.7.4.2 Allgemeine Einschränkung der Algorithmen

AEBS muss reagieren, bevor der Unfall stattfindet. Aus diesem Grund muss AEBS die aktuelle Verkehrssituation beobachten. Die Prognose erfolgt durch Auswertung der Längs- und Querbewegung der erkannten Objekte und des eigenen Fahrzeugs. Da es keine weiteren Informationen über die Absicht des Fahrers der vorausfahrenden Fahrzeuge gibt, wirkt sich jede plötzliche Änderung ihrer Bewegung während der Prognosedauer auf die Leistung des AEBS aus. In diesen Situationen ist eine verzögerte Systemreaktion möglich, weil das System eine bevorstehende Kollision möglicherweise zu spät erkennt. Damit könnte die Kollision nicht mehr vermieden werden.

Eine Systemreaktion kann auch verzögert werden, wenn das System feststellt, dass eine bevorstehende Kollision auch bei einem Ausweichmanöver durch den Fahrer unvermeidlich ist. Dieses Verhalten tritt in der Regel auf, wenn das vorausfahrende Objekt sich nur teilweise mit der Spur des eigenen Fahrzeugs überschneidet, oder wenn das Objekt Tendenzen aufweist, die eigene Spur zu verlassen. Auch in Situationen mit hoher Geschwindigkeit kann ein Unfall möglicherweise nicht durch das System verhindert werden, weil der Fahrer sehr viel länger in der Lage ist, einem Objekt auszuweichen, während er mit Bremsen beginnen müsste, um einen Unfall zu vermeiden.

3.7.4.3 Einschränkungen aufgrund der Umgebung

AEBS nimmt für seine Berechnungen immer beste Bremsbedingungen an (Fahrbahn mit hohem Reibwert). In der Standardeinstellung erwartet das System, dass eine Abbremsung von mindestens $-5,5 \text{ m/s}^2$ möglich ist. Wenn diese Abbremsung vom Fahrzeug aufgrund von Wetterbedingungen oder des Straßenbelags nicht erreicht werden kann, ist eine Kollisionsvermeidung durch AEBS nicht möglich.

3.7.4.4 Einschränkung aufgrund der Erkennungsleistung des Sensors

Das System verwendet einen Radarsensor für die Objekterkennung. Die aktuellen Radarsensoren sind insbesondere im Hinblick auf die Messgenauigkeit von seitlicher Querbeschleunigung und Geschwindigkeiten von Objekten eingeschränkt. Aus diesem Grund verwendet das System Toleranzen, um falsche Warnungen und Abbremsungen zu vermeiden. Diese Toleranzen könnten zu einer Situation führen, in der ein Unfall auftreten kann, ohne dass das System zuvor reagiert hat. Von diesem Problem sind hauptsächlich stehende Objekte betroffen.

In städtischen Umgebungen werden zahlreiche Objekte am Straßenrand als stehend erkannt (z. B. geparkte Autos seitlich an einer Kurve oder Verkehrsschilder auf einer Verkehrsinsel), und der Fahrer des eigenen Fahrzeugs muss in der Nähe dieser Ziele sehr viele Lenkmanöver durchführen. Um dies zu kompensieren, verwendet AEBS

- eine Vermeidungsbahn für stehende Objekte mit anderen Parametern bei niedrigen Geschwindigkeiten, was zu späteren Reaktionen führt.
- eine Vermeidungsbahn für stehende Objekte mit anderen Parametern beim Fahren in Kurven, was zu späteren Reaktionen führt.

Darüber hinaus gibt es für alle Objekttypen die folgenden Einschränkungen:

- Um eine Bremsaktivierung zu veranlassen, muss der Mittelpunkt des Objekts in der Spur des eigenen Fahrzeugs erkannt werden. Es erfolgt keine Systemreaktion für dieses Objekt, wenn dies nicht erfüllt ist.

- In engen Kurven ($R < 300 \text{ m}$) muss sich das Objekt fast in der Mitte der Spur des eigenen Fahrzeugs befinden, da die Erkennungsleistung des Sensors in solchen Kurven eingeschränkt ist.

3.7.4.5 Weitere Sicherheitseinschränkungen des Systems

Die Risiko- und Gefahrenanalyse für dieses System bewertet einen Unfall des dem eigenen Fahrzeug folgenden Verkehrs, der durch eine Notbremsung verursacht wurde, als kritisch. Darüber hinaus wird auch das Risiko, das eigene Fahrzeug durch eine Notbremsung zu destabilisieren, als kritisch bewertet.

Um diese Risiken so gering wie möglich zu halten, werden unterschiedliche Sicherheitsfunktionen verwendet, um die geforderte Beschleunigung auf einen sicheren Wert zu reduzieren. Standardmäßig ist die angeforderte Abbremsung auf $-3,5 \text{ m/s}^2$ begrenzt, wenn eine der folgenden Funktionen aktiv wird.

3.7.4.6 Einschränkung, die Vorwarnzeit zu gewährleisten

Um sicherzustellen, dass der nachfolgende Verkehr genügend Zeit zur Reaktion auf eine Notbremsung des eigenen Fahrzeugs hat, werden die Bremslichter, kurz bevor AEBS eine unbegrenzte Notbremsung veranlasst, aktiviert. Standardmäßig wird diese Dauer auf $1,4 \text{ s}$ eingestellt. Solange diese Zeit nicht abgelaufen ist, wird die angeforderte Abbremsung auf $-3,5 \text{ m/s}^2$ begrenzt. Die Warnzeit wird ab dem Starten der FCW gezählt.

3.7.4.7 Einschränkung aufgrund hoher Querbearbeitung

Beim Fahren in Kurven mit hoher Querbearbeitung werden die Bremsanforderungen des AEBS eingeschränkt. Basierend auf der Querbearbeitung wird die Bremsanforderung so eingeschränkt, dass die resultierende Abbremsung unter einem kritischen Pegel liegt.

3.7.4.8 Einschränkung aufgrund Fahrt in einem Tunnel

Wenn AEBS erkennt, dass die Fahrt in einem Tunnel stattfindet, schränkt es die maximale Abbremsung auf $-3,5 \text{ m/s}^2$ ein, weil die Radarerkennung durch die Tunnelwandreflexionen beeinträchtigt werden könnte, was zu einem höheren Risiko falscher Erkennungen führt.

3.7.4.9 Einschränkung aufgrund aktiver Ereignisse der Fahrzeugstabilitätssystem

Die Bremsanforderungen des AEBS werden auf $-3,5 \text{ m/s}^2$ eingeschränkt, wenn die Funktionen des Fahrzeugstabilitätssystems aktiv waren, bevor die FCW aktiviert wurde.

Es kann erwartet werden, dass die Dynamik des eigenen Fahrzeugs bereits beeinträchtigt ist, wenn eine dieser Funktionen des Fahrzeugstabilitätssystems aktiv eingreift. Dies könnte dazu führen, dass Signale wie die eigene Geschwindigkeit falsch sind, nämlich aufgrund von übermäßigem Schlupf oder vergleichbaren Effekten.

3.7.4.10 AEBS – eingeschränkter Sensibilitätsmodus

AEBS befindet sich nach der Zündung in einem Betriebsmodus mit eingeschränkter Sensibilität, was grundsätzlich bedeutet, dass konservativere Parameter verwendet werden müssen, als im Normalbetrieb. Dieser Modus ist für die funktionale Sicherheit des Systems erforderlich, weil nach der Inbetriebnahme verschiedene Plausibilitätsprüfungen für den Sensor durchgeführt werden, die eine bestimmte Zeit dauern, bevor ein Ergebnis abzuleiten ist. Der eingeschränkte Sensibilitätsmodus ist aktiv:

- mindestens während der ersten 10 km
- wenn die Differenz der Ausrichtungswinkel im Betrieb zu groß ist
- wenn die Plausibilitätsprüfung für die Gierrate noch kein erfolgreiches Ergebnis zurückgemeldet hat

Wenn sich AEBS im Modus mit eingeschränkter Sensibilität befindet, wird nur eine eingeschränkte Notbremsung ausgeführt. Die vollständige Leistung des AEBS ist erst dann verfügbar, wenn alle nachfolgend aufgelisteten Bedingungen erfüllt sind:

- gerade Straßen ($|\text{Kurvenradius}| > 1000 \text{ m}$)

- kein Stadtverkehr und keine Fahrten mit hoher Geschwindigkeit (die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs liegt im Bereich zwischen 60 und 90 km/h)
- AEBS-relevante Objekte haben keine erkennbare relative Quergeschwindigkeit

Falls diese Bedingungen nicht erfüllt sind, fordert AEBS nur eine reduzierte Abbremsung von $-3,5 \text{ m/s}^2$ an. Die Bedingungen für eine eingeschränkte Abbremsung im Notfall werden beim Start der FCW überprüft – es gibt keine Anpassung der Abbremsung in der Warnkaskade.

3.7.4.11 Geschwindigkeitsbereich vom AEBS

AEBS ist für einen Geschwindigkeitsbereich von 15 - 125km/h spezifiziert. Es deaktiviert sich selbst bei niedrigerer und höherer Geschwindigkeit, wie nachfolgend beschrieben.

- AEBS wird auf „vorübergehend nicht verfügbar“ geschaltet, wenn die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs 125 km/h überschreitet
- AEBS aktiviert sich selbst wieder, wenn die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs unter 124 km/h fällt
- AEBS wird auf „vorübergehend nicht verfügbar“ geschaltet, wenn die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs unter 14 km/h fällt
- AEBS aktiviert sich selbst wieder, wenn die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs über 15 km/h ansteigt

Wenn sich AEBS im Status „vorübergehend nicht verfügbar“ befindet, wird keine Warnung ausgegeben und es erfolgt keine Notbremsung. Während einer aktiven FCW oder eines AEBS-Ereignisses wird die Geschwindigkeit erst überprüft, wenn beide Funktionen wieder passiv geworden sind. Wenn bei einer eigenen Geschwindigkeit, die höher als die Deaktivierungsgeschwindigkeit ist, nur die FCW aktiv war, wird auch AEBS aktiviert, wenn die FCW nicht zuvor passiv geworden ist.

3.7.5 Ereigniszähler des AEBS

Der Ereigniszähler des AEBS zählt die Notbremsereignisse, die vom AEBS veranlasst wurden. Wenn dieser Zähler einen vordefinierten Schwellenwert überschreitet (aktuell 3 Ereignisse), geht das System in einen Fehlerstatus über, weil diese Anzahl höher ist, als über die Lebensdauer des Fahrzeugs zu erwarten ist. Dies ist erforderlich, weil eine so hohe Rate an Notbremsungen darauf hinweist, dass unerkannte Fehler des AEBS vorliegen. Der Ereigniszähler des AEBS verfügt über einen Selbstheilungsprozess abhängig von der gefahrenen Strecke des Fahrzeugs. Falls der Zähler sein Maximum noch nicht überschritten hat und eine vordefinierte maximale Strecke gefahren wurde, ohne dass der Zähler angestiegen ist, wird er zurückgesetzt.

3.7.6 Deaktivierungs- und Übertretungsbedingungen

Die folgenden Unterkapitel beschreiben die Deaktivierungs- und Übertretungsbedingungen, die vom Fahrer verwendet werden können, um Ereignisse der FCW und des AEBS abzubrechen.

3.7.6.1 Bedingungen für das Übertreten durch den Fahrer

AEBS unterstützt verschiedene Kriterien für das Übertreten durch den Fahrer, die für die FCW und die Notbremsung separat eingerichtet werden. Eine solche Übertretung ist nur vorgesehen, um das aktuelle Ereignis des AEBS zu unterdrücken, und wird nur innerhalb eines kurzen Zeitfensters erkannt, um sicherzustellen, dass sie wirklich für die aktuelle Fahrsituation vorgesehen ist („klare positive Fahreraktion“). Beispielsweise wird ein für 100 s stetig aktives Abbiegesignal ein Ereignis vom EBA nicht mehr übertreten.

Eine Übertretung durch den Fahrer kann durch die folgenden Kriterien ausgelöst werden:

- Fahrpedalposition: Diese Übertretungsbedingung wird ausgelöst, wenn die Pedalposition einen vordefinierten Schwellenwert von 80 % überschreitet und die Geschwindigkeit der Betätigung einen vordefinierten Schwellenwert von 100 % pro Sekunde überschreitet.
- Durchtreten des Fahrpedals: Diese Übertretungsbedingung wird ausgelöst, wenn das Kickdownschalter-Signal aktiv wird.

- Warnblinkerschalter: Diese Übertretungsbedingung wird ausgelöst, wenn der Fahrer die Warnblinkanlage aktiviert.
- Fahrtrichtungsanzeigerschalter (=> Blinkerschalter): Diese Übertretungsbedingung wird ausgelöst, wenn der linke oder rechte Blinker vom Fahrer aktiviert wurde. Wenn das Signal mehr als 5 s aktiv ist, wird es vom AEBS ignoriert.

Das Übertreten ist immer mit einem spezifischen Warn- oder Bremsereignis des AEBS verknüpft. Wenn eine FCW oder AEBS übertreten wurde, wird sie nicht wieder aktiv, bis die Situation, die sie ausgelöst hat, wieder unkritisch geworden ist (d. h. das Abbruchkriterium für die FCW und AEBS ist erfüllt), unabhängig davon, ob die Übertretung noch aktiv ist.

3.7.7 Ausgabesignale des Notbremsassistenten (AEBS)

3.7.7.1 AEBS1-Botschaft

AEBS stellt seinen aktuellen Status und die Warnstufe mit Hilfe der AEBS1-Botschaft bereit. Die folgenden Unterkapitel beschreiben die enthaltenen Signale detailliert.

3.7.7.2 Mitteilung von Warn- oder Bremsstatus

In der AEBS1-Botschaft gibt es zwei Signale, die die Hauptschnittstelle zur Instrumententafel des Fahrzeugs sind. Das wichtigste Signal ist der Status des AEBS.

Die "FCW" Funktion kann aktiv unterstützt werden, selbst wenn die AEBS sich im Fehlerzustand befindet, welche keine Auswirkungen auf die "FCW" Funktion hat. Während AEBS manuell vom Fahrer abgeschaltet ist oder übersteuert wurde bleibt die "FCW" Funktion aktiv und stellt je nach Bedarf die Warnsignale bereit.

3.7.7.3 Externe Bremsanforderung

Alle Verzögerungsanforderungen der Funktionen "HCW", "AEBS" oder "EBA" werden der Bremsanlage mit Hilfe der XBR-Botschaft übermittelt. Solche Anforderungen erfolgen mit der höchsten Priorität im so genannten Maximalmodus, sodass der Fahrer manuell eine weitere Abbremsung anfordern kann, wenn dies physikalisch möglich ist. Die Bremsanlage, die zur Anwendung kommen soll, muss von WABCO für den Einsatz in Kombination mit OnGuardACTIVE freigegeben werden, weil sie entsprechende Anforderungen erfüllen muss.

3.8 Erweiterter Bremsassistent (EBA)

EBA unterstützt den Fahrer, indem sie bei einer kollisionskritischen Situation die manuelle Bremsanforderung verstärkt, um einen bevorstehenden Unfall zu verhindern. Im Falle einer aktiven FCW sendet EBA eine Anforderung an die Bremsanlage. Dies ist für die benötigte Abbremsung erforderlich, um einen Unfall zu verhindern, wenn der Fahrer zuvor das Bremspedal leicht betätigt hat. Diese Abbremsanforderung ist kein konstanter Wert, wie von den Funktionen "AEBS" oder "HCW" angefordert, sondern wird ständig an die aktuelle Situation angepasst. EBA reagiert auf bewegte, angehaltene und stehende Objekte. Es reagiert nicht auf entgegenkommende Objekte.

EBA wird nicht aktiv, wenn es keine aktive FCW gibt, wenn der Fahrer das Bremspedal drückt. Nachdem EBA aktiviert wurde, ist der Status der FCW nicht mehr relevant. Der Fahrer wird solange unterstützt bis das eigene Fahrzeug zum Stillstand gekommen ist oder der Fahrer das Bremspedal löst. Wenn das Objekt während eines aktiven Ereignisses EBA verloren geht, wird seine letzte Verzögerungsanforderung beibehalten, solange EBA aktiv ist.

3.8.1 Sicherheitseinschränkung des EBA

Aus funktionalen Sicherheitsgründen ist die max. Stufe der Verzögerungsanforderung vom EBA mit der aktuellen Bremspedalposition verknüpft, um zu starke Abbremsungen zu vermeiden, wenn das Bremspedal nur berührt wird. Resultierende Einschränkung ▶ Abbildung 4 auf Seite 29. Wenn die Position des Bremspedals niedriger als 10 % ist fordert EBA keine Abbremsung an. Bei 30 %

oder mehr ist eine maximal zulässige Anforderung vom EBA von -6 m/s^2 möglich. Unabhängig von dieser Einschränkung fordert EBA immer nur die Abbremsung an, die erforderlich ist, um einen bevorstehenden Unfall zu vermeiden.

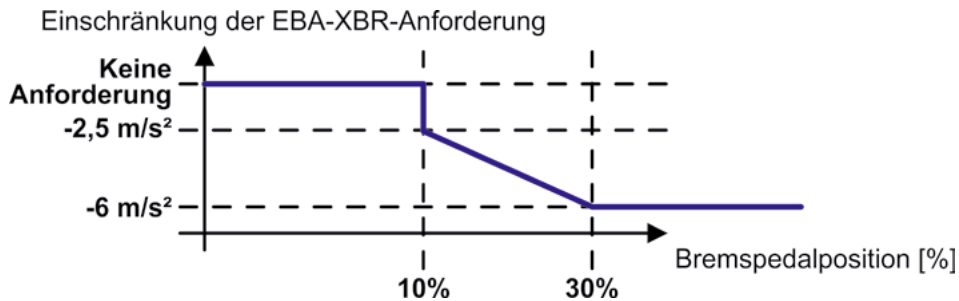


Abbildung 4 Einschränkung der Anforderung vom EBA

3.9 Funktionen für die Plausibilitätsprüfung

Der Radarsensor benötigt die aktuelle Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs sowie Informationen über die aktuelle Gierrate für seinen Betrieb. Die Quelle für das Signal der Fahrzeuggeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit der frei rollenden Vorderachse, die die Bremsanlage bereitstellt. Das Gierratensignal wird vom internen Gierratensensor von OnGuardACTIVE bereitgestellt. Diese Signale werden einzeln und stetig überprüft und überwacht.

Eine korrekte Fahrzeuggeschwindigkeit ist für OnGuardACTIVE zwingend erforderlich, weil die Einordnung, ob sich ein Objekt bewegt oder steht, hauptsächlich von der Präzision der bereitgestellten Fahrzeuggeschwindigkeit abhängig ist. Das Radar kann nur die relative Geschwindigkeit eines erkannten Objekts messen. Wenn die Quelle der Fahrzeuggeschwindigkeit nicht mit der realen Geschwindigkeit übereinstimmt, könnte die bereitgestellte Objektklassifizierung fehlerhaft sein. Aus diesem Grund werden zwei Mechanismen implementiert und stellen die Korrektheit des Geschwindigkeitssignals sicher.

3.9.1 Kalibrierfunktion für die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs

Diese Funktion überwacht und vergleicht das von der Bremsanlage empfangene Geschwindigkeitssignal mit der Referenzgeschwindigkeit des Fahrzeugs. Sie kann per Parameter aktiviert werden und muss im laufenden Betrieb aktiv sein, sofern die Bremsanlage die Radgeschwindigkeiten nicht mit der Tachogeschwindigkeit abgleicht. Wenn diese Funktion aktiviert ist, berechnet sie einen Korrekturfaktor zwischen der Fahrzeuggeschwindigkeit und den Radgeschwindigkeiten von der Bremsanlage und stellt sicher, dass intern die korrigierte Geschwindigkeit bereitgestellt wird. Der berechnete Korrekturfaktor wird im EEPROM-Speicher der Einheit abgelegt.

3.9.2 Kalibrierfunktion des internen Sensor

Darüber hinaus überwacht der Radarsensor die intern empfangene Fahrzeuggeschwindigkeit und passt sie an, indem er sie mit der Differenzgeschwindigkeit des gemessenen Objekts vergleicht, hauptsächlich mit stehenden Objekten am Straßenrand. Das Ergebnis dieses Vergleichs ist ein interner Korrekturfaktor des Radars, der ebenfalls im EEPROM-Speicher der Einheit abgelegt wird. Diese Kalibrierung der Sensorgeschwindigkeit ist immer aktiv und kann nicht deaktiviert werden. Der Lernwert kann über die externe Diagnose ausgelesen und gegebenenfalls unter Verwendung von Diagnosebefehlen zurückgesetzt werden. Wenn der berechnete Korrekturfaktor einen bestimmten Schwellenwert überschreitet, wird eine Fehlermeldung gesendet und die Funktionalität aller Anwendungen wird blockiert.

3.9.3 Signalplausibilität für den internen Sensor der Gierrate

Das interne Gierratensignal wird auf Plausibilität geprüft, indem es entweder mit dem vom ESC-Modul bereitgestellten Gierratensignal verglichen wird, oder es wird mit der Gierrate verglichen, welche mit Hilfe der Radgeschwindigkeiten berechnet wird. Wenn die Plausibilitätsprüfung fehlschlägt, schaltet die Funktion AEBS und die Anwendung "EBA" ab und das System sendet die betreffende Fehlermeldung auf der CAN-Schnittstelle.

4 Systemarchitektur

OnGuardACTIVE ist eine Komplettlösung, die über eine CAN-Schnittstelle des Fahrzeugs verbunden ist. Da die ACC-Funktion jedoch eine Art Erweiterung für den konventionellen Tempomat ist, der sich üblicherweise in der Motorregelung oder in einer anderen Regelung der Fahrzeugdynamik befindet, ist sie nur in Kombination mit der Geschwindigkeitsregelfunktion des Tempomaten (CC) voll funktionsfähig.

Alle anderen ADAS-Funktionen von OnGuardACTIVE sind unabhängig, benötigen jedoch auch Zugriff auf verschiedene Systeme des Fahrzeugs, wie auch ACC.

Die Systemarchitektur hat, wie nachfolgend gezeigt, ein generisches Design, das sich zwischen verschiedenen OEs und Fahrzeugen unterscheiden kann, z. B. im Hinblick auf die dort verwendeten CAN-Schnittstellen.

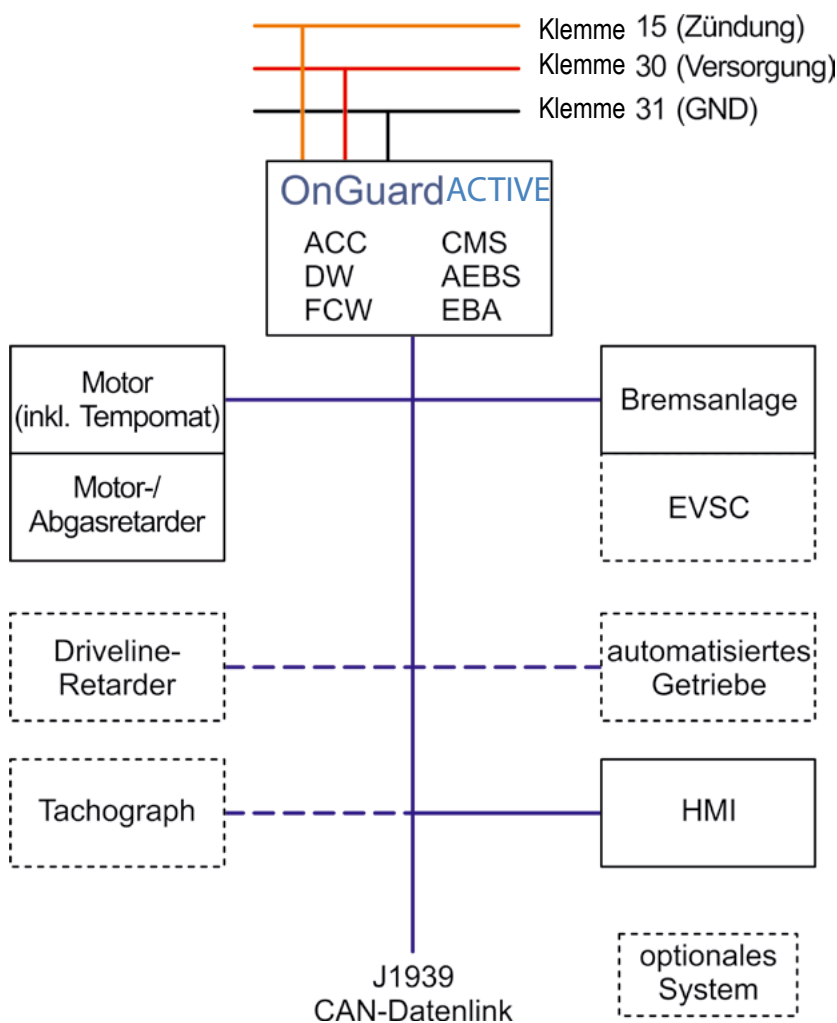


Abbildung 5 Generische Elektroniksystem-Architektur von OnGuardACTIVE

OnGuardACTIVE ist mit einem internen Gierratensensor ausgestattet, dessen Signale für die Prognose der Bewegungsrichtung des eigenen Fahrzeugs erforderlich sind, um die Relevanz vorausfahrender Objekte zu bestimmen. Darüber hinaus wird das Gierratensignal einer vorhandenen ESC für Plausibilitätsprüfungen verwendet. Wenn keine ESC zur Verfügung steht, wird die Gierratenplausibilität unter Verwendung der Radgeschwindigkeiten ermittelt.

4.1 Spannungsversorgung

OnGuardACTIVE ist auf den Einsatz mit 12-V- oder 24-V-Versorgung ausgelegt. Die folgende Tabelle zeigt die Spannungsschwellenwerte für beide Varianten, d. h. oberhalb oder unterhalb welches Spannungspegels das Radar ein DTC setzt, das die OnGuardACTIVE-Funktionen deaktiviert. Der allgemeine Spannungsbereich, in dem das Radar betriebsfähig ist, ist in Tabelle 5 gezeigt.

SPANNUNGSVERSORGUNG		12 V VERSORGUNG NENNSPANNUNG	24 V VERSORGUNG NENNSPANNUNG	ERLÄUTERUNG
Überspannung	Aktivierung des Fehlers	> 16 V	> 32 V	Oberhalb dieses Spannungsschwellenwertes setzt OGA einen "Überspannungsfehler". Alle Funktionen (z. B. ACC, AEB) werden deaktiviert.
	Deaktivierung des Fehlers	> 15,5 V	< 30 V	Ein aktiver "Überspannungsfehler" wird passiv, wenn die Versorgungsspannung unter diesen Schwellenwert fällt. Alle Funktionen werden wieder aktiviert.
Unterspannung	Aktivierung des Fehlers	< 7,5 V	< 8 V	Unterhalb dieses Spannungsschwellenwertes setzt OGA einen "Unterspannungsfehler". Alle Funktionen (z. B. ACC, AEB) werden deaktiviert.
	Deaktivierung des Fehlers	> 8 V	> 9 V	Ein aktiver "Unterspannungsfehler" wird passiv, wenn die Versorgungsspannung diesen Schwellenwert überschreitet. Alle Funktionen werden aktiviert.

SPANNUNGSVERSORGUNG		12 V VERSORGUNG NENNSPANNUNG	24 V VERSORGUNG NENNSPANNUNG	ERLÄUTERUNG
Pegel der Unterpannung	Aktivierung des Fehlers	> 9,5 V	< 19,5 V	Unterhalb dieses Spannungsschwellenwerts setzt OGP einen "Unterspannungspegel"-Fehler ohne gelbe Warnlampe, wenn keine Signale anderer Systeme betroffen sind. Bei zusätzlichen Kommunikationsfehlern schaltet das System alle betroffenen Funktionen (z. B. ACC, AEBS) und die entsprechenden gelben Warnlampen werden aktiviert. Kommunikationsfehler werden nicht als separate DTCs gespeichert.
	Deaktivierung des Fehlers	> 10,5 V	> 20,5 V	Wenn die Versorgungsspannung diesen Schwellenwert überschreitet, wird ein aktiver "Unterspannungspegel"-Fehler passiv.

Tabelle 5 Spannungsschwellenwerte, abhängig vom externer Netzspannung

Für die Implementierung der Spannungsversorgung bietet das System unterschiedliche Optionen:

- Anschluss nur an Klemme 15 (Zündung) und Klemme 31 (Masse), sodass es komplett stromlos wird, wenn die Zündung ausgeschaltet wird
- Anschluss an Klemme 15 (Zündung) und 31 (Masse), wobei Klemme 30 Versorgungsleistung bereitstellt, während Klemme 15 als Wake Up für das System verwendet wird
- Verbindung mit Klemme 30 (Batterie) und 31 (Masse), wobei Klemme 30 Versorgungsleistung bereitstellt, während die Aktivität auf dem CAN-Schnittstelle des Fahrzeugs für das Aktivieren und das Herunterfahren des Systems verwendet wird.

5 Einbau

5.1 Sicherheitshinweise

Bevor Sie mit dem Einbau beginnen, lesen und befolgen Sie die nachfolgenden Sicherheitshinweise.

Verletzungsgefahr durch Lichtblitz, Hitze

- Um Kurzschlüsse zu vermeiden, ziehen Sie die Sicherung des Stromkreises heraus, an dem Sie Eingriffe vornehmen.
- Klemmen Sie gegebenenfalls die Batterie ab.
Allerdings könnte es sein, dass in der Folge Systeme für den Diebstahlschutz neu programmiert werden müssen.

Verkehrssicherheit, Funktion der Sicherheitseinrichtungen / Bedienelemente

- Ungeeignete Einbaustellen der Komponenten können Verletzungen bei einem Verkehrsunfall verursachen oder Sicherheitseinrichtungen (z. B. Airbag) unwirksam machen.
- Beachten Sie für den Einbau Hinweise des Fahrzeugherstellers.
- Montieren Sie das System so, dass dem Fahrer nicht die Sicht auf den Verkehr genommen oder der Zugriff auf wichtige Bedienelemente versperrt wird.
- Beachten Sie bei der Montage, dass der Airbag in seiner Funktion nicht eingeschränkt oder versehentlich ausgelöst wird.
- Befestigen Sie Komponenten so, dass sie sich bei einer Kollision oder einem plötzlichen Bremsmanöver nicht lösen können.

Beschädigung der Kabel

- Stellen Sie sicher, dass Kabel nicht geklemmt oder beschädigt werden.
- Planen Sie den Einbauort so, dass Kabel nicht geknickt, geklemmt oder beschädigt werden.
- Befestigen Sie die Kabel und Stecker so, dass keine Zugspannungen oder Querkräfte auf die Steckverbindungen wirken.

5.2 Fahrzeuginstallation

5.2.1 Einbaulage

Die spezifizierte Einbaulage befindet sich in der Mitte der Fahrzeugfront. Die Montagehöhe kann zwischen 330 und 1000 mm über Niveau der Straßenoberfläche gewählt werden (Referenzpunkt ist die Mitte des Sensors). Bei höheren Montagepositionen kann die Erkennungsleistung des Sensors beeinträchtigt werden und muss deshalb von WABCO im Einzelfall überprüft werden.

Die Toleranz für eine Position seitlich außerhalb der Mitte beträgt ± 600 mm. Die gewählte seitliche Versatzposition muss dem Sensor über die Parametrierung mitgeteilt werden.

Die beste Gesamtleistung wird in der Mitte der oben beschriebenen Installationstoleranzen erzielt.

Der Sensor muss so montiert werden, dass seine Antenne in Fahrtrichtung zeigt. Der Sensor kann in der Position „Steckverbinder links“ oder „Steckverbinder rechts“ montiert werden. Die gewählte Ausrichtung muss dem Sensor über die Parametrierung mitgeteilt werden.

Das Sensormodul kann mit Hilfe seiner Montagebolzen an der Rückseite befestigt werden. Es gibt zwei verschiedene Bolzenlängen. Eine zusätzliche Montagehalterung kann als Adapter für den Rahmen des eigenen Fahrzeugs dienen.

In jedem Fall muss die Atmungsbohrung an der Rückseite des Sensorgehäuses von der Halterung oder dem Rahmen abgedeckt werden, um einen geeigneten Widerstand gegen Hochdruckreinigung sicherzustellen. Der abzudeckende Bereich ist die Atmungsbohrung selbst überdeckt von einem Durchmesser von mindestens 4 mm, wie in Abbildung 6 gezeigt. Der Luftspalt zwischen Halterung oder Rahmen und Atmungsbohrung muss 2 mm betragen.

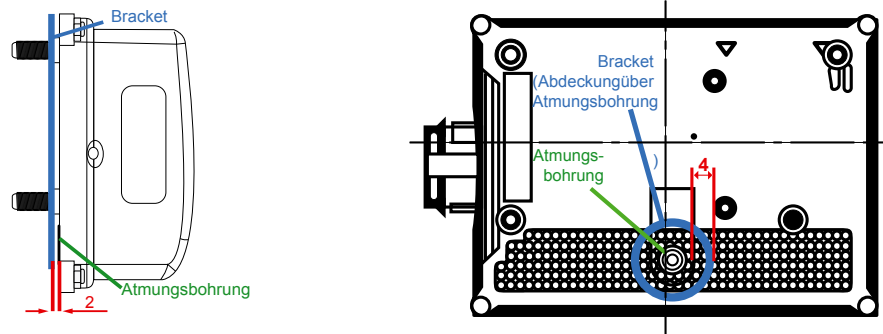


Abbildung 6 Installation Halterung und Entlüftungsfenster

Die Genauigkeit der Montageposition muss eine Ausrichtungstoleranz in Azimuth und Elevation von $\pm 3^\circ$ im Hinblick auf Fahrpositionen des Fahrzeugs sicherstellen. Eine zusätzliche mechanische Ausrichtung ist nicht erforderlich. Die endgültige Ausrichtung innerhalb dieser Grenzen kann durch den Sensor selbst erfolgen, entweder durch EOL- Ausrichtung oder selbstlernend im laufenden Betrieb .

Die Rückseite des Sensors muss Wärme auf geeignete Weise ableiten können. Aus diesem Grund sollte die Temperaturdifferenz zwischen Umgebungsluft und der Rückseite des Sensors höher als 0,5 K sein.

5.2.2 Automatische Ausrichtung

Der Sensor kann sich selbst in beide Richtungen ausrichten – Azimuth und Elevation. Die Funktion zur automatischen Ausrichtung kann eine mechanische Fehlausrichtung innerhalb der oben angegebenen Toleranzen kompensieren. Für die automatische Ausrichtung stehen drei Möglichkeiten zur Verfügung:

- End-of-line-Ausrichtung
- Ausrichtung in Servicestationen
- Überwachung einer Fehlausrichtung und Korrektur während der Fahrt

Nach einem erfolgreichen Ausrichtungsverfahren und nach jeder erfolgreichen Korrektur der Ausrichtung speichert der Radar die Korrekturwinkel in Azimuth und Elevation, die über die externe Diagnose Software ausgelesen werden können. Falls die mechanische Fehlausrichtung korrigierbare Toleranzen überschreitet, setzt der Radar einen aktiven Fehlercode und alle OnGuardACTIVE-Funktionen werden deaktiviert. In diesem Fall werden keine Korrekturwinkel gespeichert. Der Fehlercode enthält die Informationen darüber, welches Ausrichtungsverfahren fehlgeschlagen ist (d. h. entweder EOL, Service oder Überwachung während des Betriebs), und auch, in welche Richtung die Ausrichtung fehlgeschlagen ist, z. B. der Sensor blickt zu weit nach oben oder zu weit nach links.

Die End-of-line-Ausrichtung wird über einen Diagnosebefehl gestartet, nachdem das Referenzobjekt vor dem Fahrzeug mit entsprechender Genauigkeit positioniert worden ist, und kann bis zu 30s dauern.

Nachfolgend ist ein Beispiel für EOL - Ausrichtung beschrieben.

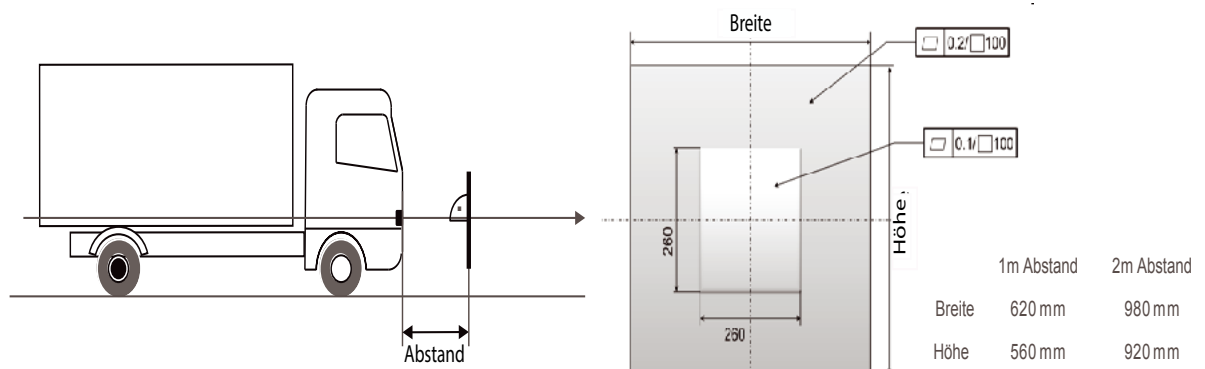


Abbildung 7 Bsp. EOL-Ausrichtung

5.2.2.1 Ausrichtung in Servicestationen (Werkstätten)

Für diese Ausrichtungsmethode sind keine speziellen Werkzeuge und kein spezielles Wissen über die Ausrichtung erforderlich. Eine Ausrichtung des Radarsensors ist immer dann durchzuführen, wenn der Sensor vom Fahrzeug entfernt worden ist oder ein neuer Sensor installiert wird.

Falls ein Sensor zuvor im Betrieb ausgerichtet war und aus dem Fahrzeug ausgebaut wird, Bedarf er ebenfalls einer Ausrichtung welche über einen Diagnosebefehl in der Werkstatt gestartet werden muss.

Der neue Radarsensor startet das Verfahren für die Sensorausrichtung automatisch nach Beginn der Fahrt. .

Das Fahrzeug muss für einige Minuten gefahren werden. Nach dieser Fahrt ist der Sensor entweder ausgerichtet, oder er gibt eine Fehlermeldung aus, dass er die mechanische Fehlausrichtung nicht kompensieren kann. Im letzteren Fall muss die Sensorinstallation korrigiert werden, um die allgemeinen Montagetoleranzen zu erfüllen.

Die Azimuth-Ausrichtung basiert auf der Messung von Reflektionen stehender Objekte an beiden Straßenseiten. Die Anzahl dieser stehenden Objekte bestimmt die Dauer des Ausrichtungsprozesses. Aus diesem Grund sind Situationen mit sehr vielen stehenden Objekten besser geeignet für die Ausrichtung, als Situationen mit wenigen stehenden Objekten. Darüber hinaus hat die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs einen maßgeblichen Einfluss. Höhere Fahrzeuggeschwindigkeiten werden stärker gewichtet als niedrige Geschwindigkeiten.

Die Ausrichtung in der Elevation basiert auf beweglichen Objekten vor dem eigenen Fahrzeug, während der Fahrt. Der Radarsensor bewegt seinen Radarstrahl nach oben und unten, um die Position der Höhenausrichtung zu erkennen, indem er nach der maximalen Reflektionsleistung für die meisten der erkannten Objekte sucht. Die Anzahl der bewegten Objekte bestimmt die Dauer des Ausrichtungsprozesses. Aus diesem Grund sind Situationen mit vielen bewegten Objekten besser geeignet für die Ausrichtung als Situationen mit nur wenigen bewegten Objekten.

Die typische Dauer des Verfahrens für die Sensorausrichtung beträgt ca. 10 Minuten Fahrt, abhängig von der Verkehrssituation und anderen Bedingungen. Die Dauer kann sich verlängern, wenn die geforderten Bedingungen nicht jederzeit erfüllt sind. Nachfolgend die Bedingungen, die für eine Sensorausrichtung erfüllt sein müssen.

PARAMETER	ERFORDERLICHE BEDINGUNG
Geschwindigkeit des Fahrzeugs	> 25 km/h < 125 km/h
Beschleunigung des Fahrzeugs	< 1,5 m/s ² (Absolutwert)
Straßenkrümmung	> 250 m
Umgebungsbedingungen	kein starker Regen oder Schneefall
Tunnelerkennung	kein Tunnel erkannt

Tabelle 6 Bedingungen für den Service-Abgleich

Das schnellste Ergebnis wird erzielt, wenn die Sensorausrichtung auf Landstraßen oder Autobahnen durchgeführt wird. Auf diesen Straßen können die erforderlichen Umgebungs- und Verkehrsbedingungen leichter gefunden werden als in städtischen Gebieten.

6 Hardware Radarsensormodul

6.1 Sensorübersicht

OnGuardACTIVE verwendet einen Radarsensor mit 77 GHz und mechanischer Scan-Antenne, die zwei unabhängige Radarstrahlen enthält: einen Fernbereichsstrahl von $\pm 9^\circ$ mit einem Bereich von 0,25 bis 200 m, und einen Nahbereichsstrahl von $\pm 28^\circ$ mit einem Bereich von 0,25 bis 60 m bietet. Das System arbeitet gleichzeitig im Übertragungs- und im Empfangsmodus, wobei beide Betriebsmodi dieselbe Antenne verwenden.

Die Radarstrahlen werden in ihrer Form der Azimuthebene des Sensors (parallel zur Straßenoberfläche) angepasst. Um die Strahlformung und die Strahlrichtungsanpassung in der Elevationsebene umzusetzen (senkrecht zur Straßenoberfläche), wird eine neigbare Reflektorplatte verwendet.

6.1.1 Detaillierte Sensoreigenschaften

Das Radar hat einen maximalen Zielerkennungsbereich von 200 m. Um falsche Reaktionen für weit entferne Objekte zu reduzieren, verwendet OnGuardACTIVE einen reduzierten Bereich abhängig von der Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs. Die Fahrzeuggeschwindigkeit wird in 3 Bereiche eingeordnet, um Stadtverkehr, Landstraßen und Autobahnen darzustellen. Der Bereich und die Schwellenwerte für die Fahrzeuggeschwindigkeit wurden so gewählt, dass der beste Kompromiss zwischen Leistung von ACC und AEBS und falschen Reaktionen für Objekte erzielt wird. Eine Erhöhung des Erkennungsbereichs würde ein höheres Risiko falscher Reaktionen für weit entferne Objekte bedeuten, beispielsweise eine falsche Spurzuordnung. Nachdem das Objekt erkannt wurde, behält OnGuardACTIVE es, auch wenn es sich aus dem Bereichsschwellenwert heraus bewegt. Abbildung 8 zeigt die charakteristischen Werte des von der Fahrzeuggeschwindigkeit abhängigen Bereichs.

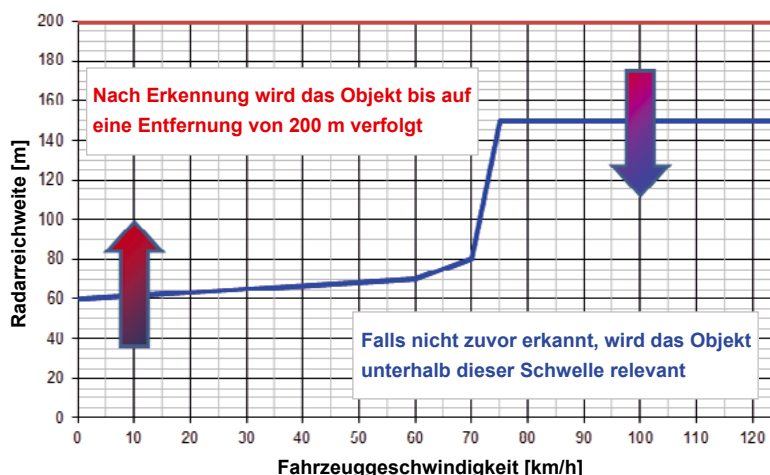


Abbildung 8 Von der Fahrzeuggeschwindigkeit abhängiger Bereich

6.1.2 Blockierungserkennung

Der Sensor kann abhängig von der Anzahl der vorhandenen Objekte erkennen, ob er blockiert ist. Dies kann beispielsweise durch Schnee, Eis, schweren Regen oder auch einen Frontschutzbügel vor dem Fahrzeug verursacht werden. Wenn eine Blockierung erkannt wird, gibt das Radar einen entsprechenden Fehlercode aus. Dieser Fehlercode bleibt aktiv, bis der Radar wieder erfolgreich ein klares Sichtfeld erkennt. Durch das Aus- und Einschalten der Zündung wird dieser Fehlercode nicht gelöscht.

Die Blockierungserkennung funktioniert nur während der Fahrt, d. h. während eines Stillstands wird eine Blockierung nicht identifiziert und ein entsprechender Aktivierungsfehler wird nicht zurückgesetzt. Es gibt zwei verschiedene Arten von Blockierung:

- vollständige Blockierung, d. h. der Radarsensor erkennt überhaupt kein Objekt
- einen reduzierten Erkennungsbereich, d. h. der Radar verliert fast alle Objekte in kurzen Distanzen (dies kann beispielsweise durch starken Regen oder Schneefall verursacht werden)

Die Erkennung einer vollständigen Blockierung dauert 2 Minuten bei einer Fahrt mit mehr als 20 km/h. Die Blockierung, die durch eine Bereichsreduzierung aufgrund schlechter Wetterbedingungen (Schnee, Regen) verursacht wird, kann abhängig von den Bedingungen länger dauern.

Fahrten in Bereichen ohne vorausfahrenden Verkehr und fast ohne Objekte am Straßenrand (z. B. wüstenähnliche Regionen) können ebenfalls zu einem Blockierungsfehler führen, weil das Radar keine Objekte erkennt.

6.1.3 Elektrischer Steckverbinder

Typ: Tyco/AMP MQS (Micro Quadlak System), 8-polig; zugehöriger Stecker am Kabelbaum:

Gehäuse: AMP 1-1534229-1

Kontakte: AMP 962885 (0,2 – 0,5 mm²) oder AMP 965906 (0,75 mm²)

(es sind übereinstimmende Einzeldrahtdichtungen erforderlich)

Die Dichtung zwischen dem Steckverbinder und dem Gehäuse und jeder Einzeldraht im Steckverbinder ist gegen die Umgebung abgedichtet. Eine zusätzliche Abdichtung (z. B. Schmierung) durch den Kunden ist nicht zulässig.

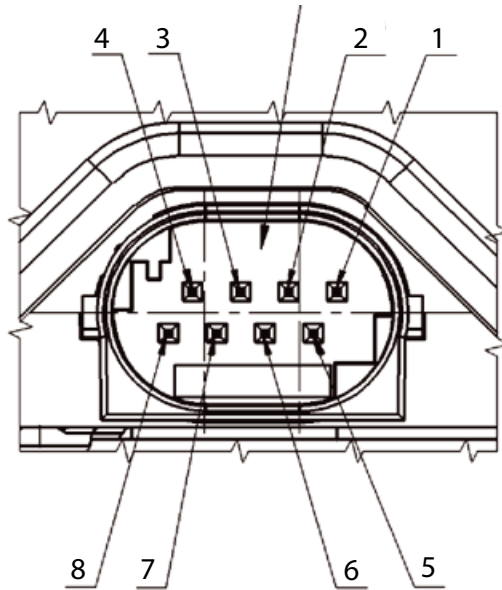


Abbildung 9 Kontakte des Steckverbinders

Nachfolgend ist die Pinbelegung gezeigt:

PIN	BEZEICHNUNG	ANSCHLUSS
1	UBAT	Klemme 15 oder 30
2	WAKE_UP	Klemme 15 oder offen
3	CAN1_HI	J1939 CAN high
4	CAN0_LO	Optional
5	SW_OUT	Optional
6	CAN1_LO	J1939 CAN low
7	CAN0_HI	Optional
8	GND	Masse

Tabelle 7 Pinbelegung

7 Installation

7.1 Voraussetzungen

In diesem Kapitel werden die Installationsvoraussetzungen beschrieben, die das Fahrzeug erfüllen soll.
Fahrzeugausstattung

Um OnGuardACTIVE installieren zu können, muss das Fahrzeug folgende Anforderungen erfüllen:

- Ausstattung mit ABS oder EBS (welches ein XBR Interface für externe Bremsvorgänge mit -10m/s^2 unterstützt)

7.1.1 Installationsposition des Sensors

Die Installationshöhe des Radar-Sensors kann zwischen 330 mm und 1000 mm über Straßenniveau liegen.

Die festgelegte Installationsposition ist die Mitte der Fahrzeugfront, wobei der Sensor innerhalb einer Toleranz von ± 600 mm zur Fahrzeugmitte eingebaut werden kann. (Die Parameter für Installationshöhe und Abweichung von der Mitte des Fahrzeugs müssen während der Inbetriebnahme auf den tatsächlichen Wert eingestellt werden)

7.2 Installation des Sensors

Es sollte eine Radarhalterung an der Front des Fahrzeugs montiert sein

Der Sensor kann mit den Befestigungsbolzen auf seiner Rückseite an der Radarhalterung montiert werden. Der Anschlussstecker des Sensors sollte auf der Fahrerseite sein.

Die Antenne des Sensors muss in Fahrtrichtung zeigen. Wenn eine Installationsgenauigkeit von $\pm 3^\circ$ in horizontaler und vertikaler Richtung gegeben ist, kann sich der Sensor selber ausrichten. (Der Parameter für die Ausrichtung des Anschlusssteckers muss während der Inbetriebnahme eingestellt werden).

7.2.1 Abdeckung des Sensors

Eine Abdeckung des Sensors ist nötig um ihn zu schützen. Nachfolgend werden die Faktoren erklärt, welche die Funktion des Sensors beeinträchtigen können.

Material der Abdeckung

Die Abdeckung soll aus einem Kunststoff bestehen, der eine geringe Dämpfung und eine niedrige Dielektrizitätskonstante (ϵ_r) besitzt. Diese Kunststoffe eignen sich besonders gut:

BEZEICHNUNG	ANSCHLUSS
ABS	3.12
PP	2.35
PA	2.75
PC	2.8
PC-PBT	2.9

Tabelle 8 Für die Abdeckung geeignete Kunststoffe

Dieses sind nur Richtwerte, da die Werte von Hersteller zu Hersteller unterschiedlich sein können.

Lackierung der Abdeckung

Auch eine lackierte Abdeckung oder ein Herstellerlogo kann vor dem Sensor montiert sein. Dabei müssen jedoch folgende Punkte besonders beachtet werden:

- Herstellerlogos müssen auf das verwendete Material überprüft werden
- Wie viele Lackschichten sind aufgetragen

Bei Metalllackierungen sind zusätzlich noch die Punkte zu beachten:

- Der Legierungsgehalt der Lackierung
- Die Größe und Form der Legierungspartikel in der Lackierung
- Anzahl und Dicke der verschiedenen Schichten der Grundierung und Lackierung

Schräglage der Abdeckung

Um eine negative Beeinflussung des Sensors zu verhindern, darf die Abdeckung nicht parallel oder in einer Schräglage von $>30^\circ$ zum Sensor angebracht sein.

Um eine optimale Wirkung des Sensors zu erzielen, muss die Abdeckung in einer Schräglage von $<30^\circ$ zum Sensor angebracht sein.

7.3 **Wartung**

Das OnGuardACTIVE System ist wartungsfrei.

8 Diagnose

8.1 Training

Bestimmte Funktionen sind in der Diagnose geschützt. Diese Funktionen können Sie mit einer PIN2 freischalten. Die PIN2 erhalten Sie nach einem erfolgreich durchgearbeiteten E-Tutorial.



E-Tutorial / PIN2

Für mehr Informationen besuchen Sie unsere digitale Lernplattform: wbt.wabco.info

Bei Fragen wenden Sie sich an Ihren WABCO Ansprechpartner.

8.2 Hardware

- Verbinden Sie das Diagnose Interface (WABCO Teilenummer: 446 301 030 0) mit dem zentralen Diagnoseanschluss am Fahrzeug und dem Diagnose-PC.

8.3 Software



OnGuardPlus™ Diagnose Software bestellen

- Rufen Sie im Internet die myWABCO Homepage auf:
<http://www.wabco-auto.com/en/aftermarket-services/mywabco/>
- Hilfe zur Anmeldung erhalten Sie über den Button *Schritt-für-Schritt Anleitung*. Nach erfolgreicher Anmeldung können Sie über myWABCO die OnGuardPlus™ Diagnose Software bestellen.
- Bei Fragen wenden Sie sich an Ihren WABCO Ansprechpartner.

! OnGuardPlus™ entspricht OnGuardACTIVE

Öffnen Sie die WABCO Diagnose Software für das OnGuardACTIVE™ System.

⇒ Das Startfenster öffnet sich.

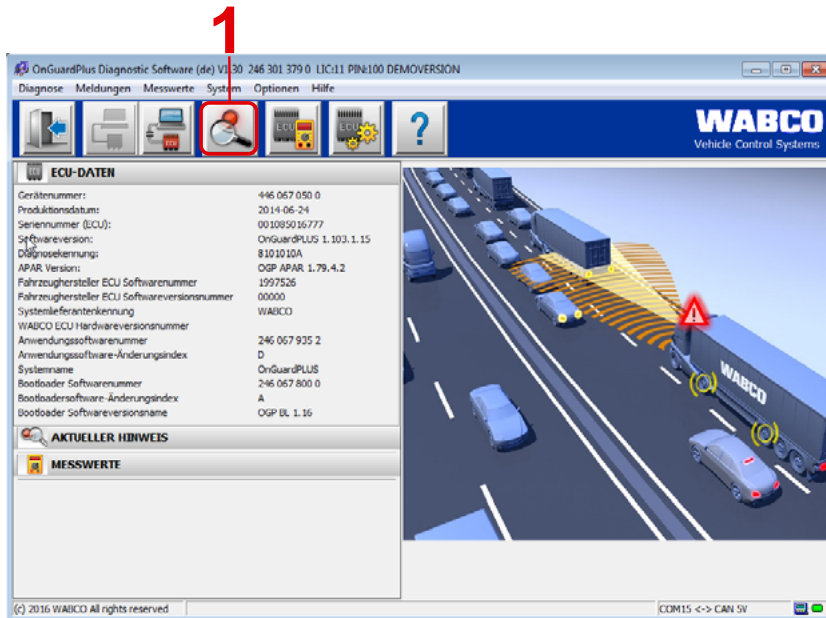


Folgende Funktionen verbergen sich hinter den Schatflächen:

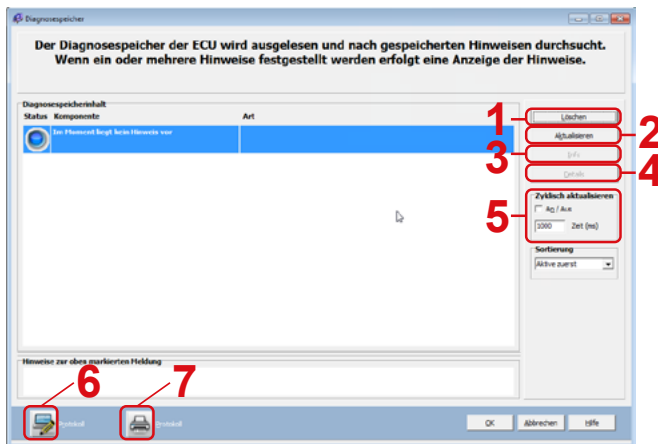
- (1) Diagnoseprogramm beenden
 - (2) ECU initialisieren und in Diagnosebetrieb schalten
 - (3) Diagnosebetrieb der ECU beenden
 - (4) Inhalt des Diagnosespeichers anzeigen
 - (5) Anzeige der aktuellen Messwerte
 - (6) Parametrieren der ECU
 - (7) Hilfefunktion zur Programmbedienung
- Überprüfen Sie den Anschluss des Diagnosewerkzeugs:
- ⇒ LED-Symbol leuchtet grün (8): Verbindung hergestellt
 - ⇒ LED-Symbol leuchtet rot (8): Keine Verbindung vorhanden

8.4 Inhalt des Diagnosespeichers anzeigen

- Klicken Sie auf die Schaltfläche *Inhalt des Diagnosespeichers anzeigen* (1).



⇒ Das Fenster *Diagnosespeicher* öffnet sich.

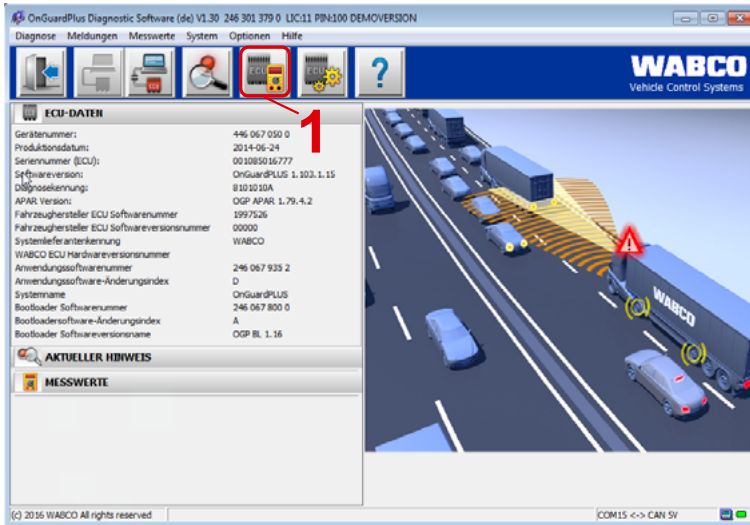


Folgende Funktionen stehen zur Auswahl:

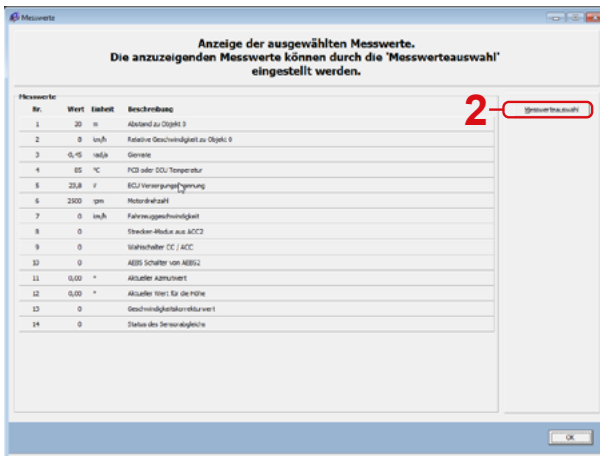
- (1) Diagnosespeicher löschen
- (2) Diagnosespeicher aktualisieren
- (3) Info / Nicht verfügbar
- (4) Zusatzinformationen zu einem markiertem Hinweis anzeigen
- (5) Diagnosespeicher automatisch zyklisch aktualisieren
- (6) Protokoll des Diagnosespeichers in eine Datei ausgeben
- (7) Protokoll des Diagnosespeichers ausdrucken

8.5 Anzeige der aktuellen Messwerte

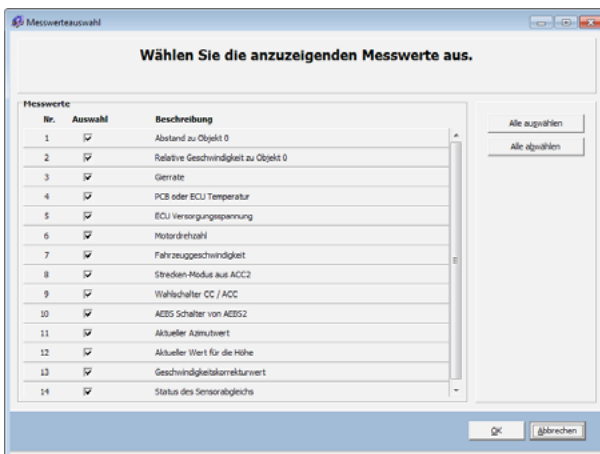
- Klicken Sie auf die Schaltfläche *Anzeige der aktuellen Messwerte* (1).



⇒ Das Fenster *Messwerte* öffnet sich.



- Klicken Sie auf *Messwerteauswahl* (2), um die anzuzeigenden Messwerte auszuwählen.

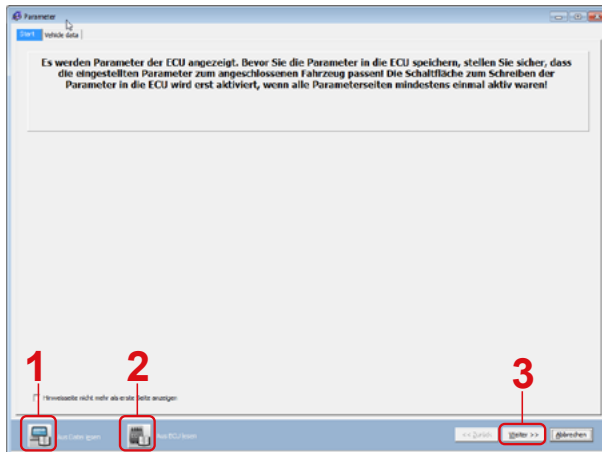


8.6 Parametrieren der ECU

- Klicken Sie auf die Schaltfläche *Parametrieren der ECU* (1).



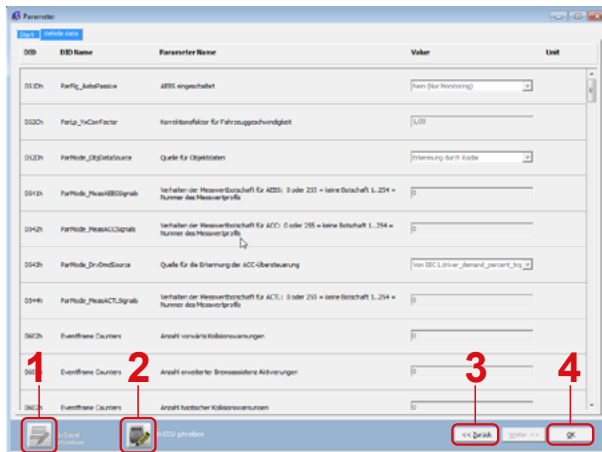
⇒ Das Fenster *Parameter* öffnet sich.



Folgende Funktionen stehen zur Auswahl:

- (1) Parameter aus einer Datei lesen
- (2) Parameter aus der ECU lesen
- Wenn Sie Parameter aus einer Datei oder aus der ECU gelesen haben, klicken Sie auf *Weiter* (3).

⇒ Der Reiter *Vehicle data (Fahrzeugdaten)* öffnet sich.

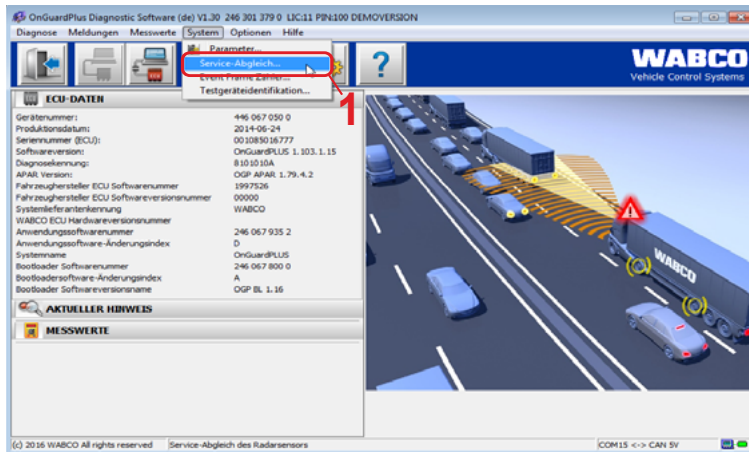


Folgende Funktionen stehen zur Auswahl:

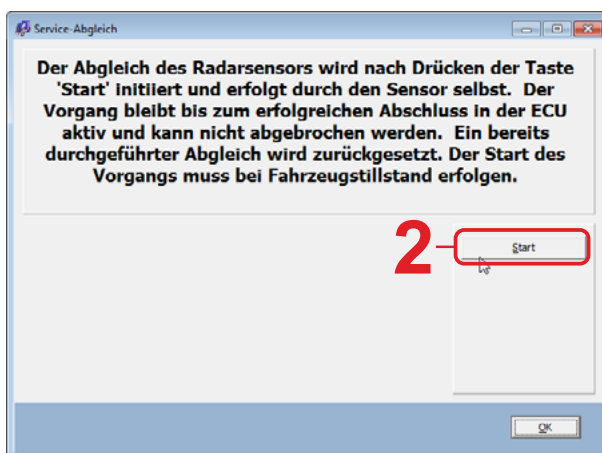
- (1) Parameter in einer Datei speichern
 - (2) Parameter auf eine ECU schreiben (z. B. bei Austausch)
 - (3) Zurück zur Auswahl der Parameterquelle
- Wenn der Vorgang beendet ist, klicken Sie auf **OK** (4).

8.7 Service-Abgleich

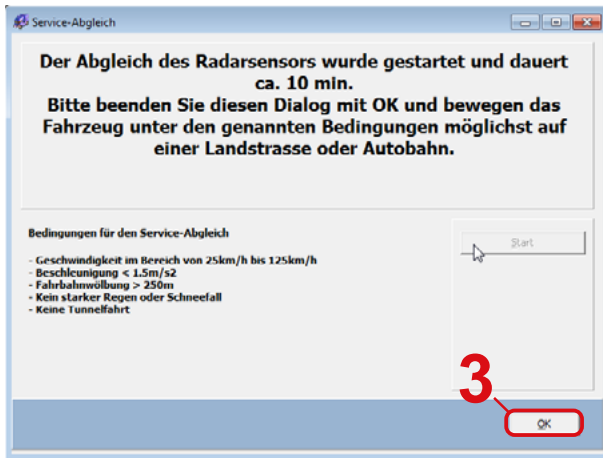
– Klicken Sie unter dem Menüpunkt *System* auf *Service-Abgleich* (1).



⇒ Das Fenster *Service-Abgleich* öffnet sich.



- Klicken Sie auf **Start (2)**.
 - ⇒ Im Fenster *Service-Abgleich* erscheint ein Dialog, der die Bedingungen angibt, unter denen Sie den Abgleich des Radarsensors durchführen müssen.



- Lesen Sie sich die Bedingungen für den Service-Abgleich sorgfältig durch.
- Fahren Sie gemäß der beschriebenen Bedingungen, bis die rote Lampe auf dem Armaturenbrett erlischt.

! Der Service-Abgleich beginnt automatisch, sobald sich das Fahrzeug in Bewegung setzt. Bei Abweichungen von den Bedingungen wird der Service-Abgleich unterbrochen. Werden die Bedingungen erneut eingehalten, wird der Service-Abgleich fortgesetzt.

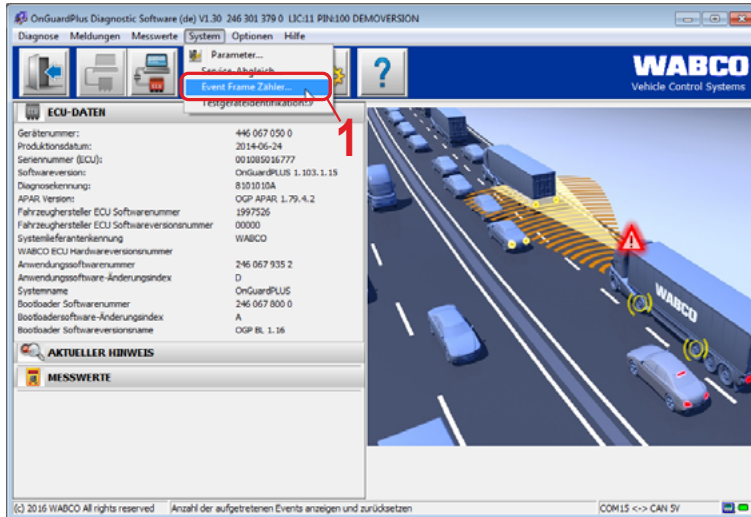
- Beenden Sie die Fahrt und klicken Sie **OK (3)**.
 - ⇒ Der Service-Abgleich ist beendet.

! Während der Durchführung des Service-Abgleichs muss sich der Diagnose-PC nicht an Bord des Fahrzeugs befinden.

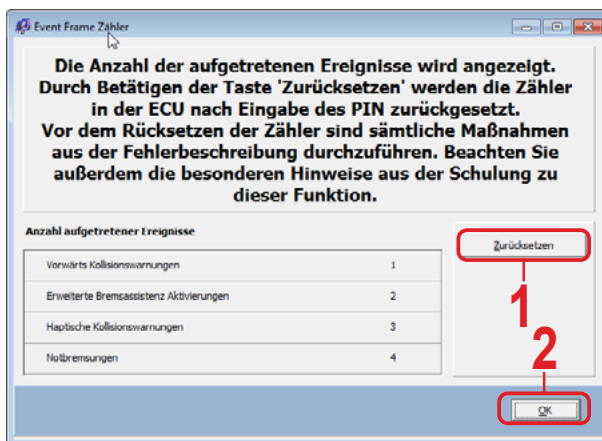
8.8 Event Frame Zähler

Der Event Frame Zähler zeigt die Art und die Häufigkeit aufgetretener Ereignisse an.

- Klicken Sie unter dem Menüpunkt System auf *Event Frame Zähler* (1).



- ⇒ Das Fenster *Event Frame Zähler* öffnet sich.

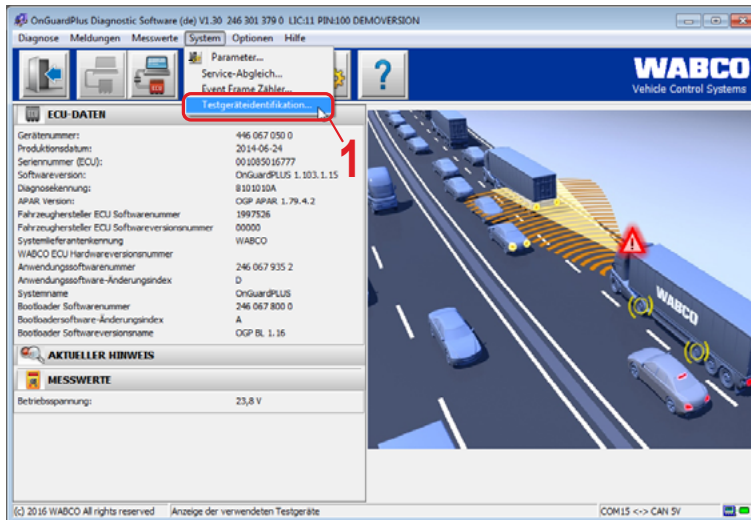


- Klicken Sie auf *zurücksetzen* (1), um den Event Frame Zähler aller Ereignisse auf 0 zu setzen.
- Klicken Sie auf *OK* (2), um das Fenster zu schließen.

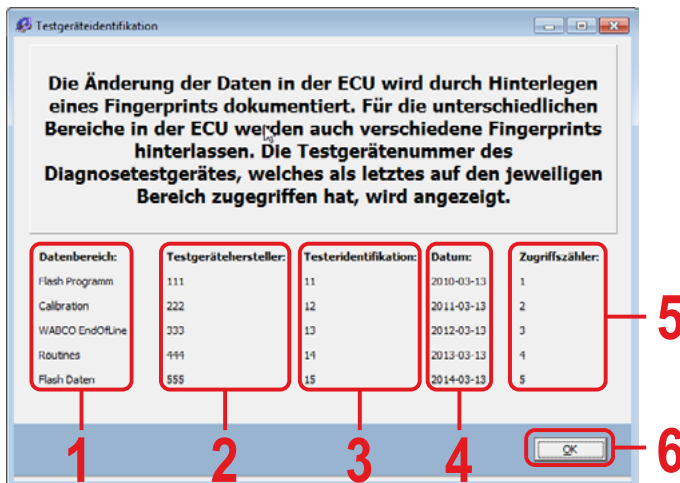
! Um den Event Frame Zähler zurückzusetzen, benötigen Sie die PIN.

8.9 Testgeräteidentifikation

- Klicken Sie unter dem Menüpunkt *System* auf *Testgeräteidentifikation* (1).



⇒ Das Fenster *Testgeräteidentifikation* öffnet sich.



Folgende Daten werden angezeigt:

- (1) Datenbereich: Bereich von Daten, auf den ein Zugriff erfolgte
 - (2) Testgerätehersteller: Hersteller des Geräts, mit dem der Zugriff erfolgte
 - (3) Tester-Identifikation: Person, durch die der Zugriff erfolgte
 - (4) Datum: Datum, an dem der Zugriff erfolgte
 - (5) Zugriffszähler: Nummer des Zugriffs/Anzahl der Zugriffe
- Klicken Sie auf *OK* (6), um das Fenster zu schließen.

8.10 Optionen und Hilfe



Unter dem Menüpunkt *Optionen* (1) stehen folgende Funktionen zur Auswahl:

- Einstellungen...
 - Serielle Schnittstelle anzeigen/ändern
 - Dateiablage verwalten (Lese- und Schreibverzeichnis)
 - Programm Optionen (Darstellung und Diagnoseverbindung ändern)
 - Benutzerangaben eingeben
- PIN eingeben...
 - Benutzerkennung eingeben
 - PIN/PIN2 eingeben/ändern

Unter dem Menüpunkt *Hilfe* (2) stehen folgende Funktionen zur Auswahl:

- Unterstützte ECUs...
 - Liste unterstützter ECUs anzeigen
- Inhalt...
 - Hilfefunktion zur Programmbedienung (siehe Kapitel 7.3)
- Versionshistorie...
 - Versionshistorie und durchgeführte Software-Updates anzeigen
- Info über...
 - Informationen über die Diagnostic Software anzeigen



WABCO
a **WORLD** of
DIFFERENCE

WABCO (NYSE: WBC) ist ein weltweit führender Lieferant von Technologien und Dienstleistungen zur Verbesserung der Sicherheit, Effizienz und Vernetzung von Nutzfahrzeugen. Vor rund 150 Jahren gegründet, ist WABCO federführend bei Innovationen in den Bereichen Fahrerassistenz, Bremssysteme, Stabilitätsregelung, Federung, Getriebeautomatisierung und Aerodynamik. Zudem unterstützt WABCO die Transportbranche

auf ihrem Weg zum autonomen Fahren und mit der Vernetzung von Lkw, Anhängern, Fracht, Fahrern, Geschäftspartnern und Flottenbetreibern durch fortschrittliche Systeme für das Flottenmanagement und mobile Anwendungen. Im Jahr 2016 erzielte WABCO einen Umsatz von 2,8 Milliarden Dollar. Das Unternehmen mit Hauptsitz in Brüssel, Belgien, beschäftigt 13.000 Mitarbeiter in 40 Ländern. Weitere Informationen finden Sie unter

www.wabco-auto.com